

≡≡≡ TITSCHER, ≡≡≡

BAUKUNDE

TEXT

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300526

Die Baukunde

mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaues
und der einschlägigen Baugewerbe.

Verfaßt von

FRANZ TITSCHER

k. u. k. Militär-Baubeamter und gewesener Lehrer an den k. u. k. Technischen Militärfachkursen in Wien.

Vermehrte Neuauflage

der vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten approbierten und als vortrefflich bezeichneten
ersten Auflage vom Jahre 1907.

Lehr-, Hilfs-, Nachschlagebuch und Konstruktionsbehelf

für Baukundige, Studierende, Gebäudeverwalter usw.

ERSTER BAND:

Die Baustoff- und Werkzeugkunde.

ZWEITER BAND:

Die Baukonstruktionslehre.

Hiezu 1 Mappe mit 125 Plantafeln.

WIEN 1910.

Im Selbstverlage bei FRANZ TITSCHER in Klosterneuburg, Burgstraße 14.

A/675

Die Baukunde

mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaus
und der einschlägigen Baugewerbe



III 17272

Cent. für Hochbau und Konstruktionslehre
Technische Hochschule Kraków

Dr. Bauhof und Werkstofflehre

Die Baugewerke

Technische Hochschule Kraków

WIEN 1910

Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Akc. Nr. 1392 51

Vorwort.

Während meiner zehnjährigen Tätigkeit als Lehrer an den k. u. k. Technischen Militärfachkursen in Wien war ich bemüht, einen dem Baufortschritt entsprechenden Lehr- und Lernbehelf für das Hochbauwesen zu schaffen, welcher gleichzeitig auch als Konstruktionsbehelf und als Hilfs- und Nachschlagebuch für Baukundige, Gebäudeverwalter u. dgl. dienen soll.

Bei dieser, auf vollständig neuer Grundlage aufgebauten, sehr umfangreichen Arbeit fand ich von Seite meiner damaligen Vorgesetzten, den jetzigen Herren Obersten Eugen von Scheure und Franz Hoppner, die tatkräftigste Unterstützung.

Der ursprünglich bloß lithographiert an die Frequentanten des k. u. k. Militär-Bauwerkmeisterkurses ausgegebene Behelf wurde vom k. u. k. Reichskriegsministerium mit Erl. Abt. 8, Nr. 78 v. 1899 als besonders entsprechend erkannt, mit Erl. Abt. 8/H. B. Nr. 3352 v. 1902 die Drucklegung desselben angeordnet und mit Erl. Abt. 8/H. B. Nr. 3974 v. 1906 auch eine Subvention hiefür bewilligt.

Dieser Behelf wurde entsprechend dem Fortschritte im Bauwesen jährlich ergänzt und im Jahre 1906 unter hervorragender Mitwirkung des jetzigen Herrn Ingenieur-Hauptmannes Oskar Schwalb einer Neubearbeitung unterzogen, 1907 in Druck gelegt und im Juni desselben Jahres mit dem Titel „Die Baukunde von Titscher und Schwalb“ ausgegeben.

Das Werk fand nicht nur in Militär-, sondern auch in Zivilkreisen die beste Aufnahme, wurde vom k. u. k. Reichskriegsministerium mit Erl. Abt. 8/H. B. Nr. 2656 v. 1907 und Beiblatt Nr. 32 zum Verordnungsblatt für das k. u. k. Heer als Lehrbehelf für die Schule zur Ausbildung von Bewerbern zu Militär-Baurechnungsbeamten und als Studienbehelf zur Vorbereitung für die Aufnahme in den k. u. k. Militär-Bauingenieurkurs bestimmt, ferner vom hohen k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten approbiert und mit Z. 848/I—XXIa/20876 vom 14. Dezember 1908 zum Unterrichtsgebrauche an den k. k. Staatsgewerbe- und allen sonstigen Baufachschulen zugelassen und gleichzeitig auch als ein vortreffliches Elaborat bezeichnet.

Seit der Ausgabe der ersten Auflage dieses Werkes (Juni 1907) wurden unausgesetzt Ergänzungen und Verbesserungen gesammelt, welche nun in der vorliegenden Neuauflage aufgenommen erscheinen.

Es finden sich sowohl im Textbuche als auch in den Plantafeln namhafte Ergänzungen in den Kapiteln über Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte, Erdbohrung, Deckenkonstruktion, Brettelfußböden, Tür- und Fensterbeschläge, Glasdächer, Kanal- und Abortanlagen, Behälter für Kehrlicht, Asche und Dünger, Heiz- und Kochanlagen, Ventilation, Instandhaltung und Umbau von Gebäuden.

Ferner wurden neu aufgenommen die Kapitel über Betonpfähle, verschiedene Eisenbetondecken, Doppelfalzziegelbedachung, autogene Schweißung, Wasserenteisung und Reinigung, Fernsprechanlagen, Aufzüge in Gebäuden, Blitzableitungen und Demolierung von Gebäuden.

Hiebei wurde auch den vielen von Seite der staatlichen k. k. Baufachschulen eingelaufenen Wünschen nach Möglichkeit Rechnung getragen.

Das Werk besteht aus dem Textbuche mit 620 Seiten 17×25.5 cm Blattgröße und der Tafelmappe mit 125 lose eingelegten 25.5×32 cm großen Plantafeln.

Es umfaßt:

I. Band: Baustoffe, Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte mit 17 Plantafeln I—XVII.

II. Band: Baukonstruktionslehre mit 108 Plantafeln 1—108.

Über Auftrag des hohen k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten wurde der zweite Band geteilt und das ganze Werk für den Gebrauch an den staatlichen k. k. Baufachschulen in 3 Textbücher und 3 Tafelmappen gebunden, und zwar:

1 Buch und 1 Mappe: I. Band: Baustoffe, Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte usw. mit 17 Plantafeln I—XVII.

1 Buch und 1 Mappe: II. Band: Die Baukonstruktionslehre. 1. Teil: der Aufbau, mit 50 Plantafeln 1—50.

1 Buch und 1 Mappe: 2. Teil, der Ausbau, und 3. Teil, Instandhaltung, Umgestaltung und Demolierung bestehender Gebäude mit 58 Plantafeln 51—108.

Für private Zwecke habe ich den ganzen Text in ein Buch binden und alle 125 Plantafeln in eine Mappe lose einlegen lassen.

Das Werk ist demnach in folgender Ausführung zu beziehen:

1. In Leinen-Prachteinband, 1 Textbuch und 1 Tafelmappe.
2. In Halbleinen-Einband, 1 Textbuch und 1 Tafelmappe.
3. Broschiert, 1 Textbuch und 1 Tafelmappe.
4. In Halbleinen, steif gebunden, 3 Textbücher und 3 Tafelmappen.

Wien, im September 1910.

Der Verfasser.

Inhalt.

Einleitung	Seite XV
----------------------	-------------

Erster Band.

Die Baustoff- und Werkzeugkunde.

	Seite		Seite
I. Die natürlichen Baumaterialien.			
A. Das Holz	3	13. Vulkanische Gesteine	26
1. Bau des Holzes	3	14. Lose Gesteine und Sand	26
2. Krankheiten des Holzes	4	Eigenschaften guter Bausteine und Erprobung derselben	27
3. Sonstige die Güte des Holzes beeinflussende Umstände	6	Eigenschaften der Bausteine für spezielle Verwendungen	28
4. Die wichtigsten Holzarten für Bauzwecke	6	Beschaffenheit eines guten Bau-sandes	29
5. Physikalische Eigenschaften des Holzes	10	E. Ton und Erde	29
6. Fällen und Zurichten des Holzes.	10	1. Der Ton	29
7. Sortieren, Schichten und Abtransportieren des geschlagenen Holzes	11	2. Die Dammerde	30
8. Zurarbeiten der Hölzer zu Bauholz	11	F. Der Asphalt	30
9. Das Arbeiten des Holzes	13	II. Die künstlichen Baustoffe.	
10. Austrocknen und Auslaugen des Holzes	13	A. Steinartige Baustoffe	31
11. Konservieren des Holzes	14	1. Gebrannte, künstliche Steine (Ziegel und Tonwaren)	31
12. Der Hausschwamm	16	a) Im Handel vorkommende Produkte	32
13. Zerstörung des Holzes durch Wurmfraß	19	b) Die Ziegelerzeugung	34
14. Schutz des Holzes gegen Feuer	20	c) Kennzeichen guter, gebrannter Ziegel	40
15. Merkmale eines guten Bauholzes.	20	2. Ungebrannte, künstliche Steine	41
B. Schilfe oder Rohre	20	a) Kalksandziegel	41
C. Moose, Gräser und Stroh	20	b) Schlackenziegel	42
D. Die Gesteine	21	c) Künstliche Sand- und Kalksteine	42
1. Der Quarz	21	d) Zement- und Betonsteine	42
2. Der Feldspat	22	e) Kunsttuffsteine	42
3. Der Glimmer	22	f) Gipsdielen und Spreutafeln	43
4. Der Granit	22	g) Gips-schlackensteine	43
5. Der Syenit	22	h) Korkstein	43
6. Der Porphy	23	i) Xylolit (Steinholz)	44
7. Der Basalt	23	3. Kalk- und Mörtelmaterialien	44
8. Der Gneis	23	a) Der, Weißkalk (Luftkalk)	44
9. Der Glimmerschiefer und Tonschiefer	23	α) Das Kalkbrennen	44
10. Die Kalksteine	24	β) Eigenschaften des gebrannten Kalkes	46
11. Der Gips	26		
12. Die Sandsteine	26		

	Seite
γ) Löschen des gebrannten Kalkes	47
δ) Eigenschaften des gelöschten Kalkes	47
b) Der Weißkalk- oder Luftmörtel	48
α) Die Mörtelerzeugung	49
β) Der Erhärtungsprozeß	49
c) Hydraulische Bindemittel	50
α) Hydraulische Zuschläge	50
β) „ „ Kalke	50
γ) Romanzement	50
δ) Portlandzemente	51
ε) Prüfung der Zemente	52
μ) Schlackenzemente	55
d) Hydraulische Mörtel	56
e) Gemischte Mörtel	57
f) Frostsichere Mörtel	58
g) Beton (Grobmörtel, Konkret)	59
h) Der Gips	59
i) Tripolith (Dreifachstein)	60
k) Der Lehmörtel	61
B. Metalle	61
1. Eisen	61
a) Erzeugung des Roheisens	62
b) „ „ von Gußeisenwaren	64
c) Erzeugung des schmiedbaren Eisens	65
1. Das Herdfrischen	65
2. Der Puddelprozeß	65
3. Das Windfrischen (Bessemer- und Thomas-Prozeß)	67
4. Der Siemens-Martin-Prozeß	69
d) Erzeugung von Tiegelflußstahl	70
e) Erzeugung von Zementstahl	70
f) Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten	71
g) Zusammensetzung und Eigenschaften der Stahlsorten	72
h) Härten des Stahles	73
i) Erprobung des Schmiedeeisens und Stahles	74
k) Handelsfabrikate des Eisens	76
2. Das Kupfer	79
3. „ Zink	81
4. „ Blei	82
5. „ Zinn	83
6. „ Aluminium	83
7. „ Nickel	84
8. „ Antimon	85
9. „ Wismut	85
10. Legierungen	85

	Seite
C. Glas	87
a) Allgemeines über Glaserzeugung	87
b) Verschiedene Glassorten	88
c) Gebräuchliche Tafelglassorten	89
d) Glasbausteine	90
D. Technische Farben	90
a) Farbstoffe	90
b) Bindemittel für Farbstoffe	95
c) Lacke (Öllackfirnisse)	97
d) Ölfarben	98
e) Lackfarben	98
f) Lasurfarben	98
g) Leimfarben	99
E. Sonstige Baustoffe	99
a) Der Leim	99
b) Kitte	100
c) Dachpappe	101
d) Asphaltisolierplatten	102
e) Kautschuk und Guttapercha	102
f) Eisenfilz	103
g) Linoleum	103

III. Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte 104

Werkzeuge für Erd- und Bekleidungsarbeiten, Pflastererarbeiten	105
Aussteckrequisiten	105
Werkzeuge für Maurer, Stukkateure, Steinmetze und Steinbrecher	105
Baugeräte	106
Werkzeuge für Zimmerleute	106
„ „ Tischler	107
„ „ Schlosser und Schmiede	108
„ „ Spengler	109
„ „ Zimmermaler und Anstreicher	109
„ „ Dachdecker	110
„ „ Glaser	110

IV. Anleitung zur Deponierung und Konservierung der Baustoffe, Baugeräte und Werkzeuge 110

1. Baustoffe	110
2. Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte	112

Zweiter Band.

Die Baukonstruktionslehre.

I. Teil.

Der Aufbau.

	Seite		Seite
I. Erd- und Steinbrecherarbeiten	115	B. Versetzgerüste	146
A. Erdarbeiten	115	C. Gerüstbrücken	147
1. Erdaushebung	115		
2. Erdförderung	116	IV. Maurerarbeiten	148
3. Erdanschüttung	117	A. Stehendes Mauerwerk	148
4. Ausstecken und Profilieren	119	1. Ziegelmauerwerk	149
5. Erdbekleidungen	120	a) Ziegelverbände	150
B. Steinbrecherarbeiten	121	b) Mauern mit Hohlräumen.	153
1. Steinbrechen	121	c) Das Sornsteinmauerwerk	154
2. Steinsprengen	121	d) Ausführung des Ziegelmauerwerkes	156
		2. Bruchsteinmauerwerk.	157
II. Zimmermannsarbeiten	123	3. Quadermauerwerk	158
A. Zurichten des Bauholzes	124	4. Gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk.	160
B. Holzverbindungen	124	5. Luftziegelmauerwerk	161
1. Verlängern der Hölzer	125	6. Pisé- und Betonmauerwerk	161
2. Verbreitern der Hölzer	126	a) Der Lehmstampfbau.	161
3. Verstärken der Hölzer	127	b) Der Kalksand- und Schlackenstampfbau	162
4. Verknüpfen der Hölzer	130	c) Das Betonmauerwerk	162
C. Häng- und Sprengwerke	132	7. Geböschte Mauern	169
1. Hängwerke	133	8. Allgemeines über Mauerstärken	169
2. Sprengwerke	134	9. Konstruktion dünner Wände	174
3. Vereinigte Häng- und Sprengwerke	135	10. Wände aus Glasbausteinen	178
D. Wände	136	B. Liegendes Mauerwerk	179
1. Blockwände	136	1. Die Pflasterungen	179
2. Spund- und Pfahlwände	137	a) Ziegelpflaster	179
3. Riegel- oder Fachwerkwände	138	b) Zement- und Tonplatten-(Klinker-)Pflaster	180
4. Bretter-, Pfosten- und Bohlenwände	140	c) Steinplattenpflaster	181
		d) Bruchsteinpflaster	181
III. Gerüste	141	e) Holzstöckelpflaster	182
A. Gewöhnliche Baugerüste	141	f) Asphaltplattenpflaster	183
1. Bock- oder Schragengerüste	142	g) Herstellung der Fahrstraßen und Trottoirs	183
2. Langtennengerüste	142	2. Die Estriche	184
3. Leitergerüste	144	a) Lehmestrich	184
4. Hängegerüste	145	b) Betonestrich	184
5. Ausschuß- oder schwebende Gerüste	145	c) Zementmörtelestrich	185
6. Bewegliche Gerüste	146	d) Gipsmörtelestrich	185
7. Herstellung der Baugerüste	146	e) Terrazzoestrich	185
		f) Asphaltestrich	186
		g) Neuartige Estriche	187

	Seite		Seite
C. Das schwebende Mauerwerk	187	2. Die Türen und Tore	220
1. Gewölbe	187	a) Spalettüren	221
Gewölbarten	188	b) Futtertüren	222
Die Ausführung der Gewölbe	191	c) Eiserne Türen	222
a) Herstellung der Eingerüstung	191	d) Tore	223
b) Herstellung des Gewölbmauerwerkes	193	3. Ventilationsöffnungen	223
1. Die Widerlagsmauern	194		
2. Das Gewölbmauerwerk	195	V. Fundierungen	224
3. Methoden der Einwölbung	196	A. Arten des Baugrundes	224
c) Die Ausführung der verschiedenen Gewölbe	199	B. Einfluß des Grundwassers auf Fundierungen	225
Tonnengewölbe	199	C. Untersuchung des Baugrundes	225
Kreuzgewölbe	201	D. Tragfähigkeit des Baugrundes	228
Klostergewölbe	202	E. Fundierungsarbeiten	231
Kuppel- und Kugelgewölbe	202	1. Fundierung auf gutem Baugrunde	231
Kuppelgewölbe mit Pendentifs	202	2. Steinpackung	232
Böhmische Platzelgewölbe	203	3. Roste	232
Preußische	203	a) Der Bohlenrost	232
Mulden- und Spiegelgewölbe	203	b) Der Schwellenrost	233
Spiegelgewölbe	203	c) Der Pfahl- oder Pilotenrost	233
Schilder, Ohren oder Stichkappen	204	4. Allgemeines über Pilotierungen	234
Konische oder Kegelfgewölbe	204	a) Das Einrammen der Pfähle	235
Öffnungen in Gewölben	204	b) Bestimmung der Tragfähigkeit der Piloten	236
d) Gewölbe aus Beton	204	5. Betonpfähle System Strauss	237
e) Gewölbenachmauerung	205	6. Sandschüttung	238
2. Gesimse	205	7. Betonbettung	238
a) Arten der Gesimse	206	8. Fundierung auf massiven Pfeilern und auf Erdbögen	239
b) Gliederung und Ausladung	206	9. Fundierungen im Grundwasser	240
c) Gesimse aus Werksteinen	206	a) Einschließen der Baugrube	240
d) „ „ Ziegeln ohne Verputz (Rohbau)	206	b) Aushebung unter Wasser	240
e) Gesimse aus Ziegeln mit Verputz (gezogene Gesimse)	207	c) Verstärkung der Fundamentsohle durch Roste und Betonschüttungen	241
f) Beispiele von Gesimsen	208	d) Sandschüttungen unter Wasser	243
D. Verputz und Fugarbeiten	209	10. Fundierungen in offenen Gewässern	244
1. Der gewöhnliche, grobe und feine Verputz	209		
2. Stein-Imitationsverputz	210	VI. Deckenkonstruktionen	245
3. Stukkaturverputz	211	1. Dübel- oder Dippeldecke	245
4. Stuckarbeiten	212	2. Tram- oder Sturzdecke	246
5. Sgraffito	213	3. Tramdecke zwischen Eisenträgern	248
6. Die Fugarbeiten	213	4. Ziegelgewölbdecke zwischen Eisenträgern	249
7. Verputz auf Lehmwänden	213	5. Betongewölbdecke zwischen Eisenträgern	250
E. Weißen und Färbeln der Verputzflächen	214	6. Decken aus Eisenbetonkonstruktion	251
F. Maurerarbeiten bei Frostwetter	215	7. Moderne Eisenbetondecken	253
G. Maueröffnungen	216	a) Eisenbetondecken, System Hennebique	253
1. Die Fenster	216	b) Voutendecke von Koenen	254
a) Nach außen aufgehende Fenster	217	c) Decke, System Rella	254
b) Nach innen aufgehende Fenster	218	d) Schnell-sche Gewölb-balkendecke	254
c) Spalettierung und Fensterbrett	218	e) Rohrzellendecke, System G. A. Wayss	255
d) Eiserne Fensterflügel	218	f) Zöllner-sche Zellendecke	255
e) Fenster ohne Stock	219	g) Trägerlose Zellendecke, System Kulhanek	256
f) Gekuppelte Fenster	219		
g) Fensterflügel	219		
h) Kellerfenster	219		

	Seite		Seite
h) Hohlsteinbalkendecke	257	h) Dachstühle bei Riegelbauten	285
i) Eisenbetondecke, System Visintini	258	i) Säge- oder Sheddächer	286
k) Die Bogenbalkendecke, System Thruhl	258	k) Mansarddächer	287
l) Die Zylinder-Stegdecke, System Herbst	259	l) Kuppel- und Turmdächer	287
m) Siegartdecken	260	3. Der Werksatz	287
n) Kassettendecke aus Eisenbeton	260	4. Anschlitten der Leersparren an die Grat- und Ixensparren	290
8. Die Wellblechdecken	261	F. Eiserne Dachkonstruktionen	292
9. Flache Steindecken zwischen Eisenträgern	262	1. Dachgitterträger	292
a) Die Kleinsche Decke	262	2. Dachkonstruktionen mit gewalzten oder genieteten Trägern	293
b) Flache Ziegeldecke von Demski	263	3. Dächer aus bombiertem Wellblech	293
c) Die Falzziegelgewölbedecke, System Schneider	264	VIII. Stiegenkonstruktionen	294
d) Zackenziegelgewölbedecke, System Schuhmacher	264	A. Dimensionierung der Stiegen und Stufen	295
e) Doppelfalz- und Zackenziegelgewölbedecke, System Ludwig in Wien	265	B. Stiegenausmittlung	295
f) Horizontale Zackengewölbedecke, System Schober	265	1. Ausmittlung gerader Stiegen	296
g) Sekuradecke aus porösen Wabensteinen	266	2. „ gewundener Stiegen	297
h) Formstein-Balkendecke, System Seidl	266	3. „ gemischtarmiger Stiegen	298
i) Flachdecken mit großen Hohlziegeln (Hourdis)	267	C. Ausführung der Stiegen	299
10. Verstellbare Lehrbögen und Aufhängevorrichtungen	267	1. Steinerne Stiegen	299
11. Mauerträger	268	2. Gemauerte Stiegen, Beton- und Eisenbetonstiegen	301
12. Decken mit Unterzügen und Säulen	268	3. Hölzerne Stiegen	302
a) Decken mit Unterzügen und Säulen aus Holz	269	4. Eiserne Stiegen	303
b) Decken mit eisernen Unterzügen, bzw. Stützen	270	IX. Balkone und Erker	304
c) Decken mit Unterzügen und Stützen aus Eisenbeton	271	1. Allgemeines	304
13. Decken mit Korkstein-Linoleumfußböden	272	2. Ausführung der Balkone und Erker	304
VII. Die Dachkonstruktionen	272	X. Verankerungen	306
A. Verschiedene Dachformen	273	1. Anker	306
B. Dachausmittlung	273	2. Mauerschließen	307
C. Allgemeines über Dachkonstruktionen	274	3. Verschiebung	309
D. Belastung der Dächer	274	XI. Schutz der Mauern gegen Feuchtigkeit	310
E. Dachstühle aus Holz	276	1. Isolierungen bei Neubauten	310
1. Inanspruchnahme und Dimensionierung des Dachgehölzes	277	2. Trockenlegung feuchter Räume	311
2. Detailkonstruktion und Arten der hölzernen Dachstühle	279	3. Isolierungen bei aufsteigendem Grundwasser	312
a) Der leere Dachstuhl	279	4. Gebräuchliche Isoliermittel und deren Anwendung	312
b) „ einfache Pfettendachstuhl	279	XII. Die Steinmetzarbeiten	316
c) „ Doppelstuhl	280	1. Teilen der Steine	316
d) Abarten des Doppelstuhles	282	2. Herstellung von Werksteinen	317
e) Der Flugstuhl	283	3. Bearbeitung der Steinflächen	317
f) „ verstärkte Pfettenstuhl	283	4. „ von Quadern nach Schablonen	319
g) Dachstühle für Holzzement-eindeckung	284	5. Bearbeitung von Gesimgliedern	322
		6. Verschiedene Steinmetzarbeiten	323
		7. Verbinden der Steine durch Kitt	326
		8. Versetzen von Metallgegenständen in Stein	327

9. Reparatur der Steinmetzarbeiten	328
10. Übernahme von Steinmetzarbeiten	328
11. Verdienstberechnung für Steinmetzarbeiten	329
12. Steinbildhauerarbeiten	329
13. Steinmetzarbeiten aus Zementguß oder Kunststein	330

XIII. Bauspenglerarbeiten . . . 331

A. Wahl der Bleche und allgemeine Behandlung derselben	331
B. Verbindung und Befestigung der Bleche	333
C. Blechgattungen für Bauspenglerarbeiten	335
D. Die wichtigsten Bauspenglererzeugnisse	336
1. Dachrinnen	336
2. Abfallrohre und Bodenrinnen	340
3. Einfassung der Dachränder und Dachverschneidungen	341
4. Dachbodenfenster	343
5. Gesimsabdeckungen	344
6. Dacheindeckungen mit Blech	345
E. Reparatur der Spenglerarbeiten	350
F. Übernahme von Spenglerarbeiten	351
G. Verdienstberechnung für Bauspenglerarbeiten	351

XIV. Dacheindeckungen . . . 352

A. Stroh- und Rohrdächer	352
B. Holzdächer	352

Seite	Seite
1. Bretterdächer	352
2. Schindeldächer	353

C. Ziegeldächer 354

1. Eindeckung mit Flachziegeln	354
2. „ „ Hohlziegeln	355
3. „ „ Falzziegeln	356

D. Schieferdächer 358

1. Einfache Schiefereindeckung nach deutscher Art	359
2. Einfache Schiefereindeckung nach englischer Art	360
3. Doppelte Schiefereindeckung	360
4. Reparatur von Schieferdächern	361

E. Zementplattendächer 361

F. Eindeckung mit Steinplatten 362

G. Dachpappeneindeckung 362

1. Die schlichte, einfache Deckung	362
2. Das Leistendach	362
3. „ Doppeldach	363
4. Anstreichen der Dachpappendächer	363
5. Grundsätze für die Herstellung und Erhaltung der Dachpappendächer	364
6. Eindeckung mit Anduropappe	364
7. Eindeckung mit Durolit	364

H. Holzzementeindeckung 365

I. Eindeckung mit Asbestzementschiefer (Eternitschiefer) . . 366

1. Französische einfache Deckung mit überhängenden Spitzen	366
2. Französische einfache Deckung ohne überhängende Spitzen	368
3. Deutsche einfache Deckung mit Quadratsteinen	368
4. Doppeldeckung mit Quadratsteinen	368
5. Mauer- und Wandverkleidungen	368

Zweiter Band.

II. Teil.

Der Ausbau.

	Seite		Seite
I. Bautischlerarbeiten . . .	369	7. Holzrollbalken	400
A. Verbindung der Holz-		8. Autogene Schweißung der Metalle	400
teile	369	C. Übernahme von Bau-	
1. Verbindung mit Eisen- oder Holz-		schlosserarbeiten	402
nägeln	369	III. Glaserarbeiten	402
2. Verschrauben mit Holz- und Mutter-		1. Verwendung der verschiedenen	
schrauben	370	Tafelglassorten	402
3. Holzverbindungen bei Tischler-		2. Beschneiden und Befestigen der	
arbeiten	370	Glastafeln	403
4. Das Leimen	371	3. Glasdächer und Dachoberlichtfenster	404
B. Verschiedene Bau-		4. Oberlichtfenster in Decken	406
tischlerarbeiten	371	5. Fensterverglasung in Blei	406
1. Fußböden (Dielen)	371	6. Instandhaltung und Reparatur der	
2. Wandvertäfelungen (Lambrien)	374	Glaserarbeiten.	407
3. Abteiwände aus Brettern	375	7. Übernahme von Glaserarbeiten	407
4. Türen und Tore	375	8. Verdienstberechnung für Glaser-	
5. Fenster	380	arbeiten	407
6. Abortsitzspiegel	384	IV. Anstreicherarbeiten	408
C. Übernahme von Bau-		1. Konservierende Anstriche	409
tischlerarbeiten	384	2. Anstriche mit Ölfarben	409
D. Verdienstberechnung		3. „ „ Wasserfarben	413
für Bautischlerar-		4. „ „ Kasëinfarben	413
beiten	385	5. „ „ Wasserglasfarben	413
II. Bauschlosserarbeiten . . .	385	6. Teeranstriche	413
A. Eisenverbindungen	385	7. Anstriche mit Kesslerschen Fluaten	414
1. Dauernde Verbindungen	385	8. Sonstige Spezialanstriche	416
2. Lose Verbindungen	387	9. Erhaltung und Erneuerung von Öl-	
3. Eisenverbände	388	farbenanstrichen	418
B. Die wichtigsten		10. Übernahme von Anstreicherarbeiten	418
Schlossererzeugnisse	389	11. Verdienstberechnung für Anstreicher-	
1. Klammern, Nägel, Schließen und		arbeiten	419
Hängeisen	389	V. Zimmermaler- und Tapezierer-	
2. Gitter und Geländer	390	arbeiten	420
3. Eiserne Türen, Tore, Fenster,		1. Malen der Wand- und Deckenflächen	420
Fensterläden u. dgl.	390	2. Tapezieren der Zimmerwände und	
4. Tür-, Tor- und Fensterbeschläge	391	Deckenflächen	421
5. Vorrichtungen zum Selbstschließen		3. Verdienstberechnung	421
der Türflügel	398	VI. Ansammlung und Abfuhr der Abfall-	
6. Stahlblechrollbalken	399	stoffe, Schmutz- und Niederschlagswasser	422
		A. Kanalanlagen	422

	Seite
1. Ausführung der Kanäle	423
a) Kanalprofile	423
b) Rohrkanäle	424
c) Gemauerte Kanäle	424
d) Betonkanäle	425
e) Kanaleinsteigöffnungen, Schlammkisten, Geruchverschlüsse und Putzschächte	427
2. Reinigen und Ventilieren der Kanäle	429
3. Verschlußvorrichtungen gegen Kanalarückstauungen	430
4. Einmündung der Kanäle in fließende Gewässer	432
 B. Das pneumatische Abfuhrsystem von Liernur	 433
 C. Das Tonnensystem	 434
 D. Das Senkgrubensystem	435
 E. Senkgrubemit automatischer Entleerung und Desinfizierung, System Krönlein	 437
 F. Abfuhr der Abortstoffe bei Verwendung von Torfmull	 438
 G. Die Aborte und Pissoirs	440
1. Lage und Größe der Aborte	440
2. Detaileinrichtung der Aborte	440
a) Offene Aborte	440
b) Geschlossene Aborte (Schlauchaborte) ohne Wasserspülung	441
c) Geschlossene Aborte mit Wasserspülung	441
d) Kufenaborte und deren Umgestaltung	445
3. Pissoiranlagen	446
 H. Uringruben, Schmutzwasserzisternen	 447
 I. Ableitung der Niederschlagswässer	 448
 K. Ansammlung von Kehrriecht, Asche und Dünger	 448
 L. Die Desinfektion	 450
 VII. Bodenentwässerung	 452
1. Entwässerung durch offene Gräben (Tagleitungen)	452
2. Entwässerung durch Drains	452
a) Verschiedene Arten von Drains	453
b) Anlage von Drainagen	453
α) Die Saugdrains	453
β) Die Sammeldrains	454
c) Die Ausführung einer Röhrendrainage	455

	Seite
 VIII. Die Feuerungsanlagen	 457
 A. Brennstoffe	 457
1. Natürliche Brennstoffe	457
2. Künstliche Brennstoffe	457
 B. Verbrennungsprozeß	 458
 C. Bestandteile einer Feuerungsanlage	 459
1. Der Feuerraum	460
2. Der Rauchschlot	460
 D. Die Heizanlagen	 462
1. Die Lokalheizung	462
a) Die Kaminheizung	462
b) Die Heizung mit Öfen	463
α) Ton- oder Kachelöfen	464
β) Eisener Öfen	465
γ) Kombinierte Kachel- und Eisenöfen	472
c) Zimmerheizung durch Sparherde	474
d) Beheizung mit Leuchtgas	474
2. Die Zentralheizung	476
a) Die Luftheizung	476
b) Die Wasserheizung	478
α) Die Warmwasserheizung mit Niederdruck	479
β) Die Warmwasserheizung mit Mitteldruck	481
γ) Die Heißwasserheizung mit Hochdruck	481
δ) Die Schnellumlauf-Warmwasserheizung	482
c) Die Dampfheizung	483
d) Vor- und Nachteile der verschiedenen Zentral-Heizanlagen	484
e) Kombinierte Heizsysteme	485
 E. Herdanlagen	 486
1. Offene Herde	486
2. Platten- und Sparherde	486
3. Kesselherde	487
a) Mannschafts-Kochherd, System Pongratz	487
b) Mannschafts-Kochherd, System Gräsern	488
c) Vereinigter Kessel- und Plattenherd, System Grojer	488
d) Mannschafts-Kochherde, System de Mori-Maisner	489
e) Das Kochen nach dem Manometer, System Kühn	491
f) Kesselherd für Waschküchen	492
4. Gaskochapparate	493
5. Petroleumgas-Koch- und Heizapparate	493
 F. Backöfen	 494
1. Backöfen für unterbrochenen Betrieb	494
2. Backöfen für ununterbrochenen Betrieb	495
3. Backöfen mit Heißwasserheizung	495
G. Die Schmiedeessen	495

	Seite		Seite
IX. Die Ventilation	496	2. Hauswasserleitungen	532
1. Allgemeines über Zusammensetzung und Verunreinigung der Luft	496	a) Wassermesser	532
2. Bestimmung der notwendigen Luft- mengen	497	b) Anschluß der Hausleitung an eine Hauptleitung	533
3. Ventilatoreinrichtungen	497	c) Hausreservoir	534
4. Anlage von Ventilationskanälen und Ventilationsschloten	499	d) Rohrleitungen	535
a) Querschnitt der Ventilations- kanäle und Ventilationsschlotte	500	e) Durchgangs- und Auslaufhähne (Ventile)	536
b) Detailkonstruktion	501	f) Wasserleitungsmuscheln und Ab- laufrohre	537
5. Künstliche Ventilation	502	D. Filteranlagen	537
6. Ventilations- u. Rauchschlotaufsätze	503	1. Sandfilter	538
7. Luftreinigung und Befeuchtung	503	2. Wormser Sandsteinfiler	540
X. Küchenanlagen.	504	3. Kieselgur-(Berkefeld-)Filter	540
1. Einrichtung der Küchen	504	4. Kunststeinfiler „Delphin“	542
2. Küchenanlagen für Kasernen	504	5. Asbestfilter	544
XI. Künstliche Beleuchtung	505	6. Kastenfilter mit Asbestgewebe	545
1. Allgemeines über das Wesen und die Wirkung der Flamme	505	7. Sterilisierung des Wassers	545
2. Maßeinheit der Lichtstärke und der Lichtwirkung	506	E. Zisternen	546
3. Beleuchtung mit Leuchtgas	506	1. Die Auffangflächen	546
a) Gasleitungen	506	2. Die Zuleitungen	547
b) Beleuchtungskörper u. Armaturen	507	3. Der Vorfilter	547
c) Brenner	508	4. Der Filter	547
d) Glühkörper (Strümpfe, Netze)	510	5. Der Speicherraum (Reservoir)	548
e) Zylinder	511	6. Die Schöpfvorrichtung	549
f) Schirme und Glocken	512	7. Die Nebenbestandteile	549
g) Gasmesser (Gasuhren)	512	8. Ausführung der Zisternenanlagen	550
h) Das Zünden der Gasglühlicht- flamme	513	9. Beispiele von Zisternenanlagen	550
i) Regulierung des Gasdruckes	513	F. Wasserenteisnung und Reinigung	551
XII. Die Wasserversorgung.	516	XIII. Signalapparate und Fernsprecher	552
A. Wasserbeschaffung mittels Schacht- brunnen	517	1. Sprechrohre	552
1. Abteufen und Bekleiden des Brunnen- schachtes	518	2. Pneumatische Haustelegaphen	553
a) Brunnen mit Holzverkleidung	518	XIV. Aufzüge in Gebäuden	554
b) Brunnen mit gemauerten Wänden	520	1. Lage und Einrichtung des Aufzug- schachtes	554
c) Brunnen mit Betonwänden	521	2. Einrichtung des Fahrstuhles oder Korbes	555
d) Bekleidung des Brunnenschachtes bei großem Wasserandrang und bei unhaltbarem Erdreich	521	3. Verschiedene Arten von Aufzügen	556
e) Senkbrunnen	522	a) Aufzüge für den Handbetrieb	556
f) Brunnenbau im Felsboden	523	b) Aufzüge mit hydraulischer Be- triebskraft (Hydraulische Aufzüge)	557
2. Wasserförderungsanlagen	523	c) Aufzüge mit Dampf-, Gas- oder elektrischem Antrieb	558
a) Schöpfwerk mit Schwingbaum	523	XV. Blitzableitungen	559
b) Schöpfwerk mittels Haspel	524	a) Entstehung des Blitzes	559
c) Pumpen	524	b) Wirkung des Blitzstrahles	560
B. Artesische Brunnen	528	c) Durch die Lage und Bauart der Gebäude bedingte Blitzgefahr	560
C. Wasserleitungsanlagen	529	d) Einrichtung und Wirkung der Blitzableiter	561
1. Wasserleitungsanlage von einer Quelle	529	1. Blitzableitung nach System Franklin	561
a) Fassung der Quellen in Gestein- schichten	529	a) Die Auffangstange	561
b) Fassung einer aus dem Erdboden entspringenden Quelle	530	b) „ Leitung	562
c) Sammelgalerien zur Fassung ein- zelner kleinerer Quellen	531	2. Blitzableitung nach System Farady	564
d) Sammelbehälter (Wasserspeicher)	531	a) Die Dachleitung	565
		b) „ Wandleitung	565
		c) „ Erdleitung	565
		3. Untersuchung der Blitzableitungen	565
		4. Prüfung der Kontinuität der Leitung	566

III. Teil.

Instandhaltung, Umgestaltung und Demolierung bestehender Gebäude.

	Seite		Seite
I. Instandhaltung der Gebäude	567	II. Umgestaltung bestehender Gebäude	582
A. Untersuchung der Gebäudeteile und Behebung der Mängel	567	A. Untersuchung der Gebäudeteile	582
1. Mauerwerk	567	B. Berechnung der Kosten für die Umgestaltung	583
2. Holzkonstruktionen	570	C. Vorgang bei baulichen Veränderungen	583
3. Verstärken schadhafter Holzdecken	572	1. Unterfangen der Fundamente	583
4. Verstärken schadhafter Dachstühle	573	2. Ausbrechen von Maueröffnungen	584
5. Dacheindeckung	574	3. Behandlung des die ausgebrochene Öffnung begrenzenden Mauerwerkes	586
6. Treppen	574	4. Einziehen eiserner Deckenträger an Stelle tragender Mauern	587
7. Riegelwände	574	5. Anschluß neuer an alte Mauern	587
8. Heiz- und Kochanlagen	575	6. Aufführung von Mauern über Gewölben	587
9. Türen und Fenster	575	7. Herstellen von Rauchschloten in alten Mauern	587
10. Fußböden	575	8. Verbreitern überwölbter Öffnungen	588
11. Aborte, Senkgruben, Kanäle, Ausgüsse u. dgl.	576	9. Heben von alten Dachstühlen und Holz- oder Riegelbauten	588
12. Feuerungsanlagen	577		
13. Zentrale Heizung, Lüftung, Wasserleitung und Beleuchtung	577	III. Demolierung bestehender Gebäude	589
14. Erhaltung der Fassaden	578	A. Sicherheitsvorkehrungen	589
B. Untersuchung der äußeren Objekte und Terraintteile und Behebung der Mängel	578	1. Einfriedung der Baustelle	589
1. Hausbrunnen	578	2. Schutzgerüste	590
2. Kehricht-, Asche- und Düngerebehälter	579	3. Bölzungen, Abpreisungen u. dgl.	590
3. Höfe, Straßen und Gehwege	579	4. Verhinderung der Staubbildung	591
4. Offene und gedeckte Reitschulen (Fahrschulen)	580	B. Vorgang beim Abbrechen eines Gebäudes	591
5. Einfriedungen	580	1. Abtragen von Dächern	591
C. Sonstige zur Erhaltung gehörige Maßnahmen	581	2. „ der Deckenkonstruktion	592
1. In bezug auf Feuergefahr	581	3. „ „ Mauern	592
2. In bezug auf Ein- und Ausbruch-sicherheit	581	4. Abführen des Mauerschuttes	593
3. In bezug auf Grenzverletzungen	581	C. Verwertung der gewonnenen Materialien	593
4. In bezug auf Bauverbotrayone	581	Anhang	595
D. Erhaltung und Nachschaffung von Einrichtungsstücken	581	Vorschriften zur Verhütung von Unfällen usw.	595
1. Erhaltung und Nachschaffung	581	Alphabetisches Inhaltsverzeichnis	601
2. Benützung der Einrichtungsstücke	582		

Einleitung.

Die Baukunde lehrt uns, Bauwerke zweckmäßig, dauerhaft, schön und entsprechend ökonomisch auszuführen.

Die Verschiedenheit der Bauwerke erfordert eine Teilung der Baukunde in mehrere Spezialfächer, als: Hochbau, Wasserbau, Straßen-, Eisenbahn-, Brückenbau usw.

Im vorliegenden Werke gelangen die für die Baukunde im allgemeinen wichtigsten Baugewerbe und die von diesen zu verarbeitenden Baustoffe, ferner die gebräuchlichen Werkzeuge und Baugeräte, in konstruktiver Beziehung aber speziell der Hochbau zur ausführlichen Besprechung und planlichen Darstellung.

Der **Hochbau** umfaßt die Herstellung aller Bauten für Wohn-, Industrie-, Kultus-, Unterrichts-, Vergnügungszwecke u. dgl. Er besteht der Hauptsache nach in der Schaffung (Umschließung) von Räumen, um diese gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen und für genannte Zwecke weiter auszubauen.

Die Bauwerke des Hochbaues werden allgemein als Gebäude oder Häuser und je nach ihrem Zwecke als Wohn-, Schul-, Spital-, Kasern-, Theatergebäude usw. bezeichnet.

Beim Aufbau eines Gebäudes sind drei Hauptabschnitte zu unterscheiden, und zwar:

1. Der **Grundbau**, welcher in der Herstellung der Basis (Fundierung) des Gebäudes besteht.

2. Der **Aufbau**, worunter man die Ausführung aller umschließenden Mauern, der Decken, Dächer und Treppen versteht.

3. Der **Ausbau**, welcher alle zur Vollendung des Gebäudes notwendigen Arbeiten, als Herstellung der Fußböden, Türen, Fenster, Heiz- und Ventilationsanlagen usw. umfaßt.

Die zur Ausführung von Hochbauten notwendigen Arbeiten sind:

- a) Die **Verfassung des Bauelaborates**, d. h. aller notwendigen Pläne und der Berechnung der Baukosten samt den hiezu nötigen Vorarbeiten.
- b) Die **Baukonsenserteilung**, d. i. die behördliche Prüfung der Pläne und Genehmigung zur Ausführung des Bauwerkes.
- c) Die **Bauausführung**, d. h. alle notwendigen Vorarbeiten zur Einleitung des Baues, Bestellung der nötigen Baustoffe, Gebäudebestandteile usw., sowie die Durchführung der eigentlichen Bauarbeiten.
- d) Die **Kollaudierung**, d. i. die behördliche Besichtigung bezüglich der richtigen Ausführung und der Benützungsfähigkeit des fertigen Objektes.
- e) Die **Abrechnung**, d. i. die genaue Feststellung der Baukosten, verbunden mit einer eventuellen Richtigstellung der Pläne bei vorgekommenen Abänderungen.

Baustoffe.

Jene Produkte des Mineral- oder Pflanzenreiches, welche im rohen unverarbeiteten Zustande zur Ausführung von Bauwerken dienen, werden natürliche Baustoffe, jene, welche vor ihrer Verwendung eine künstliche Umgestaltung erfahren, künstliche Baustoffe genannt. Man hat also zu unterscheiden:

I. Natürliche Baustoffe (Rohstoffe).

II. Künstliche Baustoffe.

I. BAND.

I. Die natürlichen Baustoffe.

A. Das Holz.

1. Bau des Holzes.

Im allgemeinen versteht man unter Holz den Stamm, die Äste und die Wurzeln der Bäume und Gesträuche.

Das Holz besteht aus Zellen, welche je nach der Lage im Stamme und je nach der Jahreszeit mehr oder weniger Flüssigkeit enthalten.

Der Zellstoff (Zellulose) besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; in der Flüssigkeit überwiegt der Wassergehalt, überdies sind Stärke, Harze, Öle usw. enthalten.

Das Wachsen des Holzes geschieht durch Ausstos von Zellen, zu deren Bildung der Baum den Kohlenstoff aus der Luft und Wasser aus dem Boden anzieht, freiverwendenden Sauerstoff aus der Luft abgibt.

Die Zellen bilden zusammen das Zellengewebe, sie lagern in entsprechender Anordnungsweise als Holzfasern nebeneinander und folgen in dieser Lagerung der Hauptachse des Stammes. Auf dieser Lagerung beruht auch die Spaltbarkeit des Holzes in der Längsrichtung.

Der Feuchtigkeits- und Luftgehalt ist im Stamme ungleich verteilt, er nimmt von unten gegen oben und von innen gegen außen zu.

Diese Kriechbewegung hängt mit der Art der Ernährung und des Wachstums zusammen.

Wenn man einen Stamm quer durchschneidet, so sieht man, daß derselbe aus mehreren wesentlich verschiedenen Teilen besteht (Fig. 13, Taf. 1).

In der Mitte sieht man das Mark, welche die Zellen lagern sich die, die die

Baustoffe.

Jene Produkte des Mineral- oder Pflanzenreiches, welche im rohen un-
verarbeiteten Zustande zur Ausführung von Bauwerken dienen, werden natürliche
Baustoffe, jene, welche vor ihrer Verwendung eine künstliche Umgestaltung er-
fahren, künstliche Baustoffe genannt. Man hat also zu unterscheiden:

I. Natürliche Baustoffe (Naturprodukte oder Rohstoffe).

II. Künstliche Baustoffe (Kunstprodukte).

I. Die natürlichen Baustoffe.

A. Das Holz.

1. Bau des Holzes.

Im allgemeinen versteht man unter Holz den Stamm, die Äste und die
Wurzeln der Bäume und Gesträuche.

Das Holz besteht aus Zellen, welche je nach der Lage im Stamme und
je nach der Jahreszeit mehr oder weniger Flüssigkeit enthalten.

Der Zellstoff (Zellulose) besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff;
in der Flüssigkeit überwiegt der Wassergehalt, überdies sind Stärke, Harze, Öle usw.
enthalten.

Das Wachsen des Holzes geschieht durch Ansetzen von Zellen, zu deren Bildung
der Baum den Kohlenstoff aus der Luft und Wasser aus dem Boden anzieht, frei-
werdenden Sauerstoff dagegen an die Luft abgibt.

Die Zellen bilden zusammen das Zellengewebe, sie lagern in ent-
sprechender Aneinanderreihung als Holzfasern nebeneinander und folgen in
dieser Lagerung der Hauptrichtung des Stammes. Auf dieser Lagerung beruht auch
die Spaltbarkeit des Holzes in der Längsrichtung.

Der Feuchtigkeits- und Saftgehalt ist im Stamme ungleich verteilt, er nimmt
von unten gegen oben und von innen gegen außen zu.

Diese Erscheinung hängt mit der Art der Ernährung und des Wachstumes
zusammen.

Wenn man einen Stamm quer durchschneidet, so sieht man, daß derselbe
aus mehreren wesentlich verschiedenen Teilen besteht. (Fig. 12, T. I.)

In der Mitte sieht man das Mark, welches im Laufe der Zeit verschwindet;
um das Mark herum lagern sich die, die eigentliche Holzmasse bildenden

Holzfasern, das Kernholz, welches wieder durch die sogenannten Markstrahlen radial geteilt erscheint.

Die Holzmasse legt sich um das Mark in annähernd konzentrischen Schichten — den Jahresringen — herum. Diese entstehen durch das jährliche Dickenwachstum des Holzkörpers, und zwar in der Weise, daß im Frühjahr die Holzbildung mit zahlreichen größeren Zellen beginnt, im Herbst aber mit lauter sehr engen und dickwandigen Zellen abschließt.

Die Grenze dieses zumeist auffallend sichtbaren Wechsels bedingt den Jahresring. Das Frühjahrsholz ist poröser und weniger dicht als das Herbstholz. Holz mit engen Jahresringen (feinjähriges) ist im allgemeinen fester als grobjähriges, d. h. solches mit breiten Jahresringen.

Der äußere Teil der Holzmasse, der gewöhnlich eine etwas lichtere Färbung hat als das um das Mark sich herumlagernde eigentliche Holz, auch von weicherer Substanz ist und dessen Zellen sehr saftreich sind, heißt Splintholz.

An das Splintholz schließt sich der Bast, eine dünne Schichte, welche sich leicht in lange Fasern zerlegen läßt, und an diesen die den Stamm nach außen abschließende Rinde.

Das erwähnte Dickenwachstum des Baumes erfolgt zwischen Splint und Bast, indem sich dort alljährlich eine neue Lage von Gefäßbündeln ansetzt, welche zunächst zu Splint und später zu eigentlichem Holz werden.

Das Holz zunächst des Markes heißt Kernholz. Es ist am härtesten, enthält die geringste Saftmenge und ist zumeist auch dunkler gefärbt.

Die Markstrahlen sind dichtere Zellengewebe, welche die Holzmasse radial durchziehen und dem Holze in dieser Richtung eine gewisse Festigkeit und größere Spaltbarkeit geben. Manche Holzarten lassen diese Markstrahlen nur wenig erkennen. Am besten sieht man sie beim radialen Spalten, wobei sich glatte Flächen, die sogenannten Spiegel, bilden.

Die Rinde bildet den Schutz der Holzmasse nach außen, ohne aber die für das Wachstum notwendige Verdunstung abzuhalten.

An der Außenseite des Stammes verdickt sich die Rinde allmählich; beim Wachsen des Stammes muß dieselbe teilweise reißen, um das Wachsen möglich zu machen. Diese Risse reichen aber nie bis zum Holze selbst, da sich unten immer wieder neue Rinde bildet.

Das innere Gefüge des Holzes ist nicht gleichmäßig widerstandsfähig gegen die Einwirkung äußerer Kräfte. Im allgemeinen setzt das Holz gegen ein Zerreißen und Zerdrücken in der Längsrichtung den größten, senkrecht auf die Faserichtung den geringsten Widerstand entgegen.

Langholz nennt man das Holz, welches beim Spalten in der Richtung der Fasern sichtbar wird, wogegen der Schnitt senkrecht auf die Fasern Quer-, Hirn- oder Stirnholz zeigt.

Das Alter der Bäume ist sehr verschieden, manche Arten können sogar ein Alter von über 1000 Jahren erreichen. Unsere Bäume sind meistens mit 60 bis 80 Jahren schlagbar, in welchem Alter sie für Bauzwecke am besten geeignet sind.

2. Krankheiten des Holzes.

Die schon am lebenden Baume zahlreich auftretenden Krankheiten, welche das Holz meistens zur Verwendung für Bauzwecke ungeeignet machen, sind nur selten von außen erkennbar.

Die Rotfäule tritt zumeist bei überständigen Bäumen (Eichen, Fichten, Kastanien) auf und wird hervorgerufen durch Wucherung des Rotfäulepilzes, welcher das Holz langsam zerstört, so daß es immer mehr an Härte und Elastizität abnimmt, eine rotbraune Farbe annimmt und schließlich in leicht zerreibliche

Stücke zerfällt. Sie ist erkennbar an dem dumpfen, hohlen Klang, den Schläge hervorrufen, sicherer aber durch Anbohren.

Die Weißfäule tritt zumeist bei jungem Holze (meist Laubhölzern) in der Mitte des Stammes auf und zerstört das Holz sehr schnell; sie kennzeichnet sich durch eine lichtere (weiße) Färbung des Holzes. Das davon ergriffene Holz phosphoresziert in warmen Nächten.

Der Brand kann durch Verletzung der Baumrinde, und der Wurzelbrand durch Lockerung der Wurzel entstehen, wobei das Holz von außen nach innen immer mehr abstirbt.

Der Krebs oder Kropf bildet sich unter dem Ansatz von Ästen. Es sind dies Erweiterungen der Rinde in der Form von Klumpen, worin sehr gerne Käfer nisten. Diese Klumpen bersten auch oft und geben Veranlassung zur Brandbildung sowie zum Faulen.

Bei Nadelhölzern kann diese Krankheit auch durch Ansammlung von Harz eintreten.

Die Ringfäule (speziell bei Eichenholz) besteht darin, daß rings um den Kern mehrere Jahresringe eine Veränderung erfahren; sie werden lichter, verlieren an Festigkeit und saugen begierig Wasser auf. Beim Austrocknen entstehen Risse nahezu konzentrisch zum Kern.

Brüchiges und morsches Holz. Das brüchige Holz entsteht bei Bildung von breiten Jahresringen aus weicher Zellenmasse, beim Trocknen zerspringt ein derartiges Holz und unter dem Hobel springen Stücke heraus. Morsches Holz ist von schwammiger Struktur.

Windklüfte und Frostrisse oder Eisklüfte entstehen durch die Einwirkung von Wind und starken Frösten in der Richtung der Markstrahlen, welche sich gegen die Rinde zu erweitern.

Spiegel-, Wald- oder Strahlrisse sind den Frostrissen ähnlich, reichen aber tiefer in den Stamm, oft sogar bis zum Kern.

Die von Frost- oder Waldrisen befallenen Bäume müssen rasch geschlagen und können noch zu kleinerem Schnittholz (Latten usw.) verwendet werden.

Der Drehwuchs, d. h. spiralförmiger Verlauf der Fasern (meist bei Tannen und Fichten) hat den Nachteil, daß sich das Holz leicht wirft und reißt. Das Holz wird dadurch für Bretter und Bohlen usw. unbrauchbar.

Maserung ist eine Untereinanderwerfung der Zellringe, hat aber den Vorteil, daß hiedurch im Schnitt eine mannigfaltige Zeichnung entsteht; solches Holz eignet sich besonders zu Furnierungen. Die Maserung beeinträchtigt die Tragfähigkeit des Holzes.

Astknotten. Diese entstehen bei Ästen, die in den unteren Regionen sich ansetzen, der Sonne also weniger ausgesetzt sind und somit langsamer wachsen. Der Ansatz bildet dann Löcher oder wenigstens Knoten. Diese sind für die Festigkeit des Holzes nachteilig; an Stellen, wo Äste abbrechen, werden die Astansätze vom Holze umschlossen, sie werden „umwallt“. Fällt der Ast ganz ab, so entstehen Höhlungen, welche Veranlassung zur Zerstörung des Baumes geben.

Wurmfraß an lebenden Bäumen ist stets ein Zeichen der Krankheit des Stammes; man erkennt ihn an der durchlöcherten Rinde.

Borkenkäfer setzen sich zunächst nur in der Rinde und im Bast fest; entrinde man den gefällten Baum rechtzeitig, so ist kein Schaden zu befürchten.

Kern- oder Ringschäle besteht in der Trennung der Jahresringe voneinander; sie ist die Folge strengen Frostes.

Mondringe sind lichtere, begierig wasseraufsaugende Ringe im Kernholz; sie haben nicht die Dichtigkeit gesunden Holzes.

Rindschäle nennt man faulendes Splintholz.

Holzschwamm — siehe Punkt 12 — ist der gefährlichste Feind des Holzes.

3. Sonstige die Güte des Holzes beeinflussende Umstände.

Auf die Güte des Bauholzes haben Einfluß: Das Alter, der Boden, das Klima und der Standort des Baumes, von dem das betreffende Holz stammt, und zwar:

a) **Das Alter:** Bei zu hohem Alter stirbt der Baum ab, er wird überständig, bei jungen Bäumen ist das Holz von geringerer Festigkeit.

b) **Der Boden:** Das auf steinigem, magerem Grunde gewachsene Holz ist fester als jenes, das auf feuchtem Boden gewachsen ist, indem beim ersteren die Jahresringe eng, bei letzterem breit sind.

c) **Das Klima:** Ein und dieselbe Baumgattung liefert in den kälteren oder höheren Regionen festeres, darum dauerhafteres Holz als in den wärmeren Regionen. In kälterer Zone werden die Bäume aber nicht so hoch wie in der warmen Zone.

d) **Der Standort:** Im geschlossenen Revier, im Innern der Wälder, in vor Wind und Frost geschützten Lagen werden die Bäume langschäftig, gerade, während sie im Freien, in ungeschützter Lage, kurzstämmig, verbogen und tiefästig werden. Das Holz der letztgenannten Lage ist aber härter und widerstandsfähiger.

Das Holz von Bäumen, die an Ost- und Südlehnen, respektive Lüsieren von Wäldern oder auf freien, erhöhten, aber nicht Stürmen ausgesetzten Plätzen wachsen, ist das beste.

4. Die wichtigsten Holzarten für Bauzwecke.

In der Bautechnik werden von den Nadelhölzern größtenteils die Fichte, Tanne, Föhre oder Kiefer und Lärche, von den Laubhölzern die Eiche und manchmal auch die Ulme, Buche und Esche verwendet.

Die Nadelhölzer sind im allgemeinen infolge ihres geraden, schlanken und hohen Wuchses im Bauwesen besonders als Bauholz besser verwendbar als die Laubhölzer.

Das Holz der Nadelbäume ist weich, elastisch und infolge des Harzgehaltes ziemlich dauerhaft. Sie haben lange, gerade Stämme und nur wenige und schwache Äste.

Die Laubhölzer sind fester und dauerhafter, dagegen sind sie nur kurzstämmig, haben viele und starke Äste, sind schwer spaltbar und in den Fasern oft gedreht, so daß man aus denselben nur selten längere Balken erzeugen kann. Die Laubhölzer finden hauptsächlich in der Möbel- und Kunsttischlerei Verwendung.

a) Nadelhölzer.

Die Fichte oder Rottanne ist wintergrün, hat 2 bis 3 cm lange, hellgrüne, etwas gekrümmte spitze Nadeln, welche ringsum an den Zweigen festsitzen, rote Blüten und hellbraunrote, herabhängende Fruchtzapfen.

Die Rinde ist braunrot, bei jungen Bäumen dünn, bei älteren dicker, rissig und schuppig.

Die Fichte ist mit 100 Jahren ausgewachsen, erreicht aber ein Alter von 300—400 Jahren und gedeiht sowohl im Gebirge als auch in der Ebene.

Sie kommt in äußerst dünner Humusschichte fort, da sie keine Pfahlwurzeln, sondern nur starke, ausgebreitete Tauwurzeln treibt, weshalb sie auch viel unter Windbruch leidet.

Das Holz ist rötlichgelb bis weißlich, ziemlich harzreich, läßt sich leicht spalten, gut hobeln, hat aber viel Astknoten und splittert unter dem Hobel.

Das Fichtenholz ist ein sehr gutes und dauerhaftes Bauholz, besonders dann, wenn es beständig im Trockenem oder unter Wasser bleibt, dagegen wird es bei wechselnder Feuchte oder bei Mangel an Luft rasch verstocken, faulen und vom Hausschwamm angegriffen.

Die Tanne, Weiß-, Silber- oder Edeltanne ist ebenfalls wintergrün wie die Fichte, hat aber flache, weniger spitze, weiche und dunkelgrüne Nadeln, welche kammartig, in zwei gegenüberstehenden Reihen aus den Zweigen wachsen.

Die männlichen Blüten sind rot und die weiblichen braun, die Fruchtzapfen aufrechtstehend.

Die Rinde ist außen aschgrau, innen rotbraun und sehr harzreich, bei jungen Bäumen glatt, bei alten rissig und spröde.

Das Holz ist gelblichweiß, leicht, weich, elastisch, wenig ästig, aber weniger harzreich als das der Fichte; es läßt sich sehr gut spalten.

Wegen des geringen Harzgehaltes ist das Holz für Möbelfertigung und wegen der wenigen Astknoten für Fußböden sehr geeignet.

Als Bauholz soll es nur im Trockenem verwendet werden. Im Freien und sonst bei wechselnder Feuchte verstockt es sehr bald und steht an Dauerhaftigkeit allen übrigen Nadelhölzern nach.

Die Tanne treibt tiefe Pfahlwurzeln, hat daher vom Windbruche weniger zu leiden als die Fichte, wächst gerne im sandigen Boden, ist mit 100 Jahren schlagbar, kann aber auch ein Alter von 500 Jahren erreichen.

Die Kiefer oder Föhre kommt in vielen Abarten vor und gedeiht in unserem Klima vortrefflich. Von größerer Bedeutung für das Baufach ist die Weißföhre und die Schwarzföhre, weniger die Zirbelkiefer. Die Weißföhre, auch Kienföhre genannt, treibt 4—5 cm lange, wintergrüne Nadeln, paarweise aus einer grauen Scheide, ringsum an den Ästen und Blüten, an den Spitzen der jungen Triebe. Die Fruchtzapfen reifen erst in 18 Monaten, so daß zu gleicher Zeit dreierlei Zapfen am Baume hängen, und zwar die einjährigen grün, die eineinhalbjährigen zimtbraun und die zweijährigen grau.

Die Rinde ist zunächst der Wurzel grau, in der Mitte des Stammes braunrot und in Schuppen aufgerissen, am oberen Ende und an den Zweigen gelbbraun und innen grün.

Das Holz ist gelbrötlich, mit deutlichen Jahresringen; es ist härter als Fichtenholz, aber auch weniger elastisch und am harzreichsten von den Nadelhölzern. Der hohe Harzgehalt macht das Holz sehr dauerhaft in wechselnder Feuchte, es wird deshalb für Tischler- und Zimmermannsarbeiten im Freien (Fenster, Türen usw., auch zu Brunnenrohren u. dgl.) verwendet.

Der Baum wächst gerne im steinigen und sandigen Boden, hat tiefgehende, ausgebreitete Pfahlwurzeln, ist daher sturmsicherer als die Fichte, leidet aber mehr vom Schneebruch.

Die Schwarzföhre hat längere (7—8 cm lange) Nadeln, größere Fruchtzapfen und ein festeres Holz als die Weißföhre, ist im übrigen aber derselben gleich zu halten.

Die Föhre gedeiht in jedem Boden, wird bis 300 Jahre alt und leidet am meisten von Insekten.

Die Zirbelkiefer, welche in Südtirol und Oberitalien sehr gedeiht, hat 15 cm lange Nadeln, bis 10 cm lange Fruchtzapfen und rötlichgelb gefärbtes, lebhaft gefasertes, aber sehr ästiges Holz mit intensivem harzigen Geruch. Dieser Geruch schützt das Holz vor Wurmfraß, daher wird es gerne für Möbel und Baulichkeiten verwendet, welche nur vorübergehend benützt werden (Jagdschlösser, Villen usw.).

Die amerikanischen Kiefersorten sind an Dauerhaftigkeit unserem Eichenholze gleich. Hievon sind zwei Sorten von Bedeutung, und zwar: Pitch pine (sprich: pitsch pein), Pechkiefer, ist sehr widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit. Yellow pine (sprich: jellou pein) wird zu Fußböden, Türen, Fenstern u. dgl. verwendet.

Die Lärche hat 2—4 cm lange, lichtgrüne, weiche Nadeln, welche büschelförmig aus warzigen Erhöhungen aus den Zweigen wachsen und im Herbst abfallen; sie ist also sommergrün. Die Blüten treiben in Form von rötlichen Zäpfchen noch vor den Nadeln senkrecht aus den Zweigen und reifen im Oktober zu hellbraunen Fruchzapfen, welche aber erst im nächsten Jahre abfallen.

Die Rinde ist bei jungen Bäumen glatt, bräunlich und gelb gestreift, bei alten dick, braunrot und aufgerissen.

Das Holz ist rotgelb oder braunrot, sehr harzreich, halbhart, also härter und dauerhafter als das der anderen Nadelhölzer, leidet nicht vom Wurmfraße und wird häufig im Wasser und bei wechselnder Nässe an Stelle des wohl sehr dauerhaften, aber kostspieligen Eichenholzes, ferner zu Tischlerarbeiten, als Parkett- und Möbelholz usw. verwendet.

Das Splintholz ist weißlich und weniger fest. Der Baum treibt lange, starke, strahlenförmige Tauwurzeln und tiefe Pfahlwurzeln, gedeiht in der Ebene und im Mittelgebirge, erreicht ein Alter bis zu 500 Jahren und eine Höhe bis zu 50 m.

b) Laubbölzer.

• Die Eiche. Diese kommt in vielen Arten vor, bei uns gedeiht die Stiel- oder Sommereiche und die Stein- oder Wintereiche.

• Die Blätter beider Arten sind unregelmäßig tief gerändert, oben dunkelgrün glänzend, unten lichtgrün und sitzen wechselweise auf den Zweigen. Die Sommereiche hat lange Blattstengel und kurze Fruchtstengel, die Wintereiche dagegen kurze Blattstengel und lange Eichelstengel. Die Eicheln sitzen bei der Wintereiche traubenartig, bei der Sommereiche einzeln auf den Zweigen. Die Rinde junger Bäume ist hellgrün und glatt, sie wird bei älteren gräulich, dann dunkelbraun aufgerissen und über 3 cm dick.

• Das Holz der Wintereiche ist gelbbraun, das der Sommereiche lichter, weniger fest und leichter spaltbar als das der ersteren.

• Eichenholz überhaupt ist sehr hart, schwer und zähe, jedoch wenig elastisch und mittelmäßig spaltbar, läßt sich gut bearbeiten, quillt und schwindet im Feuchten nur wenig, wird aber leicht rissig und wurmstichig. Es ist ein sehr geschätztes Baumaterial für alle Verwendungen; ist unter Wasser eingebaut von unbegrenzter Dauer und nimmt daselbst an Härte immer mehr zu. Das Eichenholz wird zumeist für stark benützte Baukonstruktionsteile, Fußböden, Stiegenstufen, Schwellen, dann stark belastete Säulen u. dgl. benützt; desgleichen auch für Konstruktionshölzer, welche abwechselnd oder dauernd der Nässe ausgesetzt sind, wie Fenster, Außentüren u. dgl.

• Die Rinde der Eiche enthält viel Gerbstoff und wird daher zum Gerben verwendet.

• Der Baum treibt sehr tiefe Pfahlwurzeln und zahlreiche kräftige Seitenwurzeln, erfordert daher einen tiefgründigen Boden und gedeiht am besten im ebenen Ackerboden.

• Die Eiche ist über die Erde weit verbreitet, erreicht ein Alter von 1000 Jahren und eine Höhe von 60 m.

• Die Rotbuche hat oval zugespitzte, wellenförmig gezackte, glänzend grüne Blätter, kastanienähnliche Früchte (Buchnüsse) und eine bräunliche glatte Rinde, welche bei älteren Bäumen eine aschgraue Färbung annimmt.

• Das Holz ist rötlichbraun, in frischgeschlagenem Zustande sehr zähe, wird aber nach dem Austrocknen hart und spröde. Es ist sonst fest, weniger rissig, aber brüchig, läßt sich jedoch schön bearbeiten. In abwechselnder Feuchte fault und verstockt das Holz rasch; auch wird es häufig wurmstichig.

• Für Bauzwecke hat das Holz wenig Bedeutung, höchstens unter Wasser, wo es in frisch geschlagenem Zustande eingebaut, dem Eichenholze fast gleichkommt; es liefert aber ein gutes Material für Wagner- und Drechslerarbeiten, ferner für Parkettfußböden.

• Die Weißbuche hat eiförmige, gegen die Spitze zu herzförmig auslaufende, spitz gezackte, hellgrüne Blätter, ovaleckige Früchte (Steinnüsse) mit weißem Kern und lichtgraue glatte Rinde.

• Der Stamm wächst spannrückig, d. h. er hat die Form eines Bündels ungleich starker Stäbe.

• Das Holz ist weiß, feinfaserig, sehr dicht und zähe, läßt sich schwer bearbeiten und ist nur im Trockenem dauerhaft. Es wird für Wagner- und Drechslerarbeiten und zu Werkzeugstielen verwendet.

• Die Birke liefert zu Wagner- und Tischlerarbeiten, zu Maschinenbestandteilen u. dgl. ein weißes, dichtes, feines, sehr zähes Holz und für Kehrbesen und Flechtarbeiten dünne biegsame Ruten.

• Die Erle, welche den nassen, humusreichen Boden liebt, hat ein weiches, leicht spaltbares, grobes, jedoch festes Holz von roströtlicher Farbe, welches im Trockenem wenig, aber im Wasser sehr dauerhaft ist.

• Erlenholz wird zu Tischler- und Drechslerarbeiten gebraucht; es eignet sich aber auch für Wasserbauten und für Brunnen- und Wasserleitungsröhren.

• Die Esche liefert ein sehr hartes, feinfaseriges, zähes Holz von gelbweißer Farbe, welches sich schwer spalten, aber sonst gut bearbeiten läßt.

• Das Eschenholz ist ein geschätztes Material für Drechsler, Wagner, Faßbinder und auch für Tischler als Furnierholz.

• Das Holz des Ahornbaumes ist hellgelb oder rötlichweiß, nahezu so hart und fest wie das der Esche und wird zu allerlei feineren Holzarbeiten benützt, ferner als Parkettholz und zum Furnieren.

• Die Blätter sind handförmig, tief gezackt, die Blüten weiß und die Früchte rot.

• Ulme oder Ruster. Das Holz derselben ist blaß fleischrot mit braunem Kern und breitem, gelbweißem Splint; es ist grobfaserig, hart, schwer spaltbar und sowohl in der Luft als auch im Wasser dauerhaft.

• Es wird zu Wagner-, Drechsler- und Maschinenarbeiten sowie zu Mühlenrädern und Wasserbauten, ferner als Maserholz zu Tischlerarbeiten verwendet.

• Die Linde liefert ein weißes, durchaus gleich dichtes Holz, welches sich leicht schnitzen läßt und daher vom Bildhauer sehr geschätzt wird.

Das Pappelholz ist weich, leicht, regelmäßig spaltbar, ist nur im Trockenem haltbar und dient als Nutzholz in der Papierfabrikation und für Zündhölzchen.

• Die Akazie liefert ein gelbliches, langfaseriges, zähes, ziemlich hartes und dauerhaftes Holz, welches vom Tischler und Wagner, aber auch zum Maschinenbau verwendet wird.

• Das Nußbaumholz wird wegen seiner schönen Struktur im Langholze (Maserung) größtenteils zu Furnieren verarbeitet und zu Bildhauerarbeiten verwendet. Das Holz älterer Bäume ist hart, zähe und elastisch, schwarzbraun, fein und glänzend; es ist leicht spaltbar und läßt sich gut bearbeiten.

• Das Weidenholz ist dem Pappelholze ähnlich, also weich, leicht und im Baufache wenig verwendbar. Die Äste (Weidenruten) dienen für Flechtwerkarbeiten.

5. Physikalische Eigenschaften des Holzes.

Die Farbe des Holzes ist im allgemeinen vorherrschend gelbweiß, bräunlich oder rötlich; orientalische Hölzer haben selbst eine tiefrote bis schwarze Farbe.

Die Farbe ist nie im ganzen Stamme eine gleiche, gewöhnlich ist der Kern dunkler gefärbt; nur bei der Linde findet man eine völlige Gleichheit. Das Holz älterer Bäume ist auch gewöhnlich dunkler gefärbt als das junger Bäume.

Ein untrügliches Zeichen eines gesunden Holzes ist eine frische lebhaftere Farbe. Ein bereits im Verstocken begriffenes Holz erhält einen bläulichen Schimmer. Stirnholz ist immer dunkler als Langholz.

Das spezifische Gewicht ist sehr verschieden und läßt sich im allgemeinen mit 0.5 bis 0.66 im trockenen Zustande angeben.

Die Härte des Holzes hängt mit dem spezifischen Gewicht zusammen, indem nämlich das spezifisch schwerste Holz auch das härteste ist. Im allgemeinen ist das Kernholz härter als das Splintholz und das Holz alter Stämme härter als das junger Stämme.

Nach dem Härtegrad unterscheidet man harte, halbharte und weiche Hölzer. — Harte Hölzer sind: Eiche, Esche, Buche und Ulme. Halbharte: Ahorn, Birke, Erle, Lärche und Kiefer. Weiche: Fichte, Tanne, Linde, Weide, Pappel.

6. Fällen und Zurichten des Holzes.

Gutes Bauholz kann nur von einem gesunden Baume gewonnen werden.

Ein gesunder Baum kennzeichnet sich äußerlich durch einen schlanken, geraden Wuchs, fleckenlose, reine Rinde ohne Risse, lebhaft grünen, buschigen Wipfel, spät abfallendes Laub und hellen Klang beim Anschlagen an den Stamm. Dagegen kann man auf die Unbrauchbarkeit des Baumes für Bauholz schließen, wenn die Baumkrone, namentlich der Wipfel abgestorben und dürr ist, wenn die Rinde Spalten oder Risse zeigt oder mit Schwämmen, Moos oder Flechten überwuchert ist und der Stamm beim Anschlagen dumpfen Klang gibt.

Fällzeit des Baumes. Vom ökonomischen Standpunkte aus bezeichnet man einen Baum als schlagbar, sobald derselbe anfängt, langsamer zu wachsen. Da aber verschiedene Umstände auf die Schlagbarkeit der Bäume Einfluß haben, so muß die Beurteilung derselben dem Forstmann überlassen werden.

Als richtige Fällzeit werden allgemein die Wintermonate angenommen, weil zu dieser Zeit die Bäume am wenigsten Saftgehalt haben. Nebenbei ist der Transport der geschlagenen Bäume im Winter leichter und billiger als im Sommer.

Nur Hölzer, welche unter Wasser verwendet werden, sollen im Sommer gefällt werden, wenn der Baum am saftreichsten ist.

Um einen Baum möglichst rasch zu entsaften, kann man denselben einige Monate vor dem Schlagen ringeln, d. h. den Baumstamm ringsum zirka 30 cm über dem Boden mit einer durch das Splintholz reichenden Kerbe versehen, um durch die getrennten Holzfasern den im Splintholze vorhandenen Saft abfließen zu lassen.

Auch durch vollständiges Abrinden des Stammes, einige Zeit vor dem Schlagen, kann dieser Zweck teilweise erreicht werden.

Fällendes Baumes. Der Baum soll so tief als möglich gefällt werden, damit von dem wertvollen Stamme nicht viel verloren gehe.

Die Fallrichtung muß so gewählt werden, daß der fallende Stamm, aber auch die benachbarten Bäume keinen Schaden erleiden können, also z. B. im Gebirge gegen die Bergseite.

Schwächere Baumstämme werden durch **Abkerben**, Fig. 1, T. I, gefällt, indem man mit der Waldhacke auf derjenigen Seite, wohin der Baum fallen soll, eine Kerbe bis über die Mitte des Stammes und dann unmittelbar über dieser auf der entgegengesetzten Seite eine zweite Kerbe schlägt, bis der Baum bei einiger Nachhilfe nach der gewählten Richtung fällt. Will man aber die beabsichtigte Fallrichtung ganz sicher einhalten, so bindet man in der Baumkrone ein Seil an und zieht damit den Baum nach bewirkten Einkerbungen in der gewünschten Richtung.

Stärkere Baumstämme werden mit der Zugsäge durch **Abtrennen**, Fig. 2, T. I, gefällt, indem man die erste Kerbe entweder wie früher einhackt oder mit der Säge einen Schnitt bis gegen die Mitte des Stammes führt, sodann wird an der entgegengesetzten Seite ein zweiter Schnitt gemacht und werden in denselben eiserne Keile so lange eingetrieben, bis der Baum fällt.

Müssen auch die Wurzeln aus dem Boden entfernt werden, so geschieht dies am besten durch **Ausroden**, indem die Wurzeln durch Aufgraben bloßgelegt und abgehackt und der Baum mittels Ziehen an angebundenen Seilen zum Fallen gebracht wird.

Bei starkem Winde oder starkem Froste soll man das Fällen unterbrechen, weil der Wind die Arbeit erschwert und starker Frost das Holz spröde macht.

Laubholzstämme sollen nach dem Fällen sofort entrindet werden, damit das Holz rascher austrocknen kann; die Nadelhölzer sollen erst einige Zeit nach dem Fällen entrindet werden, damit das Harz, das zur Konservierung des Holzes viel beiträgt, nicht so leicht ausschwitzen kann; dies wird aber selten befolgt.

Der Wipfel des Baumes wird zu einer Dicke von zirka 10 bis 15 cm abgesägt, so daß der Stamm einen abgestumpften Kegel bildet, dessen unteres, dickeres Ende das **Stammende** und dessen oberes, dünneres Ende das **Zopfende** genannt wird.

7. Sortieren, Schlichten und Abtransportieren des geschlagenen Holzes.

Die abgeästeten und eventuell entrindeten Stämme werden je nach ihrer Eignung sortiert und zu Langholz (länger als 6 m), Blockholz (4—6 m lang), Brennholz, junge Bäume zu Stangen oder Pfählen hergerichtet.

Starke Stämme werden meistens in 4—6 m lange Blöcke zersägt und an den Rändern abgefast (Blockholz), bei dünneren Stämmen werden nur die Wipfel abgeschnitten und die Stämme zu Langholz oder Stangen hergerichtet.

Die so zugerichteten Hölzer — im allgemeinen **Rundholz** genannt — werden bis zur Zeit der Abtransportierung behufs besseren Austrocknens und Verhinderung von Fäulnis auf Unterlagen (Holzklötzen) aufgeschichtet.

Die schadhafte Hölzer und die Äste werden zu Brennholz geschnitten, eventuell gespalten und ebenfalls aufgeschichtet.

Der Transport der Hölzer vom Gebirge geschieht durch Hinabschleifen in sogenannten **Riesen**, in ebenem Terrain durch Verführen auf Wagen oder Schleifen auf dem Schnee, auf Gewässern durch das **Flößen**.

8. Zuarbeitung der Hölzer zu Bauholz.

Auf den Holzplätzen oder Sägewerken wird die weitere Bearbeitung der Rundhölzer durch Behauen, Zersägen oder Spalten vorgenommen, wodurch man a) behauenes Holz, b) Schnitt- und c) Spaltholz erhält.

Je früher das Blockholz in kleinere Holzsorten geschnitten wird, umso leichter kann es austrocknen, ohne durch Reißen oder Schwinden besonderen Schaden zu erleiden.

a) Beim Behauen der Rundhölzer wird vom Stamme oft nur so viel abgehackt, daß der Balken keine scharfen, sondern nur abgerundete Kanten erhält (waldkantig behauenes Holz), Fig. 4, T. I.

Vollkantig behauen nennt man jene Hölzer, welche durchaus scharfe Kanten haben, Fig. 5, 6 und 7, T. I.

Um aus einem Stamm eine möglichst große Querschnittsfläche für den Balken zu erhalten, wird man selbe der Mitte des Rundholzes anpassen, aus welchem er geschlagen oder gehauen werden soll (Fig. 8, T. I); von der Mitte gegen das Stammende wird dann der Balken vollkantig und gegen das Zopfende zu etwas waldkantig sein, wodurch die Tragfähigkeit desselben nicht beeinflußt, aber eine bedeutende Holzersparung erzielt wird. Der Vorgang beim Behauen der Balken wird bei den Zimmermannsarbeiten erklärt.

b) Vom Schnittholz hat man zu unterscheiden:

Kantholz oder Balken mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt. Das Aufreißen dieser Querschnitte ist in Fig. 5, 6 und 7, T. I, dargestellt, und der Vorgang hiebei aus den Figuren zu entnehmen. Beim rechteckigen Balken wird zumeist der Querschnitt, Fig. 6, T. I, angewendet, bei welchem sich die Seiten wie 3 : 4 zueinander verhalten; der in Fig. 7, T. I, dargestellte Querschnitt mit den Seitengrößen 5 : 7 ist annähernd der tragfähigste.

Je nachdem ein oder mehrere Balken aus einem Stück Rundholz geschnitten werden, unterscheidet man Ganzholz, wenn nur ein, Halbholz, wenn zwei und Viertel- oder Kreuzholz, wenn vier Balken aus einem Stamm geschnitten werden, Fig. 9—11, T. I.

Tischlerbretter von 1—1·5 cm Dicke, Fig. 18 a, T. I (auch Instrumentenladen genannt).

Bretter oder Laden von 2·0—4·5 cm Dicke, Fig. 18 b, T. I.

Pfosten und Bohlen mit 5—7·5, bzw. bis 10 cm Dicke, Fig. 18 c und d, T. I.

Die Bretter werden in den Sägewerken aus den stärksten und aus möglichst astfreien Sägeblöcken geschnitten.

Gesäumte Bretter, Fig. 13 b, T. I, sind jene, deren Querschnitt rechteckig, also auf allen vier Seiten beschnitten ist, ungesäumte Bretter, Fig. 13 a, T. I, sind im Querschnitte nur auf zwei Seiten beschnitten, an den schmalen Seiten aber baumrindig, also unbeschnitten.

Bretter, Pfosten oder Bohlen werden meistens 4—6 m lang und 15—35 cm breit geschnitten und nach Quadratmetern oder Kubikmetern verkauft.

Latten haben gewöhnlich eine Querschnittsdimension von 2·5/6—4/7 cm, Fig. 18 f, T. I, und werden nach Metern oder Kubikmetern geliefert.

Staffelhölzer sind Balken von kleinerem Querschnitt, etwa 8/8—8/10—10/10 cm, Fig. 18 e, T. I, und werden ebenfalls nach Metern oder Kubikmetern veräußert.

Polsterhölzer haben zumeist 5/8 cm, auch 8/10 cm, Fig. 18 g, T. I.

Schwarten nennt man die segmentförmigen Sägeabschnitte, Fig. 13 a, T. I.

c) Spaltholz. Manchmal wird das Rundholz auch durch Spalten in andere Formen gebracht, wie z. B. bei der Schindelerzeugung. Dabei werden die Holzfasern in ihrer Längenrichtung nicht getrennt, wie dies beim Zersägen und auch beim Behauen der Fall ist. Das Holz bleibt tragfähiger und dauerhafter. Doch ist diese Art der Teilung nur bei kurzen und astfreien Holzklötzen möglich.

Schindeln (Dachschindeln) sind kleinere Brettchen von 40—60 cm Länge, 1·2—1·5 cm Dicke und 8—12 cm Breite, deren eine Langseite zugeschärft und deren andere Langseite mit einer korrespondierenden Nut versehen ist.

9. Das Arbeiten des Holzes.

Das frisch geschlagene, saftreiche Holz, das bis zu 60% Wasser enthält, muß zuerst austrocknen, bevor es eingebaut, d. h. im Bau verwendet wird.

Lufttrocken ist jenes Holz, welches in der atmosphärischen Luft soweit getrocknet ist, daß ein Entweichen der Säfte nicht mehr stattfindet; es wird aber immer noch 15—20% Wasser enthalten. Selbst auf künstlichem Wege kann dem Holze niemals der ganze Saftgehalt entzogen werden.

Durch das Entweichen des Saftgehaltes verliert das Holz an Gewicht und Volumen — es **schwindet**. Die entgegengesetzte Veränderung des trockenen Holzes, hervorgerufen durch Aufnahme von Feuchtigkeit, wodurch sich die Poren ausdehnen und das Volumen vergrößert wird, nennt man das **Quellen** und beides zusammen das **Arbeiten** des Holzes.

Das Arbeiten des Holzes wird aber niemals ganz gleichmäßig erfolgen, nachdem das Holz in seiner Zusammensetzung eine ungleichmäßige Dichte und Härte aufweist. Das weichere Splintholz enthält mehr Saft als das Kernholz, es wird sich daher beim Trocknen auch mehr zusammenziehen als das Kernholz, wodurch radiale Risse im Stamme entstehen, welche sich gegen den Umfang des Stammes erweitern. Das Holz bekommt also Risse oder Sprünge, Fig. 14 *a* und *e*, T. I.

Halbholz, Bretter oder Pfosten werden langsam ihre ebenen Seiten verlieren, sie werden an der Kehrseite überhöht, an der Splintseite dagegen hohlrund gebogen erscheinen, Fig. 14 *b* und *d*, T. I. Man nennt dies das **Werfen** des Holzes.

Spiralförmig gewachsene Hölzer werden sich außerdem **drehen**.

Das Viertelholz oder Kreuzholz wird am wenigsten Risse aufweisen, weil es in der Richtung der radialen Risse aus dem Stamme geschnitten wurde, Fig. 14 *c*, T. I.

Nach der Längenrichtung der Holzfaser schwindet das Holz am wenigsten, weswegen man bei Zimmermannsarbeiten stets Langholz auf Langholz stoßen soll.

Da das Arbeiten des Holzes für den Bestand von Baukonstruktionen von Nachteil ist, muß man trachten, das Arbeiten möglichst zu verhindern, bezw. unschädlich zu machen; dies kann durch verschiedene, im folgenden angegebene Mittel zum großen Teile, jedoch nie gänzlich erreicht werden.

10. Austrocknen und Auslaugen des Holzes.

Beide sind einfache und oft angewendete Mittel, um das Arbeiten des Holzes zu verringern.

Natürliches Austrocknen. Das geschlagene und entrindete Holz soll möglichst bald geschnitten, und das Schnittholz unter Flugdächern auf Unterlagen derart aufgeschlichtet werden, daß die Luft alle Holzflächen umspielen kann, Fig. 15, T. I. Starker Luftzug und große Sonnenhitze soll aber vermieden werden, weil dadurch das Austrocknen insbesondere der Oberfläche zu rasch vor sich gehen und dadurch das Holz stark reißen würde; der aufgeschlichtete Holzstoß, Fig. 15, soll auch oben mit Steinen beschwert werden, damit dadurch das Werfen der Bretter verhindert werde.

Schwache Schnitthölzer können nach einjährigem Lagern als lufttrocken bezeichnet werden, starke Hölzer brauchen aber zum vollständigen Austrocknen 2 bis 4 Jahre, Eichenstämmen selbst 5 bis 7 Jahre.

Das **künstliche Austrocknen** des Holzes besteht darin, daß man dasselbe in Trockenkammern aufschlichtet und heiße Luft von allmählich steigender Temperatur (bis 60° C) durchstreichen läßt, wobei für den Abzug der feuchten Luft durch Anlage von Kanälen Sorge getragen werden muß.

Das Auslaugen und Dämpfen des Holzes bezweckt, die im Holzsaft enthaltenen schädlichen Stoffe aufzulösen und ausfließen zu lassen.

Bei kleineren Hölzern kann dies durch Auskochen, bei größeren Hölzern vorteilhafter mit Dampf bewirkt werden, welcher unter hohem Drucke in das Hirnholz geleitet wird. Der Dampf löst den Holzsaft vollständig auf und bringt ihn mit dem Kondensationswasser zum Abfließen.

Das ausgelaugte oder gedämpfte Holz ist im allgemeinen leichter und widerstandsfähiger als das lufttrockene, es läßt sich — aus dem Dampfkasten kommend — leicht biegen und behält dann auch die gekrümmten Formen bei, welche Eigenschaft bei der Möbelfabrikation von großem Werte ist.

Große Hölzer können auch im fließenden Wasser ausgelaugt werden, indem man sie mit dem Stammende stromaufwärts gerichtet verankert und so durch einige Monate dem Durchfließen des Wassers aussetzt. Dieser Umstand spricht dafür, daß das Holz beim Flößen (Transport im Wasser) gleichzeitig auch ausgelaugt, also konserviert wird.

Selbstverständlich muß das ausgelaugte Holz an der Luft wieder vollkommen austrocknen, bevor es eingebaut wird.

11. Konservieren des Holzes.

Die Konservierung des Holzes bezweckt den Schutz desselben gegen die verschiedenartigen Zerstörungen, denen das Holz unterliegt.

Der Grund der Zerstörung des Holzes liegt hauptsächlich in der chemischen Zusammensetzung des Holzsaftes, welcher aus dem Holze niemals ganz entfernt werden kann. Die stickstoffhaltigen Verbindungen gehen mehr oder weniger schnell in Gärung über und zerstören die Holzfasern. Beim grünen, frischgeschlagenen, unentrindeten Holze, welches längere Zeit der Wärme ausgesetzt ist, wird der Holzsaft bald in diese Zerstörung übergehen, das Holz wird, wie man zu sagen pflegt, **ersticken**.

Beim Fortschreiten der Zersetzung entsteht die **trockene Fäulnis**, auch **Vermoderung** oder **Verstockung** genannt. Diese tritt im allgemeinen überall dort auf, wo das Holz wegen geringen Luftwechsels nicht austrocknen kann. (Dielen der Fußböden etc.)

Bei der trockenen Fäulnis wird das Holz allmählich lichter und leichter, verliert den festen Zusammenhang und läßt sich schließlich leicht zerreiben.

Die **nasse Fäulnis** tritt bei solchen Hölzern auf, welche der Nässe ausgesetzt sind, z. B. Konstruktionshölzer, welche mit feuchter Erde oder nassen Mauern in Berührung kommen; das Holz nimmt eine rötlichbraune Farbe an und wird **mürbe**.

Das sicherste Mittel gegen diese Übelstände besteht darin, daß man das Holz so einbaut, daß es überall dem Luftwechsel ausgesetzt ist und mit feuchten Körpern nicht in Berührung kommt. Auf diese Art kann das Holz sehr lange erhalten bleiben, wie die vielen alten Dachstühle bei Kirchen u. dgl. beweisen.

Bei abwechselnder Nässe und Trockenheit geht das Holz sehr rasch zugrunde, auch wenn es gut ausgetrocknet und keimfrei eingebaut wurde. Am längsten widersteht diesen ungünstigen Verhältnissen das Eichenholz, welches 50—60 Jahre erhalten bleiben kann. Lärchen- und Kieferholz wird schon in 20—30 Jahren, Fichtenholz in 5—10 Jahren und Tannenholz noch früher zugrunde gehen.

Bei Verwendung unter Wasser sind manche Holzgattungen von unbegrenzter Dauer, da sie an Härte immer mehr zunehmen, z. B. das Holz der Eiche, Rotbuche, Ulme, während das Holz der Esche, Birke, Weide und Pappel im Wasser von ganz kurzer Dauer ist.

Rissiges Holz wird der Zerstörung im allgemeinen früher unterliegen, weil durch die Risse die Feuchtigkeit und die Pilzkeime viel eher in das Innere des Holzes eindringen können.

In Erde eingebautes Holz kann man durch Anbrennen oder Anstreichen mit Teer, Karbolium oder Kreosot vor zu frühem Faulen schützen. Anstriche, welche nur eine schützende Haut bilden, wirken aber sonst eher schädlich als nützlich, weil dadurch die Poren des Holzes verklebt werden, so daß der Saft nicht entweichen kann und das Holz verstocken muß. Besonders schädlich wirkt der Anstrich auf Hirnholz, z. B. auf eingemauerten Tranköpfen.

Anstriche erfüllen nur dann den Zweck des Schutzes, wenn sie auf trockenes Holz aufgetragen werden. Nasses Holz verstockt leicht unter einem Anstrich.

Auch durch *Imprägnieren* kann die Dauer des Holzes, und zwar am besten verlängert werden. Es besteht darin, daß gewisse Metallsalze (Quecksilberchlorid-Sublimat, Zinkchlorid, Kupfer- oder Eisenvitriol) in die Poren des Holzes getrieben werden, die dort mit den Bestandteilen des Holzsaftes eine unlösliche Verbindung eingehen und dadurch die Gärung verhindern, ohne dem Holze sonst irgendwie zu schaden.

Imprägnierte Hölzer sind aber auch gegen das Schwinden und Quellen gesichert.

Es gibt mehrere Methoden zum Imprägnieren der Hölzer, welche alle mehr oder weniger darauf beruhen, daß die Salzlösung unter hohem Drucke in die Poren der Holzfläche gepreßt wird, so daß diese den ganzen Stamm in der Faserrichtung durchdringt und am anderen Stammende zum Ausflusse gelangt.

Die Fig. 16, T. I, zeigt die Methode *Boucherie* beim Imprägnieren von zwei Eisenbahnschwellen. In der Mitte eines Balkens von doppelter Länge einer Schwelle wird auf $\frac{9}{10}$ des Stammdurchmessers ein Sägeschnitt gemacht; das Holz wird dann nach Fig. 16 *a* so gelagert, daß der Sägeschnitt oben klappt. Sodann wird nach Fig. 16 *b* und 16 *c* ein aufgedrehter Strick am Umfange des Schnittes eingelegt, die beiden unterlegten Keile, Fig. 16 *a* dann entfernt, worauf der Stamm in der Mitte sich senkt und der eingelegte Strick im Sägeschnitt so eingeklemmt wird, daß derselbe den inneren Hohlraum wasserdicht abschließt. Durch ein in den Hohlraum eingeführtes Rohr *R* wird sodann von einem hochgelegenen Behälter Kupfervitriol eingelassen, bis dasselbe alle Poren durchdrungen hat und an den beiden Stammenden zum Abflusse gelangt. Das Imprägnieren mit Kupfervitriol hat sich nicht sehr bewährt, namentlich nicht bei Eichenholz.

Die Fig. 17, T. I, zeigt die Methode *Pfister*, welche nach demselben Principe durchgeführt wird, wie bei *Boucherie*, nur wird die Imprägnierungsflüssigkeit mehr am Stammende eingelassen und das zunächst liegende Hirnholz mit einem Verschlußstück *v* wasserdicht abgeschlossen. Durch das Röhren *R* wird mit einem entsprechenden Druck eine 2%ige Chlorzinklösung so lange eingepumpt, bis die Flüssigkeit alle Poren durchzogen hat.

Diese Methode eignet sich besser für lange Hölzer, die nicht eingeschnitten werden dürfen.

Nach *Kyan* (sprich: *Keien*) wird das Holz in einen geschlossenen Holzkasten gelegt, in welchen von einem höher stehenden Gefäße eine 1—2%ige Sublimatlösung eingelassen wird, so daß diese Lösung mit einem Drucke in die Poren des Holzes eingeleitet wird.

Die Hölzer bleiben 7—14 Tage dem Drucke der Sublimatlösung ausgesetzt. Diese Imprägnierung ist sehr verläßlich, darf aber, da Sublimat giftig ist, nur bei Hölzern, die im Freien Verwendung finden, durchgeführt werden.

Burnet (sprich: *Börnet*) bringt das Holz in einen großen Kessel, läßt es zuerst von Wasserdampf auslaugen und preßt sodann Zinkchlorid mit 8 Atm. in den Kessel ein. Zinkchlorid ist billig und ein sehr gutes Imprägnierungsmittel.

12. Der Hausschwamm.

a) Vorkommen und Beschreibung des Hausschwammes.

Der Hausschwamm findet sich am meisten in feuchten, finsternen und wenig luftigen Orten vor. Er greift namentlich die Nadelhölzer, seltener die Laubhölzer — von diesen zumeist das Rotbuchenholz — an, verbreitet sich rasch über das ganze Holzwerk, dringt auch durch die Mauern, wenn sich hinter denselben Holz befindet, welches ihm als Nahrung dient und bringt alles, auch trockenes Holzwerk in kurzer Zeit zum Verfall.

Der Hausschwamm tritt meistens bei Neu- oder Umbauten nach zwei- bis sechsjähriger Bestanddauer auf, besonders dann, wenn zu rasch gebaut wurde und die in jedem Neubaue enthaltene große Menge Feuchtigkeit nicht entweichen kann.

Bei dem völlig ausgewachsenen Pilz unterscheidet man zwei Hauptteile: 1. das Pilzgewebe, 2. die Fruchträger.

Das Pilzgewebe (Mycelium) wuchert zuerst in Gestalt von äußerst dünnen, nicht wahrnehmbaren Geweben im Innern des Holzes und zeigt sich erst später in Gestalt kleiner, weißer Fasern an der Oberfläche, auf welcher sich selbe allmählich zu größeren, weißen, wolligen, der feinsten Watte ähnlichen Flecken vereinigen, die auch manchmal durch ein feines Häutchen ersetzt sind. Die selten am Pilzgewebe, häufiger am Fruchträger sich bildenden tränenartigen, wässerigen Ausscheidungen haben die gebräuchliche Bezeichnung *Merulius lacrimans*, d. h. Tränenschwamm veranlaßt.

Über der watteartigen Masse, sowie unter dem Häutchen zeigen sich fächerartig verzweigte Gespinste und Fäden des Mycels; manche erscheinen als feinste mikroskopische Fäden, andere zeigen sich in Gestalt einer dichten, zusammenhängenden Haut oder verschieden dicker, mehrere Meter langer Strähne, welche die Füllmassen unter den Fußböden und Mauern eines Gebäudes durchwuchern.

Wo die Bedingungen zur Entwicklung des Hausschwammes zum Teile fehlen, ist der watteartige Charakter weniger ausgebildet, die weißen Fasern bleiben in ihrem Wachstum zurück und nehmen eine gelbliche, rauchgraue, zuweilen braune oder schwarze Farbe an.

Die letzteren Farben machen sich besonders dann geltend, wenn der Schwamm sich über Steine, Ziegel oder Lehm ausbreitet oder wenn das unterliegende Holz bereits verfault ist.

Im allgemeinen ist der junge Schwamm hell, alter dunkel und abgestorbener schwarz.

In eng begrenzten Räumen, zwischen Bretterlagen, in Bretterfugen, zwischen Mauern und deren Holzverkleidung wächst der Hausschwamm zu einer dichten, aus vielen Schichten bestehenden, hautartigen Masse zusammen, auf welcher die fächerartigen Gewebe leicht zu unterscheiden sind. Die Ränder dieser Masse sind entweder fächerförmig oder es setzen sich an sie zumeist feine, Feuchtigkeit ausscheidende Fäden an, welche das Weiterwachsen bewirken.

Die Oberfläche der hautartigen Masse ist grau und seidenartig glänzend, während sich an den unteren Flächen und den Zwischenschichten die verschiedenen Färbungen (grauviolett, gelb und rosa usw.) zeigen.

Junge Vegetationen des Hausschwammes haben einen Geruch, ähnlich den Speisepilzen, während ältere Gebilde einen muffigen, gesundheitsschädlichen Geruch absondern.

Die Fruchträger bilden sich in halbdunklen Orten, wo der Hausschwamm in starker Entwicklung begriffen ist, in reichlicher Menge, ohne daß hierbei besondere Formen entstehen. Der größte Teil des sonst so flaumigen, watteartigen Pilzes bedeckt sich hierbei mit einer schwammigen Masse, welche mit dem

Alter an Härte zunimmt und sich dabei stetig dunkler braun färbt. An der Oberfläche dieser schwammigen Masse von Fruchttägern entwickeln sich die eigentlichen Keimkörperchen — die Sporen.

An hellen Orten nehmen die Fruchttäger bei hinreichendem Raume bestimmtere, regelmäßige und beständigere Fladenformen an, und zeigen runde, ovale Ausbauchungen bis 1·0 *m* Durchmesser und 3—9 *cm* Dicke in der Mitte.

Sobald die Sporen zur Reife gelangt sind, schrumpft ihre Dicke zusammen, während die übrige Schwammmasse eintrocknet und verfault.

Bei weiterer Entwicklung der Fruchttäger nehmen die warzenartigen Ausbauchungen eine poröse, schwammige Form und eine hellbraune Farbe an. In dieser Masse entwickeln sich die Sporenbehälter in Gestalt kleiner Röhrcn und Kanäle, die sich mit einem braunen Pulver — den Sporen — bedecken. Diese Sporen fallen entweder von selbst aus oder sie werden beim Zerplatzen der Frucht mit ziemlicher Kraft fortgeschleudert.

Versuche haben ergeben, daß der Hausschwamm bei einer Temperatur von + 15 bis 25° C am besten gedeiht, unter 0° und über 32° C hört das Wachstum desselben ganz auf. Noch niedrigere Temperatur tötet den Hausschwamm.

b) Verbreitung des Hausschwammes.

Das frisch gefällte Holz ist in der Regel frei von Hausschwamm (keimfrei), denn derselbe wurde nur in seltenen Ausnahmefällen auf lebenden Bäumen gefunden. Auf abgestorbenen Bäumen und Baumwurzeln findet sich häufig der Hausschwamm, daher kann das im Sommer im Walde lagernde Holz leicht davon befallen werden, während im Winter eine solche Infizierung nicht stattfindet.

Sehr häufig wird das Holz erst auf den Lagerplätzen durch Zusammenlagerung mit bereits infiziertem Holze (Mycelinfection) oder durch Sporen, die durch den Wind oder durch Verschleppung auf das Holz gelangen, infiziert. Die Keimung durch Sporen erfolgt glücklicherweise nur in seltenen Fällen im Verhältnisse zu den Milliarden von Samenstäubchen, welche vom Wind oder durch Verschleppung auf die Holzlagerplätze oder in die Gebäude gelangen.

Die in einem Neu- oder Umbau vorhandene Feuchtigkeit bringt das im Holze eventuell vorhandene Mycel zur Entwicklung und etwa vorhandene Sporen zur Auskeimung und in weiterer Folge zur Mycelbildung.

In einem alten trockenen Gebäude ist infolge der Trockenheit die Gefahr zur Entwicklung des Mycels und zur Keimung der Sporen eine sehr geringe, daher tritt der Hausschwamm zumeist nur in Neu- oder Umbauten auf, wo er zuerst die eingemauerten Tranköpfe und die im Schutt gebetteten Polsterhölzer angreift. In bestehenden Objekten erfolgt eine Infektion gewöhnlich nur durch Holz, welches mit lebendem Mycel behaftet ist und in feuchten Räumen (Keller usw.) nachträglich eingebaut wurde.

Versuche haben ergeben, daß Splint- und Kernholz in gleicher Weise, ganz nasses Holz aber gar nicht vom Hausschwamm angegriffen wurde; am besten gedeiht der Hausschwamm auf mäßig feuchtem Holze.

c) Einfluß des Hausschwammes auf das Holz.

Die Zerstörung des Holzes durch den Hausschwamm besteht hauptsächlich darin, daß er demselben die zu seiner Entwicklung notwendigen mineralischen Bestandteile entnimmt, dadurch dessen Struktur lockert und so die Zerstörung einleitet. Das Holz zerfällt in würfelförmige, leicht zerreibliche, gelblichbraune Stücke und sieht wie halb verkohlt aus.

Das vom Hausschwamm befallene Holz nimmt nicht nur viel Wasser an, sondern leitet dasselbe auch bedeutende Strecken weiter, wodurch sich die große Feuchtigkeit jener Räume erklärt, in welchen der Hausschwamm vorkommt.

d) Bekämpfung des Hausschwammes durch vorbeugende Mittel.

Um das Auftreten des Hausschwammes zu verhüten, darf nur vollkommen lufttrockenes, keimfreies Holz zur Verwendung gelangen. Dieses ist so einzubauen, daß es an allen Seiten, besonders an den Hirnholzenden von frischer Luft umgeben ist und mit keiner Nässe in Berührung kommt.

Wo es angeht, soll das Holz nur in ausgetrocknetes Mauerwerk eingebaut werden. Wünschenswert wäre auch der Zutritt von Luft und Licht zum eingebauten Holze.

Die auf den Zwischendecken aufgebrauchte Beschüttung muß unbedingt trocken und frei von allen Pilzkeimen und vegetabilischen Bestandteilen sein.

Da der Pilzkeim schon auf den Lagerplätzen die Hölzer befallen kann, so muß man in der Wahl der Bezugsquellen sehr vorsichtig sein.

e) Bekämpfung des Hausschwammes durch antiseptische Stoffe.

Diese Art Bekämpfung tritt zumeist bei bestehenden, bereits vom Hausschwamme befallenen Objekten ein, kommt aber auch in Neubauten zur Anwendung, namentlich bei minderer Holzqualität und in Gegenden, wo öfter der Hausschwamm auftritt. Die zu schützenden Hölzer werden mit den betreffenden antiseptischen Stoffen imprägniert.

Hiezu sollen nur jene antiseptischen Stoffe verwendet werden, welche, als sicher und verlässlich wirkend, behördlich erprobt sind. Von diesen sind gegenwärtig folgende bekannt:

1. Für größere Holzmassen eine 5%ige Lösung von freier Flußsäure mit 3·25% Zinkabfällen. Die Lösung wird in wasserdichten Holztrögen angemacht, die zu imprägnierenden Hölzer werden eingelegt und mindestens 24 Stunden darin liegen gelassen. Da Flußsäure giftig ist und sehr ätzend wirkt, ist sehr vorsichtig damit umzugehen.

2. Antipolypin, ein weißes, geruchloses Pulver, welches im Wasser gelöst zur Behandlung von kleineren Holzmassen (unter 20 m³) dienen kann und ebenfalls mit großer Vorsicht zu verwenden ist. Die Anwendung geschieht auf Holz entweder durch Tränkung desselben mit einer 5%igen Lösung oder durch einen dreimaligen Anstrich mit einer 10%igen Lösung; auf Mauerwerk durch einen Anstrich mit einer 20%igen Lösung.

3. Mikrosol H, dann Antinonnin und Antigermin, mäßig giftige, jedoch nicht ätzende, in Pastenform vorkommende Präparate, die im Wasser gelöst und in 2%iger Lösung bloß auf Holzflächen als dreimaliger Anstrich aufgetragen werden. Sie färben das Holz und auch die Hände der Arbeiter intensiv gelb, daher man sie nur dann anwenden kann, wenn die gelbe Verfärbung nicht stört.

4. Kreosotöl (Steinkohlenteerkreosotöl), eine braune, dickflüssige, im Wasser unlösliche Flüssigkeit. Wirksam sind aber nur jene, die mindestens 20% Phenol enthalten.

Kreosotöl wird mit denaturiertem Spiritus im Verhältnis 3 : 1 (3 Teile Kreosotöl auf 1 Teil Alkohol) verdünnt und als fünfmaliger Anstrich auf Holz verwendet. Wegen heftigem Geruch kann dieses Mittel nur dort angewendet werden, wo dieser nicht lästig ist und auch nicht schadet.

5. Karbolineum und Mineralöle wirken nur mäßig antiseptisch und können die Entwicklung des Hausschwammes nur erschweren, aber nicht verhindern. Die betreffenden Hölzer müssen damit gehörig durchtränkt werden, weswegen ein fünfmaliger Anstrich notwendig ist. Auch die Fugen und Ritzen sollen damit gehörig bestrichen werden.

f) Vorgang bei Bekämpfung des Hausschwammes.

Sobald in einem Gebäude nur die geringsten Spuren von Hausschwamm sich zeigen, muß eine gründliche Untersuchung durch Fachleute erfolgen.

Ist das Vorhandensein des echten Hausschwammes unzweifelhaft festgestellt, so muß sofort an dessen Bekämpfung geschritten werden.

Die Art und Weise der Bekämpfung des Hausschwammes hängt von verschiedenen Umständen ab, besteht aber im allgemeinen darin, daß man die Ursache der Entstehung des Hausschwammes gänzlich beseitigt und alles angegriffene Holzwerk entfernt, eventuell verbrennt, das noch nicht angegriffene alte und auch das neu einzubauende Holz mit antiseptischen Mitteln gründlich behandelt.

Für die Detailsausführung sei hier ein ganz kurzes Beispiel zur Bekämpfung des Hausschwammes in einem ebenerdigen nicht unterkellerten Gebäude angeführt. Der Reihenfolge nach wären zu bewirken:

1. Entfernung aller Holzbestandteile, Fußböden, Türverkleidungen und Türstöcke, Fensterspaletverkleidungen etc. aus den von Hausschwamm befallenen Räumen. Die stark angegriffenen Holzteile werden verbrannt, die nur schwach oder gar nicht infizierten können nach vorheriger antiseptischer Behandlung wieder eingebaut werden.

2. Beseitigung der Fußbodenbettung, wenigstens soweit diese infiziert oder feucht ist; besser ist es, die ganze Bettung durch reinen, keimfreien, grobkörnigen Sand oder Schotter zu ersetzen.

3. Abschlagen des Mauerverputzes über dem Fußboden, so weit die Mauerfeuchte reicht und gehöriges Auskratzen der Mauerfugen.

4. Gründliches Austrocknen der feuchten Mauer durch Lüftung oder Heizung mit Kokskörben u. dgl.

5. Beseitigung der Ursachen der Mauerfeuchte durch Pflasterungen oder Betonierungen an der Außenseite des Gebäudes (Trottoir, Rigole etc.) und im Innern des Gebäudes durch Einlegen von Isolierschichten 15 cm unter der Fußbodenhöhe, eventuell auch horizontale Isolierung der Mauern (siehe Kapitel Mauerisolierungen).

6. Die Mauerflächen — so weit der feuchte Verputz abgeschlagen wurde — sollen dreimal mit 20%iger Antipolypinlösung bestrichen und dann nach gehörigem Austrocknen mit einer Isolierschichte versehen werden, insbesondere dann, wenn eine horizontale Mauerisolierung nicht durchgeführt wurde, was bei alten Gebäuden wegen zu großer Schwierigkeiten und bedeutender Kosten wohl meistens der Fall sein dürfte.

7. Einbringen der Fußbodenbettung, bestehend aus reinem Schotter oder trockenem, erd- und keimfreiem, grobkörnigem Sand.

8. Wiedereinbau der noch brauchbaren alten und der neuen Holzmaterialien nach vollständigem Austrocknen derselben und nach gründlicher antiseptischer Behandlung im Sinne des vorstehenden.

9. Vor Ablauf von zwei Jahren dürfen antiseptisch behandelte Holzbestandteile nicht mit deckender Ölfarbe gestrichen werden. Durchsichtige Firnis- oder Kopallackanstriche dürfen nach Ablauf einiger Monate aufgetragen werden.

10. Auf keinen Fall darf auch nur das kleinste, gegen Hausschwamminfektion nicht geschützte Holzstück eingebaut werden.

13. Zerstörung des Holzes durch Wurmfraß.

In der Rinde und im Splintholze leben oft Insektenlarven (Holzwürmer), Käfer (Bohrkäfer, Borkenkäfer etc.), welche sich im Holze einbohren, bis zum Kern des Stammes vordringen und das Holz langsam zerstören.

Das Vorhandensein des Holzwurmes läßt sich außen selten erkennen, beim lebenden Baume läßt sich dies bloß an dem allmählichen Absterben der Baumkrone konstatieren.

Der Borkenkäfer ist ein gefährlicher Verwüster der Nadelholzwaldungen, man muß daher seiner Verbreitung unermüdlich entgegenarbeiten, indem man seine Brutstätten durch rasches Entrinden und Aufarbeiten der durch Windbruch u. dgl. gefallenen Bäume zerstört.

Eingebautes und vom Holzwurme befallenes Bauholz kann durch Tränken mit kochender Seifenlauge vor weiterer Zerstörung geschützt werden.

Gegen den Wurm schützt ein Anstrich von fetten, harzigen Substanzen oder das Auslaugen und Imprägnieren der Hölzer.

14. Schutz des Holzes gegen Feuer.

Das Holz läßt sich durch eine Umhüllung von schlechten Wärmeleitern vor dem Verbrennen nur teilweise schützen.

Als gebräuchliche Mittel gegen Feuersgefahr seien angeführt:

1. Mehrmaliger Anstrich von Wasserglas mit einer Beimengung von Kreide;
2. Anstrich mit einer Lösung von 3 Teilen Alaun mit 1 Teil Eisenvitriol;
3. ein Anstrich mit Chlorkalzium und Weißkalk und
4. ein Anstrich mit Scherers Flammenschutzmasse, welche aus einem Imprägnierungsmittel und aus Substanzen besteht, die eine feuersichere Schutzdecke bilden.

15. Merkmale eines guten Bauholzes.

Gutes Bauholz soll eine reine gleichmäßige Farbe und gleichmäßig große Jahresringe aufweisen, wenig Risse, Sprünge und Astknoten und kein Splintholz besitzen, es soll einen frischen (Nadelhölzer lebhaft harzigen) Geruch geben, gut ausgetrocknet sein und einen hellen Klang haben.

Krankes Holz zeigt rötliche oder weiße Flecken (Rot- oder Weißfäule), hat einen dumpfigen, modrigen Geruch und gibt beim Anschlagen einen dumpfen, hohlen Klang.

B. Schilfe oder Rohre.

Dies sind langhalmige, in stehenden Gewässern oder Sümpfen wachsende Gräser mit scharfen Blättern. Sie werden mit Setzlingen angepflanzt und nach vollkommen erlangter Reife, die sich durch das Gelben der Blätter kennzeichnet, bei zugefrorenem Niederwasser abgeschnitten und sortiert.

Das vollkommen ausgewachsene, mindestens $\frac{1}{2}$ cm dicke Rohr wird abgeschält, in 25—30 cm starke Bündel gebunden und als Stukkaturrohr in den Handel gebracht, während das dünnere Rohr zu Dacheindeckungen verwendet werden kann.

C. Moose, Gräser und Stroh.

Von den vielen Moosgattungen findet im Baufache bloß das Waldmoos und das Wassermoos Verwendung zur Ausfüllung der Zwischenräume bei trockenem Mauerwerk, zum Verstopfen der Fugen bei Blockwänden, Uferschuttbauten, Bretterwänden u. dgl.

Das Waldmoos wächst nur an mäßig feuchten, schattigen Orten, das Wasser-
moos an sumpfigen Stellen. Letzteres ist weich, elastisch und quillt in der Feuchte
auf, ist daher sehr geeignet zum Kalfatern der Schiffswände u. dgl.

Gräser werden häufig zum Bekleiden von Böschungen und sonstigen Terrain-
flächen gebraucht, indem man die Flächen entweder besamt oder mit ausgeschnittenen
Rasenziegel belegt. Auch kann man mit dem Anschütten der Böschungen schichten-
weise Queckenwurzeln in die Böschung einlegen, welche sich rasch einwurzeln
und der Oberfläche der Böschung einen festen Zusammenhang geben. Die Quecken-
wurzel findet sich überall als Unkraut, sie durchwuchert den Boden mit tiefgehenden
schlingartigen Wurzeln. Jene auf sandigem trockenen Boden sind den auf üppigem
feuchten Boden vorzuziehen.

Stroh wird zu provisorischen Dacheindeckungen und in klingschnittenem
Zustande (Häcksel) als Bindemittel für Lehmörtel u. dgl. verwendet.

D. Die Gesteine.

Diese treten entweder als feste Fels- oder Gebirgsmassen auf und müssen
dann zum Gebrauche auf mechanischem Wege erst losgetrennt (gebrochen) werden,
oder man findet sie in kleineren Stücken als Findlinge, Gerölle, Schotter oder Sand
auf oder unter der Erdoberfläche.

Sie sind meistens eine Zusammensetzung verschiedener Mineralien und
je nach den Gemengteilen solcher Mineralien auch mehr oder minder widerstands-
fähig gegen mechanische Zerstörung (fest) oder gegen die Auflösung durch atmo-
sphärische Einflüsse (wetterbeständig). Im Zusammenhange damit ist auch die
Struktur der Steine, d. h. das innere Gefüge derselben, entweder grob- oder fein-
körnig, blättrig, schuppig, schiefrig, muschlig, porös oder zellig usw.

Nach der geologischen Formation hat man massiges und schichtenförmiges
Gestein zu unterscheiden. Ersteres ist ein Produkt direkter Erstarrung heißflüssiger
Massen aus dem Erdinnern und bildet zusammenhängende feste, kompakte Stein-
massen, während letzteres durch verschiedene Verschiebungen schichtenweise
zusammengeführt und entweder zerklüftet ist oder nach der Richtung der Schichten
sich leicht in Tafel- oder Plattenform zerlegen (teilen) läßt.

Je nach der Zusammensetzung und Verbindung der Gemengteile unter-
scheidet man verschiedene Gesteingattungen, von welchen die für das Baufach
wichtigsten nachstehend besprochen werden:

1. Der Quarz. Der reine Quarz, ein aus reiner Kieselsäure bestehendes
Mineral von 2·5—2·8 spezifischem Gewicht, besitzt große Härte und Wetterbeständig-
keit, ist nur in Flußsäure löslich und für sich nur durch den stärksten elektrischen
Strom (Blitzstrahl) schmelzbar. Bei hoher Temperatur und mit Beimengung von
Soda (kohlensaurem Natron) schmilzt er zu einer glasigen Masse (Glaserzeugung).

Der reinsten Quarz — als Bergkristall bekannt — ist farblos, hell und durch-
sichtig. Quarz enthält aber zumeist verschiedene Beimengungen und ist dann auch
verschiedenfärbig, u. zw. häufig blaß, gelblich oder rötlich, manchmal auch braun,
grau oder schwarz. Die Bruchflächen sind splittrig, auch muschlig mit Glasglanz
oder Fettglanz.

Der Quarz tritt steinbildend in vielen Formationen auf und bildet den Haupt-
gemengteil vieler, zumeist massiger Gesteine.

In vielen Steingattungen finden sich ganze, mehr oder minder starke Quarz-
adern, oft auch Kristalle, letztere mit sehr schönen Kristallspitzen und Formen
eingemengt. Lose Quarzsteine (Findlinge) sind unter dem Namen Kieselsteine bekannt.

Quarzit oder Quarzfels, ein weißes oder hellgraues Gestein von
dichter, körniger Struktur, ist ein Gebilde von kleinen Quarzkörnern, oft mit
anderen, fein verteilten Gemengteilen.

Die Quarze oder stark quarzhältigen Gesteine sind sehr dichte, harte und zumeist wetterbeständige Steine, die als Mauerstein weniger, dafür aber als Pflastersteine sehr gesucht sind. Quarz dient auch zur Glasfabrikation, die feineren, reineren Sorten zur Herstellung von allerlei Luxusgegenständen.

2. **Der Feldspat.** Der Feldspat, eine Verbindung von Kieselsäure mit Tonerde und Kali, kommt in Felsmassen sehr häufig vor. Er erscheint teils fein zerteilt, teils in Form von Körnern in verschiedenen Gesteinen eingesprengt. Der Feldspat verwittert im allgemeinen sehr leicht und gibt als Verwitterungsprodukt Ton, sehr reiner Feldspat aber Porzellanerde. Bei großer Hitze schmilzt er unvollkommen zu einer glasartigen, schwammigen Masse.

Er ist nicht so hart wie Quarz, ist leicht teilbar und zerspringt stets nach zwei fast senkrecht aufeinander stehenden Richtungen. Die Bruchflächen sind eben und glatt und zeigen einen schwachen Perlmutterglanz. Die Farbe ist gewöhnlich lichtgrau, oft gelblich, bläulich oder rötlich.

Der Feldspat ist als Baustein nur dort geeignet, wo er den atmosphärischen Einflüssen oder der Einwirkung von Säure usw. nicht ausgesetzt ist.

3. **Der Glimmer.** Der Glimmer, ein Gemenge von Tonerde und Kalisilikaten, welche Eisenoxyde oder Manganoxyde enthalten, ist sehr weich und oft metallisch glänzend, wird daher dann auch Katzensilber oder Katzensgold genannt. Er läßt sich sehr leicht in feine Blättchen spalten, welche oft durchsichtig und elastisch sind, so daß man ihn auch statt Glas bei Schaulöchern in Schmelzöfen u. dgl. verwendet.

An der Atmosphäre verwittern die verschiedenen Glimmerarten ziemlich rasch zu einem zähen, von Eisenerde gefärbten Ton, sie sind daher als Bausteine nicht geeignet. Bei großer Hitze schmilzt der Glimmer zu einer Schlacke.

4. **Der Granit.** Der Granit ist ein inniges, jedoch deutlich wahrnehmbares Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer mit grob- oder feinkörnig kristallinischem Gefüge und einem spezifischen Gewichte von 2·25—3·00.

Gewöhnlich erscheinen die Quarzteile in weißlicher, Feldspat in gelblicher und Glimmer in schwarzer Farbe. Die Totalfarbe des Granits ist — je nach Färbung und Mischungsverhältnis seiner Bestandteile — grau, rötlich, bläulich oder gelblich.

Der Granit ist sehr hart, wetter- und auch feuerbeständig, läßt sich gut spalten, bearbeiten und polieren, er hat eine bedeutende Druckfestigkeit und eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen jede Abnutzung.

Er ist ein geschätztes Material für stark beanspruchte Konstruktionsteile (Gebäudesockel, Treppenstufen, Türschwellen, Trägersäulen, Säulen und Pfeiler, Pflastersteine usw.) und wegen seiner Politurfähigkeit und Wetterbeständigkeit auch für Monumentalbauten.

Die Güte des Granitsteines nimmt mit seinem Quarzgehalte zu, bei überwiegenden Bestandteilen von Feldspat oder Glimmer verwittert er leichter. Der feinkörnige Granit ist dem grobkörnigen vorzuziehen, besonders für feinere Arbeiten, bei welchen der grobkörnige bei der Bearbeitung leicht ausbröckelt.

Der Granit findet sich als massiges, über die ganze Erde verbreitetes Gebirgs- gestein und tritt bei uns als solches oder auch in Form von großen Blöcken in Mauthausen a. d. Donau (Oberösterreich), in Gmünd (Niederösterreich), in Tirol, Schlesien usw. zutage.

Vom Granit gibt es viele Abarten, welche sich zumeist in der Korngröße und Farbe voneinander unterscheiden.

5. **Der Syenit.** Der Syenit hat ein massiges kristallinisches, zumeist mittelkörniges Gefüge. Er besteht nur aus Feldspat und Hornblende*).

Syenit ist graubraun und dunkelgrün; der Feldspat erscheint meist grün, oft auch rötlich und die Hornblende schwarz.

*) Hornblende ist ein dunkelgrünes oder schwarzes, ziemlich zähes, kristallisiertes Mineral (ein Gemenge von Silikaten) mit splitterigen, glänzenden Bruchflächen.

An Härte, Gewicht und Druckfestigkeit nähert er sich dem Granit, an Wetterbeständigkeit jedoch steht er diesem etwas nach.

Ein Gestein, welches nebst den charakteristischen Bestandteilen des Syenits kleinere Mengen von Quarz und Glimmer enthält, heißt man Syenitgranit.

6. Der Porphyr. Der Porphyr besteht aus einer dichten, verschieden zusammengesetzten Grundmasse mit eingesprengten Kristallen.

Besteht die Grundmasse aus Quarz und Feldspat und sind größere Kristalle von Quarz und Feldspat, auch Glimmerstücke eingesprengt, so nennt man das Gestein Quarzporphyr oder Felsit.

Eine Abart, bei welcher die Grundmasse erdig (Tonstein) ist, heißt Tonsteinporphyr; derselbe hat geringe Härte und Wetterbeständigkeit.

Andere Abarten sind: Granit-, Syenit-, Basalt- oder Hornsteinporphyr, je nachdem die Grundmasse mehr oder weniger die Eigenschaft der betreffenden Steingattung besitzt.

Die Farbe des Porphyrsteines ist, sowie dessen Grundmasse sehr verschieden, meistens rötlichbraun, auch dunkelgrau oder grünlich. Die meisten Porphyrsorten sind wegen großer Härte schwer zu bearbeiten, aber sehr widerstandsfähig gegen jede Zerstörung, lassen sich gut schleifen und polieren. Die festeren Sorten des Porphyrs sind fast so dauerhaft wie Granit und können daher diesen ganz gut vertreten, doch mangelt ihnen der hohe Grad von Zähigkeit.

Manche Porphyrbrüche liefern sehr dünne, große Platten zu Dacheindeckungen, Pflasterungen u. dgl.

7. Der Basalt. Der Basalt ist ein kristallinisches, schwarzgraues Gestein von feinkörnigem bis dichtem Gefüge und muscheligen Bruche. Er besitzt bedeutende Härte und große Wetterbeständigkeit. In Form von meist dünnen Säulen setzt er sich zu ganzen Gebirgsmassen zusammen. Die Gestalt dieser Basaltberge ist meist kegelförmig, manchmal auch kuppenförmig.

Wegen der großen Härte, Dichte und Sprödigkeit wird Basalt seltener im Hochbau angewendet, dagegen eignet er sich besonders zum Straßenbau, zu Pflasterungen, Denkmälern u. dgl.

Zu Pulver gemahlen, liefert er einen Zusatz zum Luftkalkmörtel, welcher demselben hydraulische Eigenschaften verleiht, d. h. dessen Erhärten auch unter Wasser in kurzer Zeit bewirkt.

8. Der Gneis. Der Gneis ist ein schiefriger Granit, d. h. ein inniges Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmerblättchen, welche letztere nahezu in einer Richtung liegen und dem Steine eine außerordentliche Spaltharkeit geben, wodurch er sich hauptsächlich vom Granit unterscheidet.

Der Gneis ist nach Farbe, Wetterbeständigkeit und Festigkeit dem Granit ähnlich, hat gewöhnlich ein speckartig glänzendes Aussehen und läßt sich senkrecht auf die Lage der Glimmerblättchen nur schwer und unregelmäßig bearbeiten, weshalb er sich nur zu rohem Mauerwerk und zu Pflasterungen eignet.

9. Der Glimmerschiefer und Tonschiefer. Der Glimmerschiefer ist ein aus Quarz und Glimmer bestehendes Gestein von schiefriger Struktur. Die Vollkommenheit der schiefriigen Struktur hängt von der Menge und Verteilung des Glimmers ab. Die glimmerreicheren Sorten verwittern leichter. Als gewöhnlicher Baustein hat er wegen seiner Struktur und seiner Feuerbeständigkeit einigen Wert. Zu Steinmetzarbeiten ist er nicht geeignet.

Tritt zu den Bestandteilen des Glimmerschiefers noch Feldspat als vorherrschende Masse hinzu, so entsteht der Tonschiefer.

Der Tonschiefer hat eine noch vollkommeneren Schieferstruktur als der Glimmerschiefer. Er besteht aus einem innigen Gemenge von staubartigen Quarzkörnern, mikroskopischen Glimmerschüppchen und Feldspat als Hauptmasse und gibt als Verwitterungsprodukt Tonerde. Die Farbe ist dunkelgrau mit verschiedenen

Schattierungen ins gelbliche, grünliche, rötliche und bläuliche. Der Tonschiefer liefert das wichtigste Dachdeckmaterial, den sogenannten *Dachschiefer*.

Nur dünne, vollkommen wetterbeständige Platten sind als Deckmaterial geeignet. Guter Dachschiefer darf weder einen merklichen Kalkgehalt, noch Schwefelkies-, Eisen- oder Kohlengehalt aufweisen; er muß möglichst dicht, wetterbeständig, frei von Flecken, Adern und Nestern sein, gleichmäßig gefärbte, seidenartig glänzende und glatte Oberflächen zeigen und darf fast kein Wasser aufsaugen.

Die besten Dachschiefer sind die englischen, daran reihen sich die französischen und belgischen Sorten von rötlichbrauner oder blaugrauer Farbe. Die mährischen und schlesischen Sorten zumeist von rauchgrauer Farbe, stehen den ausländischen bedeutend nach. Sie liefern zumeist dickere, ungleich große, weniger wetterfeste Platten.

Die dickeren Sorten des Tonschiefers finden als Trottoir- und Pissoirplatten, Wandverkleidungen, bei Feuerungsanlagen u. dgl. Verwendung.

Die Wetterbeständigkeit des Tonschiefers kann auf folgende Art erprobt werden: In ein Glasgefäß, dessen Boden mit einer wässrigen Lösung von Schwefelsäure bedeckt ist, hängt man mit einem Bindfaden ein kleines Stück Dachschiefer, verschließt das Gefäß und läßt es ruhig stehen. Schlechter Schiefer wird nach einigen Tagen oder Stunden sich aufzulösen beginnen, während guter Schiefer wochen-, sogar monatelang der Einwirkung der Säure widerstehen kann.

10. Die *Kalksteine*. Die Kalksteine sind durchwegs Abarten des Kalkspats (Calcites), der der Hauptsache nach aus kohlenurem Kalk besteht. Zu diesem Hauptbestandteile treten oft noch verschiedene Beimengungen.

Die Kalkspate kristallinischer Struktur, ohne oder auch mit verschiedenen Beimengungen werden im allgemeinen Kalksteine genannt, häufig aber noch mit verschiedenen Namen belegt.

Der Kalkspat löst sich im Wasser, wenn auch sehr langsam, auf. In Berührung mit Säuren (Salz- oder Schwefelsäure usw.) zerfällt er langsam unter heftigem Aufbrausen, wobei sich die Säure mit dem Kalziumoxyd zu dem betreffenden Salze vereinigt und die Kohlensäure frei wird. In der Hitze verändert der Kalkstein seinen Bestand, indem die Kohlensäure entweicht und Kalziumoxyd (gebrannter Kalk) zurückbleibt, welcher mit Wasser begossen unter heftigem Aufbrausen zerfällt und den Weißkalk gibt.

Kalksteine sollen daher weder im Wasser noch bei Feuerungsanlagen zur Verwendung gelangen und überdies auch nicht der Einwirkung von Säuren (Aborte, Pissoirs u. dgl.) ausgesetzt werden. Dagegen ist der Kalkstein ein guter Baustein für Hochbauten, die vor Feuchtigkeit geschützt sind. Er hat mittlere Härte, Dichte und Druckfestigkeit, läßt sich leicht bearbeiten und zumeist auch gut polieren. Die größte Verwendung findet er als gebrannter Kalk bei der Mörtelerzeugung.

Der Kalkstein kommt in großen Massen vor und bildet oft mächtige Gebirgszüge (nördliche und südliche Kalkalpen).

Besondere Kalksteingattungen sind:

a) Der *Marmor*. Derselbe besteht aus reinem Kalkspat ohne fremde Beimengungen, ist weiß oder grau, von feinkörnigem Gefüge.

Der Marmor wird zu allerlei feinen Steinmetz- und Bildhauerarbeiten verwendet, er gibt auch den reinsten und besten Weißkalk.

Für Bildhauerarbeiten muß der Marmor ein gleichförmig feines Korn besitzen, gleichmäßig gefärbt, frei von Rissen oder Hohlräumen sein, sich gut polieren und in großen Blöcken brechen lassen.

Die schönsten Marmorarten sind unter den Namen: Carrara-, Laaser-, Sterzinger- oder Carrara-Marmor bekannt.

b) Der *bunte Marmor*, auch ein dichter Kalkstein, der aber Beimengungen von Ton, Kohle und Metalloxyden enthält, welche letztere dem Stein

verschiedene Färbung geben. In demselben findet man auch häufig Versteinerungen von Muscheln, Schnecken, Korallen usw., weshalb man ihn auch Muschel- oder Korallenmarmor nennt.

Er hat splittigen oder muschligen Bruch, ohne Glanz. Viele Sorten sind als guter Baustein bekannt, manche Gattungen verwittern leicht, daher ist es ratsam, diesen Kalkstein auf seine Verwendbarkeit vorerst zu prüfen.

Ein bekannter Fundort ist der Untersberg bei Salzburg.

c) Der Alpenkalkstein (auch Grauwackenkalkstein genannt) unterscheidet sich vom bunten Marmor durch einen größeren, bis 25%igen Tongehalt und durch das Fehlen der Versteinerungen. Er bildet das hauptsächlichste Material der Kalkalpen und hat viele Höhlen mit Tropfsteinbildungen. (Adelsberger Grotte.)

Wegen seines größeren Tongehaltes wird er häufig zur Zementfabrikation verwendet (z. B. Kufsteiner Kalk). Die Färbung ist verschieden; die bitumenhaltigen Steine sind oft buntfärbig, z. B. der schwarze Marmor (belgischer Granit), der Salzburger und Istrianer grüne Marmor.

Auch dieser Stein ist für das Baufach sehr geeignet, jedoch empfiehlt sich auch hier eine vorherige Prüfung auf seine Wetterbeständigkeit.

d) Die Kehlheimer Pflasterplatten und Lithographiesteine werden aus einem gelbbraunen Kalkstein von sehr dichtem Gefüge, der sich leicht in schöne Platten spalten läßt, erzeugt. Für Pflasterungen im Freien soll dieser Stein auf seine Wetterbeständigkeit geprüft werden.

e) Der Kalktuff entsteht als Ausscheidung des Kalkes aus kalkhaltigen Gewässern in Form von Tropfstein, seltener in Schichten und Blöcken. Er ist ein poröses, zelliges und löcheriges Gebilde aus wirt durcheinander gemengten Versteinerungen von Moosstengeln, Blättern und anderen vegetabilischen Stoffen, oft auch von Landschnecken u. dgl.

Der Kalktuff ist meistens sehr porös, daher sehr leicht, dabei aber doch fest und dauerhaft, er ist zumeist schmutzigweiß und gelblichgrau, bläulich oder grünlich gefärbt. Wegen seiner Leichtigkeit eignet er sich besonders für Einwölbungen oder Gesimskonstruktionen; zuweilen tritt er aber auch sehr dicht auf, wie der Almasenstein vom Graner-Gebirge, desgleichen in Baden bei Wien.

f) Der Dolomit ist Dolomitspat, d. i. eine Verbindung von kohlen-saurem Kalk und kohlen-saurer Magnesia. Beigemengt sind Quarz, Glimmer, Schwefelkies usw. Er ist gewöhnlich grau, oft auch gelb oder rotbraun. Unter dem Einflusse der Atmosphäre zerfällt er zu grobem Sand.

Der Dolomit liefert im allgemeinen einen guten Baustein, gebrannt einen guten hydraulischen Kalk.

g) Der Mergel ist ein inniges Gemenge von kohlen-saurem Kalk und von Ton mit Quarzkörnern, Glimmerblättchen, Eisen- und Manganoxiden. Der Mergel hat eine verschiedenartige, zumeist gelbliche oder graue, oft auch braune Farbe und verschiedene Härte.

Er widersteht den Witterungseinflüssen nicht und ist daher als Baustein nicht zu gebrauchen. Die härteren Gattungen werden zu Schleif- und Wetzsteinen verwendet. Die meisten Mergelgattungen liefern ein gutes Material zur Zementfabrikation.

h) Der Grobkalk hat verschiedene Härte und Festigkeit und ist teils aus groberdigen, teils aus dichten, teils aus kristallinisch körnigen Kalksteinen zusammengesetzt, oft porös und sehr zerbrechlich, oft fest und widerstandsfähig und gelblichgrau, auch bräunlich gefärbt.

Der Grobkalk bildet das Hauptsteinlager des Wiener Beckens. Die dem Leithagebirge entstammenden Arten werden als Leithakalk benannt.

i) Erdige Kalksteine. Als Repräsentant derselben ist die Kreide anzuführen; dieselbe ist weiß, von erdigem Gefüge, sehr leicht zerreiblich und

abfärbend. Sie besteht aus den Gehäusen mikroskopischer Schalthiere, kommt häufig mit Ton gemengt vor und erhält dadurch eine größere Festigkeit und verschiedene Farbnuancen.

11. Der Gips. Gipsstein besteht im wesentlichen aus schwefelsaurem Kalk und chemisch gebundenem Wasser, er ist entweder farblos und dann vollkommen durchsichtig, häufig aber weiß, oft mit verschiedenartigen Farbnuancen. Gipsstein ist von geringer Härte, hat ein spezifisches Gewicht von 2·2 bis 2·4, läßt sich leicht in Platten spalten, welche an den breiten Seiten Perlmutterglanz zeigen.

Die farblosen Arten, welche sich in sehr dünne, fensterartige Plättchen spalten lassen, sind unter dem Namen Gipsglas oder Marienglas bekannt. Die schneeweißen Sorten — Alabaster genannt — dienen zur Herstellung der feinsten Bildhauerarbeiten.

Wird der Gipsstein auf 150° C erhitzt, so verliert er den größten Teil seines Wassers und dient — zu feinem Pulver gemahlen — zur Bereitung des Stukkmörtels und zum Gießen von Modellen, Gipsformen, Figuren usw., da das Pulver die Eigenschaft besitzt, mit Wasser angerührt in kurzer Zeit zu erhärten. (Siehe gebrannten Gips.)

12. Die Sandsteine. Den Hauptbestandteil der Sandsteine bilden kleine Steintrümmer (Quarzkörner) von eckiger oder runder Form, welche durch irgend ein Bindemittel zusammengekittet erscheinen. Das die Sandsteine vereinigende Bindemittel ist sehr verschieden (Kieselerde, Ton, Mergel, Kalk, Eisenoxyd u. dgl.), daher ist auch das Verhalten der Sandsteine gegen Witterungseinflüsse, Druck usw. und die Eignung zu Bausteinen verschieden. Feinkörnige Gattungen mit kieseligem Bindemittel sind in dieser Beziehung am besten. Solche Sandsteine dienen zu Schleif- und Mühlsteinen und zu Steinmetz- und Bildhauerarbeiten.

Die Färbung der Sandsteine ist je nach der Farbe der Sandkörner und des Bindemittels verschiedenartig, größtenteils aber gelblich, grau oder bläulich.

Die Sandsteine unterliegen infolge ihrer Porosität den Einflüssen der Atmosphäre verhältnismäßig bald. Das Verwitterungsprodukt ist Sand.

Bei uns ist der Wiener und Karpathen-Sandstein bekannt, welcher ein kalkiges Bindemittel hat.

13. Vulkanische Gesteine. Diese entstehen bei vulkanischen Ausbrüchen durch Erstarren der im geschmolzenen Zustande ausgeworfenen Masse.

Von diesen werden als Baumaterialien benützt:

a) Die Lava, eine poröse, muschelige, zumeist braune Masse, von glasigem, zuweilen erdigem Aussehen und verschiedener Wetterbeständigkeit. Sie wird in der Nähe der Fundorte als Baustein verwendet, ferner zu Fußböden, Gesimsen, Sockeln; harte Lava zu Treppenstufen und als Pflaster.

b) Der Bimsstein ist der Lava ähnlich, jedoch mehr schwammartig und grau. Er hat ein sehr geringes spezifisches Gewicht (0·91) und eignet sich als Baustein zu Wölbungen. Er dient auch zum Abschleifen von Holz- oder Metallflächen sowie als Filtriermaterial.

c) Die vulkanischen Tuffe bilden rauhe, erdige Massen von Trümmergesteinen, welche bei sich wiederholenden Vulkanausbrüchen an die Erdoberfläche kamen und sich in Schichten übereinander lagerten.

Zu den Tuffen gehört der Trass, die Santorinerde u. a., welche sowohl als Bausteine und in Pulverform als Zusatz zum Luftmörtel verwendet werden, um diesem hydraulische Eigenschaft zu verleihen.

14. Lose Gesteine und Sand. Diese sind entstanden durch die oberflächliche Zerkleinerung der Gebirgsmassen infolge Einwirkung der Witterung und sonstiger Naturereignisse.

Man unterscheidet:

a) Findlinge, größere, von Felsmassen losgetrennte und zerstreut herumliegende Steine.

b) Gerölle oder Geschiebe, zumeist von Wildbächen in größeren Massen in die Täler geführte, verschieden große Steine.

c) Groben Schotter (Grubenschotter); dieser besteht aus zerfallenen Gebirgssteinen, hat zumeist eckige Formen und eignet sich als Baustoff zur Betonbereitung und zu Schotterungen usw.

d) Kiesschotter, ein grober Schotter, welcher durch das Rollen in fließenden Gewässern seine scharfen Kanten verloren hat; er findet sich zumeist in fließenden Gewässern (Flußschotter).

e) Sand, das sind Steinchen kleinster Dimension mit runden oder auch eckigen Körnern. Sand dient teilweise zur Ziegelerzeugung, dann zur Beton- und Mörtelbereitung; die feineren Gattungen auch zur Herstellung von Formen beim Metallgusse.

Nach dem Minerale, aus dem Sand entstand, unterscheidet man den Quarz- oder Kiesel sand, den Kalk sand und den Glimmersand.

Der Quarzsand ist meist scharfkantig, resch und wetterbeständig und für Bauzwecke am besten geeignet.

Der Kalksand ist ebenfalls ein guter Bausand, ist aber wie der Kalkstein, aus dem er entstanden, gegen Säuren nicht widerstandsfähig.

Der Glimmersand ist nicht wetterbeständig, daher als Bausand ungeeignet.

Nach dem Fundorte unterscheidet man: den vom Winde zusammengetragenen, meist sehr feinen Flug- oder Steppensand, den von Flüssen geführten Trieb- oder Flußsand mit mehr oder weniger abgerundeten Körnern, den scharfkantigeren Quellsand, den am Meeresgrunde vorkommenden salzhaltigen Meersand, und schließlich den Grubensand, der zumeist an Gebirgsabhängen oder in Tälern vorkommt und selten ganz rein von erdigen Bestandteilen ist.

Eigenschaften guter Bausteine und Erprobung derselben.

Guter Baustein soll im allgemeinen dauerhaft und fest sein, er soll auch nicht zu schwer zu bearbeiten sein und mit dem Mörtel gut binden.

Speziell fordert man:

a) **Wetterbeständigkeit:** Grobkörnige, blättrige, wasseraufsaugende Steine mit Adern, Nestern usw. sind im allgemeinen leicht verwitterbar, aber auch Steine mit dichtem, festem Gefüge sind nicht immer wetterbeständig (Mergelsteine). Die beste Erprobung hierfür ist die Besichtigung von Steinen, welche einige Winter im Freien allen Witterungsverhältnissen ausgesetzt waren (Steinbruchwände an der Wetterseite).

Wetterbeständige Steine zeigen scharfe Kanten und keine Abbröcklungen, verwitterbare jedoch runde Kanten und Abbröcklungen.

b) **Festigkeit:** Diese hängt zumeist mit der Härte, dann der Dichte und Feinheit des Kornes zusammen, obwohl auch weniger dichte, grobe Steine manchmal recht fest sind.

Die festen Steine geben einen hellen Klang, lassen sich schwer bearbeiten und auch schwer zerreiben. Die Druckfestigkeit wird mittels Druckproben festgestellt, indem man einen Würfel von 5 cm Seitenlänge so lange belastet, bis er zerfällt. Das zum Zerdrücken erforderliche Gewicht durch $5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2$ geteilt, gibt die Druckfestigkeit des Steines für 1 cm^2 .

c) **Lagerhaftigkeit.** Diese ist erwünscht, aber nicht unbedingt notwendig, wenn der Stein sonst gut und nicht schwer zu bearbeiten ist. Dichte Steine

sind im allgemeinen schwerer zu bearbeiten als poröse, körnige Steine sind nach allen Richtungen gleich, blättrige und schiefrige nach den Spaltflächen leicht zu bearbeiten.

d) Trockenheit. Alle Steine besitzen einen gewissen Grad von Berg- oder Bruchfeuchtigkeit. Je dichter der Stein ist, desto länger bleibt er feucht. Nur Findlinge und Gerölle haben wenig Bergfeuchtigkeit, können daher sofort verarbeitet werden.

Steine, welche anfänglich weich sind (bruchfeucht), sollen in diesem Zustande bearbeitet, aber erst dann versetzt werden, wenn sie ausgetrocknet, also hart geworden sind.

e) Verbindungsfähigkeit mit dem Mörtel. Poröse und ausgetrocknete Steine sind für die Verbindung besser, als dichte und feuchte Steine.

f) Angemessenes Gewicht, besonders für Hochbauten. Schwere Steine eignen sich besser für die Grundmauern, leichte dagegen für Gewölbe und stark vorspringende Gesimse.

g) Schlechte Wärmeleitung. Poröse Steine sind im allgemeinen schlechtere Wärmeleiter als dichte, an denen sich leicht Feuchtigkeit niederschlägt und die daher nasse Mauern ergeben. Poröse Steine gewähren eine natürliche Ventilation und ermöglichen daher leichter die Schaffung trockener und gesunder Räume.

h) Die Farbe und das Gefüge der Steine kommt nur bei manchen Bekleidungs- und Dekorationssteinen in Betracht; dieselbe kommt erst durch die Politur zur vollen Geltung.

Auf einzelne Flecken usw. im Steine muß man aufmerksam sein und untersuchen, ob sie nicht durch eine beginnende Verwitterung hervorgerufen worden sind oder diese beschleunigen können.

Eigenschaften der Bausteine für spezielle Verwendungen.

a) Für Grundmauern soll ein fester, kompakter, nicht Wasser aufsaugender Stein, welcher auch schwer sein kann, verwendet werden, der sich in größeren Stücken im Steinbruche gewinnen läßt.

b) Für aufgehendes Mauerwerk eignet sich, insbesondere für Wohngebäude, ein poröser Stein, welcher sich nicht abschiefert und gut mit Mörtel bindet.

c) Für Quadermauern sind große wetterbeständige Blöcke ohne Sprünge und Nester anzuwenden, welche sich regelmäßig abtrennen lassen und großen Druck aushalten.

d) Für Gewölbe ist ein leichter, fester, lagerhafter, leicht zu bearbeitender, nicht spröder Stein vorteilhaft.

e) Für Gesimse soll der Stein leicht, bildsam, ohne Sprünge und wetterbeständig sein und eine hinreichende Bruchfestigkeit aufweisen.

f) Zu Steinmetzarbeiten braucht man Steine mit gleichmäßigem Gefüge, welche weder spröde noch splittrig oder schiefrig sind. Diese dürfen auch keine Adern, Sprünge oder Nester enthalten und müssen eventuell auch eine lebhaftige Farbe und Polierfähigkeit haben.

g) Für Pflasterungen sind dichte, zähe, harte und wetterbeständige Steine geeignet, welche sich nur wenig abnützen und kein Wasser einsaugen. Pflasterplatten sollen durchaus gleiche Dicke und möglichst ebene Flächen besitzen und nicht abblättern.

h) Für Feuerungsanlagen sind nur feuerbeständige, also tonige und quarzige Gesteine mit gleichmäßigem Gefüge und ebensolcher Zusammensetzung geeignet.

i) Für Kanäle benötigt man Steine, welche gegen Säuren indifferent sind, welche Wasser und Gase weder aufsaugen noch durchlassen, Gase aber auch nicht absorbieren. (Kalksteine ohne Zementverputz sind daher ungeeignet.)

k) Für Dacheindeckungen sind besonders wetterbeständige, dichte (also nicht wasseraufsaugende), dünne Steinplatten zu verwenden, welche weder Adern noch Nester besitzen und auch bei großer Hitze nicht zerspringen.

Beschaffenheit eines guten Bausandes.

Guter Bausand soll eine entsprechende Korngröße haben, damit bei der Mörtelbereitung nicht zu viel Kalk zur Ausfüllung der Zwischenräume notwendig ist. Er muß frei von erdigen, vegetabilischen und salzigen Bestandteilen sein. Das Korn soll womöglich eckig, rau und fest sein, um das Anhaften des Kalkes zu begünstigen. Ein solcher Sand ist rein und resch und wird am einfachsten durch Reiben zwischen den Handflächen erprobt. Rescher Sand knirscht beim Reiben, unreiner Sand beschmutzt die Handflächen.

Grober Sand wird zum Mauern und für den groben Verputz, der feine, jedoch resche Sand für den feinen Verputz gebraucht.

E. Ton und Erde.

Diese sind durch Verwitterung der Gesteine und durch Verfaulen von Pflanzenresten entstandene Produkte.

1. Der Ton.

Dieser entsteht durch Verwitterung des Feldspates. Der reine Ton (Kaolin) ist weiß mit gelblichem, rötlichem oder grauem Stich, er erhält aber durch das Brennen eine reine, weiße Farbe und schmilzt selbst bei der größten Hitze nicht. Durch beigemengte Eisen- oder Manganoxyde erhält er verschiedenartige Färbung. Er ist in trockenem Zustande eine erdige, leicht zerreibliche, abfärbende Masse, die mit Wasser einen knetbaren, geschmeidigen Teig bildet, welcher sich formen läßt und die Form beim Trocknen beibehält (bildsam-plastisch). Ton saugt gierig Wasser auf, erweicht dabei und dehnt sich aus, läßt aber dann Wasser nicht durch, besitzt im feuchten Zustande einen eigentümlichen Geruch; beim Trocknen „schwindet“ er, beim Erhitzen über 300° verliert er die Plastizität (Bildsamkeit), wird dabei sehr hart und fest, dicht und hellklingend.

Ton mit Sandbeimengungen nennt man mageren Ton, solchen mit wenig oder keinem Sandgehalt fetten Ton. Kalk- und Eisenoxydgehalt macht den Ton leicht schmelzbar.

Die schätzbaren Eigenschaften des Tones, in ungebranntem Zustande formbar zu sein und in gebranntem Zustande hart und fest zu werden, machen denselben zu einem sehr brauchbaren Baustoff.

Die wichtigsten Arten des Tones sind:

Die Porzellanerde (Kaolin), die reinste Tonerde, welche zur Porzellanfabrikation dient und sich in größeren Mengen im nördlichen Böhmen und in Sachsen vorfindet.

Der Steingutton (Pfeifenton), ein eisenarmer Ton, weißlich, rötlich oder grau gefärbt, sehr feuerbeständig, der zur Erzeugung von allerlei Geschirren, feinen Ofenkacheln, Pfeifen, Fayence, Abortgäulen usw. verwendet wird.

Der Töpfer-ton oder plastische Ton ist eisen- und kalkhältig, von gelber, grauer, auch schwarzer Farbe, er wird zur Erzeugung von Töpferwaren, Kacheln, Terrakotten usw. verwendet. Beim Brennen erhält er eine gelbliche, rötliche oder

braune Farbe, verträgt hohe Temperaturen, schmilzt aber in großer Hitze und wird dann zu einer glasigen Schlacke.

Der **Lehm**, ein unreiner Ton, der mit Sand, Glimmerplättchen und Kalkteilchen usw. durchsetzt ist, zumeist auch Eisenoxyde enthält. Er bildet eine erdige, leicht zerreibliche, zumeist gelbliche Masse, die viel Wasser aufsaugt und dann ziemlich plastisch (formbar) wird. Beim Brennen wird der plastische Lehm hart und hellklingend und je nach den Beimengungen gelb, rot oder bräunlichrot.

Der Lehm dient vorzugsweise zur Ziegelerzeugung, ferner zur Herstellung von Lehmestrich, Lehmörtel usw.

2. Die **Dammerde**; diese bildet die oberste Schichte der Erdrinde und ist entstanden durch Mengung verwester Pflanzen und tierischer Stoffe mit Verwitterungsprodukten von Gesteinen. Die fruchtbarste Dammerde ist die Humus- oder Gartenerde, welche verschiedene Salze enthält, wodurch sie in direkter Berührung mit Mauern sehr bald den sogenannten Mauerfraß herbeiführt. Es scheiden sich nämlich an der Mauer nadelförmige Salzkristalle aus, welche Feuchtigkeit anziehen und die Mauer langsam zerstören.

Außer im Erdbau findet daher die Erde keine Verwendung im Bauwesen.

F. Der Asphalt.

Asphalt ist ein bituminöses Erdharz, das im Bauwesen weitverbreitete und verschiedenartige Verwendung findet.

Das lateinische Wort „Bitumen“ leitet sich ab aus „pix tumens“ und bedeutet so viel als auffallendes, glühendes Pech.

Die natürlichen Bitumina kommen in großer Verbreitung und in verschiedenartigen Formen vor. So z. B. in flüssiger Form als Steinöl oder Naphtha und Erdöl oder Petroleum, in zähflüssiger Form als Bergteer oder Malthe und in fester Form als Erdpech oder Asphalt.

Alle drei Gattungen sind Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff; die letzteren zwei Gattungen enthalten auch Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die flüssige Form das ursprüngliche Produkt aller Gattungen war, aus dem die beiden anderen infolge gewisser Veränderungen entstanden sind.

Der Asphalt kommt entweder 1. in reinem Zustande vor, z. B. der syrische Asphalt im Toten Meere, in welches heiße Quellen münden, aus denen flüssiger Asphalt hervortritt, im Wasser dann erhärtet und an der Oberfläche schwimmt, von wo er abgeschöpft wird; ferner in Amerika auf der Insel Trinidad, woselbst sich ein ganzer großer Pechsee befindet oder 2. in Form von bituminösem Gestein, sogenanntem Asphaltstein oder Rohasphalt, d. h. in von Asphalt durchdrungenem oder imprägniertem Sand, Sandstein, Kalkstein und Dolomit.

Die wichtigsten Fundorte von Asphaltstein sind das Val de Travers (Traversental) in der Schweiz, dessen Asphaltstein 19—20% Asphalt enthält, Limmer in Hannover, Insel Brazza in Dalmatien, Morowizza bei Sebenico, Insel Sizilien usw.

Die wertvollen Eigenschaften des Asphalts, die eine so vielseitige Verwendung desselben gestatten, sind folgende: 1. Große Wetterbeständigkeit. 2. Löslichkeit in Benzin, Benzol, Terpentinöl usw. 3. Glänzend schwarze Farbe. 4. Schlechtes Leitungsvermögen für Wärme, Elektrizität und Schall. 5. Lichtempfindlichkeit. 6. Wasserdichtigkeit. 7. Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung. 8. Hohes Elastizitätsvermögen. Ad 1—3 findet Asphalt große Verwendung zur Herstellung von Farben, Firnissen und Lacken; ad 4 für Isolierzwecke; ad 5 für Vervielfältigungszwecke; ad 6—8 findet er die meiste Verwendung im Bauwesen, und zwar als Isoliermittel gegen Feuchtigkeit und Grundwasser, als Fuß-

bodenbelag, Straßenbaumaterial usw. — Hierbei kommt Asphalt hauptsächlich in zwei Formen zur Anwendung, als *Stampfasphalt* und als *Gußasphalt*.

Für beide letztere Verwendungsarten dient der Asphaltstein oder Rohasphalt als Rohmaterial. Das Gestein wird gemahlen, wodurch man das sogenannte *Asphaltpulver* erhält, das direkt für Stampfasphaltarbeiten verwendet wird. (Siehe Asphaltestrich.)

Für Gußasphaltarbeiten muß das Pulver mit einem Zusatzmittel, dem sogenannten *Goudron*, zusammengeschmolzen werden, woraus man *Asphaltemastix* erhält. Dieses gibt in geschmolzenem Zustande mit entsprechendem Kieszusatz sowie Zusatz von etwas Bergteer den *Gußasphalt*.

Goudron, das durch Zusammenschmelzen von reinem Naturasphalt mit einem erweichenden Zusatz (z. B. Bergteer, Paraffinöl usw.) entsteht, sowie *Asphaltemastix* und *Asphaltpulver* sind Handelsware; die beiden ersteren meist in Form von Broten.

Für viele Zwecke wird heutzutage auch *Kunstasphalt*, und zwar oft mit Vorteil verwendet, da er billiger und in erkaltetem Zustande weniger spröde, d. h. weicher ist. Da eine strenge Grenze zwischen Natur- und Kunstasphalt als endgiltiges Verwendungsprodukt schwer anzugeben ist, so empfiehlt es sich, bei Asphaltarbeiten die Zusammensetzung und eventuell Provenienz der Bestandteile vorzuschreiben.

Als *Naturasphalt* ist ein solcher Asphalt anzusehen, der neben unorganischen Stoffen ausschließlich nur *Naturbitumen* enthält.

Jederlei Zusätze zum Naturbitumen, insbesondere die bei der Mastixfabrikation zur Verwendung gelangenden, erweichenden Zusätze (wie bei Kunstasphalt angegeben) gelten als Verfälschung des Naturasphaltes.

Ist bei harten Asphalten der Gebrauch eines Erweichungsmittels nötig, so ist als solches natürlicher Bergteer (*Malthe*) zu bedingen. Andere Erweichungsmittel dürfen nur dann gebraucht werden, wenn ein Muster derselben vorgelegt und angegeben wird, wie viel davon zugesetzt werden soll.

Als *Kunstasphalt* gelten alle Asphalte, deren Bitumen ganz oder teilweise aus anderen bituminösen Stoffen besteht als im Mineralasphalt vorhanden sind. Insbesondere gelten Asphalte, deren Bitumen aus Produkten der Steinkohlen-, Braunkohlen- und Holzkohlen-Teerdestillation, Stearinpech, Erdwachs oder Erdwachspech, Produkten der Roherdöldestillation, Petrolpech jeder Art besteht, als Kunstasphalte.

II. Die künstlichen Baustoffe.

A. Steinartige Baustoffe.

Zu dieser Gruppe zählen die mannigfaltigen gebrannten Ziegel- und Tonwaren, verschiedene ungebrannte künstliche Steine, verschiedene Kalk- und Mörtelgattungen sowie vielfache, aus den genannten Produkten erzeugte andere Baustoffe.

1. Gebrannte künstliche Steine (Ziegel und Tonwaren).

Die verschiedenartigen Ziegel- und Tonwaren werden aus Lehm oder Ton erzeugt, indem man diese Stoffe mit Wasser befeuchtet, zu einem knetbaren Teig verarbeitet, von diesen dann die zu erzeugenden Körper formt, welche nach gehörigem Austrocknen schließlich so lange einem entsprechenden Hitzeград ausgesetzt (gebrannt) werden, bis alle Teile zusammenbacken und der geformte Körper hart, hellklingend und wetterbeständig wird.

Beim Brennen entweicht zuerst das mechanisch gebundene (zugesetzte) und in der Glut das im Lehm gute vorhandene, chemisch gebundene Wasser, das Gefüge des Tonkörpers ändert seine Beschaffenheit, es wird dichter und schwindet, der Tonkörper ist dann gar gebrannt. Steigert man die Hitze, so schmilzt das Tongut, es sintert und bildet dann einen sehr harten, wasserdichten und wetterbeständigen Tonkörper, den sogenannten Klinker. Bei fortgesetzter Steigerung der Hitze schmilzt der Körper zu einer glasigen Masse, verliert aber dabei seine Form.

a) Im Handel vorkommende Produkte.

1. Die Mauerziegel werden in allen Ziegeleien Österreich-Ungarns mit $29 \times 14 \times 6.5$ cm Größe erzeugt, welche Dimensionen mit Rücksicht auf den Mauerverband derart bemessen sind, daß die doppelte Ziegelhöhe mehr 1 cm Mörtelband die Ziegelbreite und die doppelte Ziegelbreite mehr 1 cm Mörtelband die Ziegellänge gibt. In Deutschland ist der normale Mauerziegel $25 \times 12 \times 6.5$ cm groß. Nach der Art der Herstellung unterscheidet man:

Gewöhnliche Mauerziegel, die aus gewöhnlichem Lehm ohne besondere Vorbereitung erzeugt und zur groben Mauerung gebraucht werden.

Geschlemmte Ziegel, welche aus geschlemmtem, zu Brei angerührtem und dann gesiebttem Lehm erzeugt werden. Durch das Schlemmen werden die Verunreinigungen des Lehms entfernt; durch entsprechende Zusätze, die dem Tonbrei innig zugemischt werden, kann man verschieden gefärbte Ziegel erzeugen.

Geschlemmte Ziegel haben ein gleichartiges, feinkörniges Gefüge und schöneres Aussehen als die gewöhnlichen Ziegel, weshalb sie zu Rohbauten, d. h. zu unverputzt bleibenden Mauern verwendet werden.

Klinkerziegel sind bei hoher Temperatur gebrannt, bei welcher der Ziegel fast zu schmelzen beginnt. Gute Klinkerziegel sollen nicht bloß außen, sondern auch im Innern verklinkert, d. h. verglast sein und bei längerem Liegen im Wasser höchstens 4% an Gewicht zunehmen, d. h. möglichst wasserundurchlässig sein.

Schamotteziegel. Diese werden aus schwer schmelzbarem, möglichst reinem Ton geformt, welchem zur Verhinderung des Schwindens und Reißens Schamottemehl, d. i. gebranntes und dann zerriebener, feuerfester (nicht kalkhaltiger) Ton beigemischt wird.

Die geformten Ziegel werden dann bis zur Weißglühhitze gebrannt. Sie dienen zur Herstellung von Feuerungsanlagen und werden in einem Mörtel verlegt, der aus einer Mischung von Schamottemehl und frischem, feuerfestem Ton besteht (Schamottemörtel).

2. Pflasterziegel (Fig. 8, T. II) sind rechteckige, quadratische oder polygonale 2.5—5 cm dicke Platten.

3. Gesimsziegel (Fig. 6, T. II), der Form nach ähnlich den Mauerziegeln, nur größer als diese, macht man gewöhnlich 45—80 cm lang, 15—30 cm breit und 9—15 cm dick.

4. Gewölbsziegel (Fig. 3, T. II) sind keilförmige Steine, welche man zur Herstellung von Gewölben kleiner Spannweiten (Kanälen usw.) verwendet.

Für Gewölbe größerer Spannweite benützt man häufig auch normal geformte Ziegel von solchen Dimensionen, die die Ausführung von $\frac{3}{4}$ Ziegel dicken Gewölben gestatten, Fig. 3 a; man nennt solche Ziegel dann auch Gewölbeziegel.

In neuester Zeit erzeugt man verschieden geformte Ziegel für flache Gewölbe, von denen im Kapitel „Deckenkonstruktionen“ die Rede sein wird.

5. Brunnen- oder Kesselziegel (Fig. 4, T. II) dienen zum Mauern zylindrischer Körper (Brunnenschächte), haben daher die Form eines Ringausschnittes und müssen — da sie zumeist im Feuchten verwendet werden — sehr gut gebrannt sein.

6. Säulen- und Schlotziegel (Fig. 5, T. II) werden ihrem Zwecke entsprechend in verschiedenen Formen eigens zu bestellen sein.

7. Hohle Ziegel (Fig. 1, T. II) werden zumeist in der Größe der normalen Mauerziegel, oft aber auch mit kleineren Dimensionen maschinell erzeugt und besitzen der Länge oder Breite nach quadratische oder kreisrunde, durchlaufende Hohlkanäle. Diese Ziegel sind bedeutend leichter und schlechtere Schall- und Wärmeleiter als die vollen; eignen sich daher für hängendes und schwebendes Mauerwerk (Erker, Gewölbe usw.) und für dünne Scheidemauern.

8. Poröse Ziegel dienen ebenfalls wie die Hohlziegel zur Herstellung von leichten Mauern. Zu ihrer Erzeugung wird der Lehm mit leicht brennbaren Stoffen, wie Lohe, Sägespänen, Korkabfällen u. dgl. vermengt, welche im Ziegelofen verbrennen. Die Ziegel werden dadurch porös und leicht. Die im Ziegel zurückbleibende Asche ist aber oft von nachteiliger Wirkung, so daß man die Hohlziegel vorziehen wird.

Eine besondere Gattung sind die „porösen Mauerziegel“ von Libuschin bei Kladno in Böhmen. Diese werden aus Steinkohlenschiefer und Ton in der Weise erzeugt, daß die entsprechend zerkleinerten, gesiebten und befeuchteten Materialien zu Ziegeln gepreßt und dann gebrannt werden, wobei die schon in den Ziegeln enthaltene Kohle allein den nötigen Brennstoff abgibt.

Diese sehr porösen und leichten Ziegel werden auch als Zweilochhohlziegel erzeugt, welche sich besonders zur Herstellung von leichten Mauern, Isolierungen u. dgl. eignen.

9. Profilziegel (Fig. 7, T. II) werden aus dem besten Lehmmaterial, mit verschiedenartigen Profilierungen, zuweilen auch verschiedenfärbig erzeugt und dienen zur Herstellung der Gesimsgliederungen bei Rohbaufassaden. Sie können an den sichtbaren Mauerflächen auch glasiert werden.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein sind einige Normalprofile konstruiert worden, nach welchen in größeren Ziegeleien solche Ziegel erzeugt werden.

10. Verblendsteine (Fig. 2 a, T. II) finden ebenfalls Verwendung bei Ziegelrohbaufassaden und werden aus dem besten Lehmmaterial in regelmäßigen Formen erzeugt. Damit man kleinere Mörtelbänder erzielt, macht man sie um 2 mm größer als die normalen Mauerziegel. Zur leichteren Herstellung des Verbandes mit dem Mauerwerke werden diese Verblendsteine meistens nur als Viertel- oder Halbsteine erzeugt. Auch Hohlsteine dieser Art werden hergestellt.

Als Verblendsteine dienen oft auch 2 cm dicke, der Ziegelbreite und Höhe entsprechende Platten mit gerippten Rückenflächen, welche an die fertigen Mauerhäupter mit gutem Zementmörtel aufgeklebt werden.

Diese Verblendsteine können auch glasiert und mit ganz kleinen, gegen die Wandfläche sich erweiternden Fugen erzeugt werden (Fig. 2 b, T. II).

11. Dachziegel (Fig. 21, T. II), a) glatte, rechteckige, b) Biberschwänze, c) First- und Gratziegel, d) Wellenziegel (Dachpfannen), e) Falzziegel werden in verschiedenen Größen und Formen aus geschlemmtem Ton erzeugt und scharf gebrannt. Die flachen Dachziegel haben in Wien eine Größe von 45 cm Länge, 18 cm Breite und 1,5 cm Dicke. Näheres hierüber bei Dachdeckerarbeiten.

12. Pflasterplatten aus Ton (Fliesen Fig. 11, T. II), auch Mettlacherplatten (nach dem Dorfe Mettlach in der deutschen Rheinprovinz) genannt, werden aus sehr gutem Ton erzeugt, wobei die unter hydraulischem Drucke gepreßten Formstücke im Ziegelofen bis zur Versinterung gebrannt werden.

Sie sind zumeist quadratisch, manchmal auch polygonal, besitzen große Härte und Dichte und sind sehr dauerhaft und wetterbeständig.

13. Die Klinkerplatten (Fig. 9, T. II) werden aus talgerdehaltigem, mit reinem Quarzsande versetztem Ton erzeugt und bis zur Sintergrenze scharf gebrannt. Sie geben das dauerhafteste Pflaster für Stallungen, Trottoirs, Haus-

fluren usw. Eine besonders dauerhafte Gattung sind die sogenannten Kunstbasaltsteine der Firma Schlimp in Schattau (Böhmen).

14. Sonstige Tonwaren als: Poterien (Fig. 16, 17, T. II) sind nichtglasierte Röhren von rechteckigem oder quadratischem, manchmal auch rundem Querschnitt mit rauhen, oft gerippten Außenwänden. Sie dienen zur Verkleidung verschiedener Kanäle und Schlotte in Mauerwerke. Mit Poterien verkleidete Rauch- und Ventilationschlote fördern infolge ihrer glatten Flächen den Zug und gestatten eine leichtere Reinigung.

Steinzeugrohre (Fig. 18, T. II), *a*) mit festen und *b*) mit beweglichen Muffen werden innen und außen glasiert; sie sind nicht nur wasserdicht und wetterbeständig, sondern auch gegen Säuren unempfindlich, eignen sich daher für allerlei Abort- und Kanalrohrleitungen u. dgl. Die verschiedenen Fassonstücke, als Bogen-, Zweig-, Übergangstücke, Siphons (Geruchsperrn), Putzöffnungsstücke, Abortganzin usw. sind auf Tafel 68 dargestellt und im Kapitel über Kanalisierung näher erläutert.

Auch die Kaminaufsätze (Fig. 20, T. II) macht man häufig aus Steinzeug.

Drainageröhre (Fig. 22, T. II) sind gebrannte, unglasierte, poröse, manchmal durchlochte Tonröhren, eventuell mit verschiebbaren Muffen. Sie dienen zu Entwässerungen von zu wasserreichem oder versumpftem Boden (II. Band, Bodenentwässerung).

Die Kacheln (Fig. 24, T. II) sind aus Steingut oder feuerfestem Ton erzeugt und an der Außenseite glasiert. Sie dienen zur Verkleidung von Öfen, Sparherden, Wänden u. dgl. Es gibt glatte *a*), gepreßte *b*) und verschiedenfarbig glasierte Kacheln mit verschiedenen Dimensionen.

15. Außerdem werden aus glasiertem Steingut noch viele andere Steinzeugwaren in den Handel gebracht, z. B.:

Mauer- und Kamindeckplatten (Fig. 13, T. II), Rinnsteine (Fig. 12, T. II), Rand- und Saumsteine für Pflasterungen und Einfriedungen (Fig. 14, 15, T. II), Kanalsohlensteine, Futtermuscheln (Fig. 19, T. II), Ausguß- und Wasserleitungsmuscheln usw.

b) Die Ziegelerzeugung (Tafel III).

Zur Ziegelerzeugung dient der Lehm, ein mit Sand und Eisenoxyd vermengter Ton, der meist mit anderen Stoffen, wie kohlen-saurem oder schwefelsaurem Kalk, Schwefelkies, Magnesia, Alkalien und organischen Bestandteilen vermengt ist, welch letztere vor der Verarbeitung des Lehms tunlichst entfernt werden sollen.

Selten ist der Lehm, wie er in der Natur vorkommt, zur Ziegelerzeugung geeignet. Ein Lehm mit geringerem Sandgehalt (fetter Lehm) schwindet und reißt beim Brennen, überdies werden die daraus geformten Ziegel sehr dicht und die Oberflächen glatt, so daß daran der Mörtel nicht gut haftet.

Zu hoher Sandgehalt im Lehm (magerer Lehm) beeinträchtigt die Formarbeit desselben und macht den Ziegel spröde.

Es muß daher dem fetten Lehm zuerst Sand, dem mageren Lehm ein sehr fetter Lehm beigemischt werden, um diese Materialien zur Ziegelerzeugung geeignet zu machen. Einem sehr plastischen Ton muß 20—25% Sand zugesetzt werden.

Nachfolgende Verunreinigungen des Lehmgutes äußern sich bei der fertigen Ziegelware besonders unangenehm, und zwar:

Steintrümmer bedingen eine ungleiche Volumenänderung beim Brennen, wodurch die Ziegel rissig werden; besonders schlecht sind Mergel- und Kalkstücke, welche zu Ätzkalk brennen, in der Mauerfeuchte ablöschen und hiebei den Ziegel sprengen.

Kohlensaurer Kalk in geringen Mengen und fein verteilt ist dem Ziegel unschädlich, bei größerer Menge jedoch werden die daraus erzeugten Ziegel in der Feuchtigkeit abblättern. Das Vorhandensein von kohlen-saurem Kalk läßt sich durch Begießen mit Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure konstatieren, es tritt dann ein deutliches Aufbrausen ein. Kalkgehalt fördert die Schmelzbarkeit des Tones.

Kali- und Natronverbindungen scheiden beim Trocknen des Ziegels an dessen Oberfläche Salze aus, die in den Mauern Flecken erzeugen und auch Mauerfraß hervorrufen können.

Organische Substanzen verkohlen beim Brennen und verursachen so Höhlungen im Ziegel, welche die Festigkeit desselben verringern. Überdies können die Ziegel durch die Gasentwicklung beim Verbrennen der organischen Beimengungen im Ziegelofen platzen.

Schwefelkies bewirkt nachteilige Auswitterungen, die den Stein an der Oberfläche zerstören.

Gips ist nachteilig, wenn die Tonmasse zu schwach gebrannt wird.

Kohlengehalt verursacht beim Brennen ein starkes Schwinden der Ziegeln.

α) Das Füllen und Verarbeiten des Lehmes.

Der Lehm zur Ziegelerzeugung wird von den Grubenwänden, am besten im Herbst, mit der Lettenhaue abgelöst (gefällt), von Steinen und allen sichtbaren Verunreinigungen befreit, in Haufen geschüttet und während des Winters öfter begossen und womöglich auch umgeschaufelt. Durch die Einwirkung des Frostes — das Auswintern — werden die einzelnen Steinkörnchen gesprengt und so der Lehm aufgeschlossen, wodurch bei dem öfteren Umschaukeln eine gleichmäßige Mengung und Verkleinerung des Lehmgutes erzielt wird.

Der aufgeschlossene Lehm wird in kleineren Haufen mit Wasser begossen und barfuß durchgetreten, wobei die noch fühlbaren Steinchen entfernt werden sollen.

Ist der Lehm zu fett oder zu mager, so bringt man denselben in seichte, mit Bretter bekleidete Gruben, „Sümpfe“, begießt ihn hinreichend mit Wasser, läßt ihn etwa 24 Stunden sumpfen. Hierauf arbeitet man ihn auf einem an den „Sumpf“ anstoßenden Bretterboden (Brücke) unter Beimengung des nötigen Sandes oder der erforderlichen fetten, vorher ebenfalls eingesumpften Lehm-gattungen gehörig durch. Bei größerem Betriebe geschieht dies mit Maschinen.

Schlechter, grobsandiger, oder allzu fetter Lehm muß geschlemmt werden. Das Schlemmen besteht darin, daß man den Lehm in geeigneten, flachen Behältern (Kufen) mit Wasser verrührt. Die grobkörnigen, nicht aufweichbaren Bestandteile fallen zu Boden; die dünnflüssige Masse wird in die seichten Schlemmgruben geleitet, wo das Wasser zum Teil in den Boden versickert, zum Teil verdunstet, so daß schließlich ein zur weiteren Verarbeitung brauchbares Produkt zurückbleibt.

Das Verrühren wird häufig mit Maschinen bewirkt, welche die Mengung viel rascher besorgen. Vor dem Einlassen der aufgerührten Lehm-masse in die Schlemmgruben fängt man weitere gröbere Beimengungen durch Siebe ab.

Das so gereinigte Lehm-gut wird sodann in G a r g r u b e n bis zur Verwendung desselben aufbewahrt und durch Zudecken mit Strohmatten oder Brettern vor dem Austrocknen geschützt.

β) Das Formen der Ziegel.

Das Erzeugen der Ziegel kann entweder mit Handbetrieb (Handschlag) durch das Ziegelstreichen oder mit Maschinenbetrieb erfolgen.

Das Ziegelstreichen geschieht am Streichtische in der Weise, daß das fertige Lehm-gut in eine hölzerne Form, den Model (Fig. 1, T. III) eingebracht,

mit den Händen und durch mäßiges Aufschlagen mit dem Model auf den Streichtisch gehörig eingepreßt und der überflüssige Lehm mit einem hölzernen, linealartigen Streicher abgestrichen wird.

Die geformten Ziegel werden sodann auf das Abtragebrett geschlagen, mit einem zweiten Abtragebrettchen bedeckt, auf die Ziegeltenne (einen ebenen freien Platz) übertragen und dort zuerst flach aufgelegt. Nach einem halben Tag werden sie hochkantig gestellt und nach 1—2 Tagen in gedeckte Trockenschoppen geführt, wo sie auch hochkantig mit Zwischenräumen aufgestellt werden und bis zum vollkommenen Austrocknen verbleiben. Ein Arbeiter kann in 10 Stunden 3000 Ziegel streichen. Die Dimensionen des Models sollen mit Rücksicht auf die Schwindung der Lehm Masse im Feuer um $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{12}$ größer sein, als die normalen Dimensionen der zu erzeugenden Ziegel.

Das Erzeugen von Maschinziegeln wird zumeist so betrieben, daß der gefällte und wenig feuchte Lehm in einen zylindrischen Blechkasten (Fig. 2, T. III) gebracht wird, in welchen er durch schneckenförmige Tonschneider verarbeitet und durch zwei sich gegeneinander drehende Walzen nach unten zu, gegen die wagrecht auslaufende Verengung des Kastenendes gepreßt wird. Diese Verengung (Mundstück) hat einen der Länge und Breite der Ziegel entsprechenden Querschnitt. Aus dem offenen Mundstück dringt somit ein ununterbrochener Tonstrang heraus, welcher auf einem Band ohne Ende aufgefangen und durch den Draht eines Schneiderrahmens auf Ziegeldicke zerschnitten wird. Die fertigen Ziegel, welche durchaus festerer Konsistenz sind als die Handschlagziegel, werden direkt in den Trockenschoppen hochkantig aufgeschlichtet.

Auf diese Art können verschiedenartig dimensionierte Ziegel erzeugt werden. Man braucht nur das entsprechende Mundstück einzusetzen und die regulierbare Schneidevorrichtung auf die gewünschte Ziegeldicke einzustellen.

Die Erzeugung der Dachziegel kann auf ähnliche Weise wie das Streichen der gewöhnlichen Ziegel erfolgen oder auch mit Maschinen bewirkt werden. Zu solchen Ziegeln darf aber nur sehr guter, zumeist geschlemmter Lehm genommen werden. Die zum Aufhängen dienende Nase wird entweder in einer entsprechend geformten Vertiefung des Modelbodens (Fig. 3, T. III) ausgepreßt oder nachträglich angefügt.

Die First- und Gratziegel werden nach dem, wie bei gewöhnlichen Dachziegeln bewirkten Streichen über eine der Form entsprechende Walze (Fig. 4 b, T. III) gelegt, an welche sie sich vollkommen anschmiegen und bis zum gänzlichen Austrocknen belassen werden. Diese Ziegel erfordern einen besonders gut gereinigten und äußerst zähen Lehm.

Das Erzeugen der Dachfalzziegel kann nur mit maschinellen Einrichtungen erfolgen, indem zuerst ähnlich wie bei gewöhnlichen Maschinziegeln aus einem Tonstrang flache, der Ziegelgröße entsprechende Stücke abgeschnitten, diese dann zwischen zwei korrespondierende, in Eisenhüllen eingebettete Gipsformen gelegt und dann in einer Presse einem hohen Druck ausgesetzt werden, wodurch die überflüssige Lehm Masse aus den sich schließenden Formteilen herausgepreßt wird. Die geformten Ziegel werden sodann in Trockenschoppen bis zum gänzlichen Austrocknen aufgeschlichtet.

γ) Das Ziegelbrennen.

Nachdem die gewöhnlichen Ziegel durch ungefähr 4 Wochen im Trockenschoppen — gehörig aufgeschlichtet — gelagert haben, werden sie zum Brennen genügend ausgetrocknet sein; man nennt sie dann auch Luftziegel.

Das Brennen der Ziegel kann entweder in Feldöfen oder in gemauerten Ziegelöfen mit unterbrochener oder in gemauerten Ringöfen mit ununterbrochener Feuerung erfolgen.

1. Öfen mit unterbrochenem Betriebe.

Brennen in Feldöfen (Meilern):

Die Erbauung eines Feldofens (Fig. 5, T. III) erfolgt auf einem möglichst ebenen, freien Platze aus den zu brennenden Luftziegeln in der Weise, daß dieselben schichtenweise in 3 cm breiten Zwischenräumen hochkantig derart aufgestellt werden, daß sie abwechselnd einmal parallel zur Längsachse des Ofens und in der darüber befindlichen Schichte unter 45° gegen die Ofenachse gelagert sind. Das Brennmaterial wird in den senkrecht zur Ofenachse gestellten 0·60 m breiten, und je nachdem Holz- oder Steinkohle gebrannt wird, 1·00—1·30, bezw. 0·50—0·60 m hohen Schürgassen eingelegt.

Der Feldziegelofen hat einen rechteckigen Grundriß und besteht im unteren Teile aus 12 hochkantig übereinander, wie vor erklärt, aufgeschichteten Ziegelschichten, welche die Schürgassen enthalten. Zwischen den Schürgassen sind 1·3 m breite Sätze in der Höhe von 6 Ziegelschichten aufgebaut, während an den beiden Stirnseiten diese Sätze nur 3 Ziegellängen, zirka 95 cm breit gemacht werden.

Die Decken der Schürgassen werden mit drei zahnartig überkragenden Ziegellagen (Schloß) gebildet und darüber noch drei volle Ziegelschichten aufgelegt. Die nun folgenden acht Schichten werden auf dieselbe Weise, jedoch an den Enden 15 cm zurücktretend und die obersten vier Schichten abermals 15 cm zurücktretend aufgeschichtet. Diese Ausmaße sind zwar nicht bindend, aber erfahrungsgemäß für die Stabilität und den Brand des Ofens am günstigsten.

Die Breite des Ofens, bezw. die Länge der Schürgassen richtet sich nach dem zur Verwendung gelangenden Brennmaterial. Bei Holzfeuerung werden dieselben 4—5 m und bei Steinkohlen- oder Torffeuerung 2·5—3·5 m lang gemacht, wenn die Feuerung von einer Seite erfolgt. Geschieht die Feuerung, wie in der dargestellten Figur von beiden Seiten, so können die Schürgassen doppelt so lang sein.

Die Länge des Ofens soll nicht über acht Schürgassen betragen, weil sonst der Ofen zu groß würde, ein gleichmäßiger Brand schwer zu erhalten wäre und durch das langsame Abkühlen desselben viel Zeit verloren ginge.

Nach Vollendung der Ofenschichtung wird derselbe ringsum mit einem 15—30 cm dicken Hemd aus gebrannten, in Lehmörtel gemauerten Ziegeln versehen und als Decke eine liegende Ziegelschichte mit ausgesparten Luftöffnungen und darüber eine 8—10 cm hohe Erdschüttung aufgetragen.

Zum Schutze gegen zu rasche Abkühlung werden an den beiden Stirnseiten auf zirka 0·50 m Abstand von der Stirnwand Windschirme aus Pfostenwänden aufgestellt; die Räume zwischen Windschirmen und Stirnwand sind mit Erde ausgefüllt.

Bei Steinkohlen- oder Torffeuerung werden die Schürgassen nur zirka 60 cm hoch gemacht, an der Sohle der einzelnen Schürgassen wird mit hochkantig, in geeigneten Zwischenräumen aufgestellten Ziegeln eine Art Rost gebildet. Besser ist eine Rostanordnung mit Aschenfall, bei welcher man die Luft durch regulierbare Klappen einströmen läßt.

Die Heizung des Feldofens kann entweder mit Holz, mit Steinkohle oder Torf oder mit Holz und Steinkohle zugleich vorgenommen werden.

Bei Holzfeuerung werden die Schürgassen auf einer Seite mit Holz vollgeschichtet und die Mündungen 15 cm dick vermauert. Auf der entgegengesetzten Seite wird ein mäßiges Feuer (Schmauchfeuer) durch 3 Tage unterhalten, um die Ziegel vollkommen auszutrocknen.

Die Ziegel werden dann aufhören zu schwitzen, der Rauch wird allmählich lichter und das am entgegengesetzten Schürgassenende eingebrachte Holz (Boccat-holz) wird sich entzünden.

Nun wird der sogenannte „Wechsel“ in der Feuerung vorgenommen. Die früher offene Schürgassenmündung wird bis auf 0·90 m Höhe vermauert und die

restliche Öffnung mit Holz vollgestopft. Die gegenüberliegenden bisher vermauerten Mündungen werden geöffnet und dort ein verstärktes Feuer ununterbrochen unterhalten. Sobald das auf der gegenüberliegenden Seite in die halbvermauerte Öffnung gestopfte Holz zu brennen beginnt, wird dasselbe in die Schürzgassen gestoßen und durch neues ersetzt, nach öfterer Wiederholung aber die Öffnung ganz zugemauert.

Das Feuer wird einige Tage unterhalten, und zwar so lange, bis an Stelle des nur spärlich abziehenden, lichten Rauches, schließlich an der Decke helle, bläulichgelbe oder weißlichgrüne Flämmchen durchbrechen und die Ziegel weißglühend sind.

Der Brand ist dann beendet und der Ofen muß langsam abkühlen, wozu alle Schürflöcher vermauert und die Rauchabzugsöffnungen an der Decke mit Erde beschüttet werden. Im weiteren Verlaufe werden die Windschirme abgetragen, die Decke wird allmählich gelüftet, so daß in zirka 14 Tagen der Brand ausgekühlt und der Ofen ganz abgetragen, beziehungsweise der ganze Ziegelsatz ausgeschoben werden kann.

Die Heizung mit Steinkohle oder Torf erfolgt auf ähnliche Weise wie mit Holz auf einem aus Ziegeln aufgeschichteten Rost.

Um den Wärmeverlust herabzumindern, empfiehlt es sich, statt des schwachen Ziegelhemdes rings um den Ofen eine 90 cm starke Mauer auf Ofenhöhe auszuführen, welche nach dem Brande stehen bleibt.

Bei der Heizung mit Steinkohle und Holz wird zunächst in den Schürzgassen ein mäßiges, sodann ein kräftiges Feuer mit Holz, eventuell unter Beimengung von etwas Steinkohle unterhalten und dabei ein ähnlicher Vorgang beobachtet, wie bei der Holzfeuerung, so daß auch ohne Rost gefeuert werden kann. Nachdem die Ziegel entsprechend erhitzt sind, wird durch Öffnungen an der Decke Kohलगrus eingestreut, welcher den Brand so sehr fördert, daß derselbe in zirka acht Tagen beendet sein kann, während bei ausschließlicher Holzfeuerung eine Branddauer von 10—17 Tagen notwendig ist.

Gemauerte Ziegelöfen. Die Anlage solcher Öfen erfolgt nach ähnlichem Prinzip wie die der Feldöfen, meistens aber nur mit Heizung auf einer Seite, so daß es zweckmäßig ist, den Ofen an einer Berglehne einzubauen, wodurch die Wärme des Ofens besser erhalten bleibt und auch die Umfassungsmauern schwächer gehalten werden können.

Das Prinzip des Ofens (Fig. 6, T. III) besteht darin, daß zur Umschließung der Ziegelschichtung eine 1·5—2·10 m starke Umfassungsmauer ausgeführt wird. Diese Umfassung ist gewöhnlich aus zwei 0·15—0·30 m voneinander entfernten Mauern hergestellt; der Zwischenraum wird mit schlechten Wärmeleitern, Asche, Sand u. dgl. ausgefüllt, damit der äußere Mauerteil von der Hitze nicht leidet. Die innere 0·90 m dicke Mauer wird aus gebrannten Ziegeln in Lehmörtel, die äußere 0·60 m dicke Mauer aus gebrannten Ziegeln in Weißkalkmörtel hergestellt.

An der Vorderseite der Mauern sind die nötigen Heizöffnungen *H* (Fig. 6, T. III) ausgespart, ferner sind an der inneren Mauer mit Schubern *S* verschließbare Luftzüge *L* angebracht, die oberhalb der Schürzgassen beginnen und bis über Dach geführt werden. Die von der Decke aus beweglichen Schuber *S* ermöglichen es, das Feuer in bestimmte Richtungen zu leiten.

Über dieser Umfassungsmauer ruht auf zirka mann hohen Pfeilern *P* die Dachkonstruktion, welche mit Rücksicht auf Feuergefahr von der Ofendecke isoliert ist.

Vor den Heizöffnungen können Flugdächer oder gemauerte Heizstuben angelegt werden.

Das Einsetzen der Ziegel erfolgt anfangs durch die Heizöffnungen *H*, dann durch in halber Höhe in der Umfassungsmauer ausgesparte Einsatztüren *T*, welche nach dem Einsetzen wieder vermauert werden, schließlich wird der Einsatz von

oben aus vollendet und die Decke samt den notwendigen Öffnungen aus zwei liegenden Ziegelscharen und mit einer Erdüberschüttung gebildet.

Die Heizung erfolgt ähnlich wie bei den Feldöfen, die Regulierung des Brandes geschieht durch die Schieber der Luftzüge und durch die Deckenöffnungen.

2. Ziegelöfen mit ununterbrochenem Betriebe. Der Hoffmann'sche Ringofen, welcher früher mit ringförmigem, heute aber nur mit oblongem Grundriß (Fig. 7a, T. III) gebaut wird, arbeitet ununterbrochen und besitzt wesentliche Vorteile gegenüber den älteren Öfen mit unterbrochenem Betriebe, und zwar 60—70% Brennmaterialeersparnis, gesteigerte Leistungsfähigkeit und Lieferung gleichmäßig gut ausgebrannter Steine.

Der in Fig. 7, T. III, skizzierte Hoffmann'sche Ringofen hat 14 Brennkammern. In jede dieser Kammern, welche nur durch offene Gurten voneinander getrennt sind, mündet von außen eine Einsatztür t und diagonal gegenüber ein durch das Ventil v von der Decke D verschließbarer Rauchabzugskanal r , welcher in den Rauchsammler R mündet, aus welchem die Rauchgase nach dem Schlot Sch geleitet werden. In der Decke D sind auf zirka 1 m Entfernung Kohleneinwurfshäute angebracht, welche bis in die Brennkammern führen und oben mit gußeisernen Glocken g geschlossen werden können.

Die durch Gurten getrennten Kammern können mittels Eisenschieber S voneinander vollständig getrennt werden.

Beim Betrieb des Ringofens muß man folgende Perioden unterscheiden: 1. das Einsetzen, 2. das Vorwärmen, 3. das Brennen, 4. das Abkühlen und 5. das Austragen der Ziegel.

Um den Vorgang an der Fig. 7, T. III, zu erklären, sei angenommen, die Inbetriebsetzung erfolge von der Kammer 1 aus.

Das Einsetzen der Ziegel. Das Einsetzen der Ziegel in Kammer 1, die gegen Kammer 14 durch den Schieber S abgeschlossen wird, erfolgt von der Heiztüre t_1 aus. Die Ziegel werden hochkantig und kreuzweise mit entsprechenden Zwischenräumen derart geschichtet, daß unter den Kohleneinwurfshäuten der Decke D gegen unten zu sich verengende Kanäle entstehen, in welche der Brennstoff herabfällt.

Beim Schlichten muß darauf geachtet werden, daß bei den die Kammern trennenden Gurten der zum Einschoben des eisernen Schiebers S nötige Manipulationsraum frei bleibt.

Ist Kammer 1 gefüllt, so wird nun auch zwischen die Kammern 1 und 2 ein Schieber S_1 eingeschoben und hierauf mit dem Einsetzen in Kammer 2 begonnen.

Das Vorwärmen der Ziegel. Während das Einschoben der Ziegel in Kammer 2 fortgesetzt wird, beginnt das Vorwärmen der Ziegel in Kammer 1. Hierzu wird t_1 bis auf eine kleine Öffnung vermauert und in dieser ein kleines sogenanntes Schmauchfeuer angefacht, das die Ziegel austrocknen und zum eigentlichen Brand vorbereiten soll. Zur Erhaltung dieses Feuers muß der Rauchkanal r_1 geöffnet sein.

Mittlerweile ist Kammer 2 gefüllt; t_2 wird wieder bis auf eine kleine Öffnung vermauert, der Schieber S_1 zwischen Kammer 2 und 3 versetzt, Kanal r_2 geöffnet und das Schmauchfeuer in der Türöffnung bei t_2 angefacht.

In dieser Weise wird mit der Füllung und dem Vorwärmen fortgesetzt bis inklusive Kammer 13. Kammer 14 braucht man als Manipulationsraum für die Einleitung des Brandes.

Das Brennender Ziegel. Mittlerweile werden in den ersten Kammern 1, 2, 3 die Ziegel durch die Schmauchfeuer entsprechend vorgewärmt sein und es kann nun der eigentliche Brand beginnen. Der zuerst eingeschobene Eisenschieber S zwischen den Kammern 1 und 14 wird herausgeschoben und an seiner Stelle ein Holzstoß aufgeschichtet und angezündet.

Sämtliche Türen t_1 — t_{13} werden vollständig vermauert und alle Rauchkanäle bis auf r_{13} , eventuell noch auf r_{12} geschlossen, so daß die Verbrennungsgase des Holzfeuers sämtliche Kammern von 1—13 (eventuell 12) durchziehen müssen, um zum Rauchsammler R und von da in den Schornstein zu gelangen.

Auf diese Weise werden die eingeschichteten Ziegel vorgewärmt. Durch die Einwirkung der Flammen des Holzstoßes — eventuell verstärkt durch das Feuer von der, durch die Einwurfschächte in die Kammer 1 geworfenen Kohle werden daselbst die Ziegel gar gebrannt. Zum Garbrennen der Ziegel in den folgenden Kammern 2, 3 usw. muß von oben Kohlengrus zugeschüttet werden.

Das Abkühlen der Ziegel. Sind die Ziegel in Kammer 1 gar gebrannt, so läßt man das Holzfeuer erlöschen. Die frische Luft, welche von der Kammer 14 einströmt, wird die Ziegel allmählich abkühlen. Dasselbe vollzieht sich nach erreichtem Garbrennen bei Einstellung des Kohle einwurfes in den Kammern 2, 3 usw.

Ist man auf diese Weise bis Kammer 8 angelangt, so wird die Abkühlung in Kammer 1 so weit fortgeschritten sein, daß dieser Raum betretbar sein wird.

Es sei hier besonders hervorgehoben, daß die in die Kammer 1 eintretende frische Luft bei ihrem Durchgange durch die heißen Ziegel immer mehr und mehr erwärmt und als Heißluft zum Brennmaterial der gerade im Garbrande (Kammer 8) befindlichen Ziegel kommt. Dies, sowie der bereits erwähnte Umstand, daß die Verbrennungsgase nicht direkt von der letzten im Garbrande stehenden Kammer (z. B. 8) in den Rauchschlot abgelassen, sondern auch zum Brennen, bezw. Vorwärmen der Ziegel in den noch folgenden Kammern (9—13) ausgenützt werden, bedingen die große Ersparnis an Brennmaterial.

Austragen der Ziegel und Nachfüllung des Ofens. Nach dem Abkühlen der Ziegel in Kammer 1 wird die Tür t_1 ausgebrochen und die fertigen Ziegel werden hinausgeführt.

Gleichzeitig wird mit dem Einsetzen der Ziegel in Kammer 14 begonnen und nach Vollendung dieser Arbeit der Eisenschieber S_1 zwischen Kammer 14 und 1 versetzt, der Rauchkanal r_{14} geöffnet, hingegen r_{13} (eventuell bloß r_{12}) geschlossen.

Nach Vollendung eines solchen Kreislaufes ist der kontinuierliche Betrieb im Gange. Es ist klar, daß, wenn Kammer 2 (3, 4) entleert wird, in der unmittelbar vorhergehenden Kammer 1 (2, 3) Ziegel eingesetzt werden, während in der diametral gegenüberliegenden Kammer 8 (9, 10) mit dem Einwerfen von Brennmaterial zum Garbrennen begonnen wird.

Innerhalb 24 Stunden kann eine Kammer entleert, die vorhergehende gefüllt und der Schieber S_1 eine Gurte weitergerückt werden.

Leistung des Ofens. Die Brennkammern werden gewöhnlich 3 m lang, 2 m breit und 2 m hoch gemacht und fassen dann zirka 3000 Stück normale Mauerziegel. In einem Jahr mit 200 Brenntagen vermag man daher rund 600.000 Ziegel fertig zu stellen.

c) Kennzeichen guter, gebrannter Ziegel.

Gute Mauerziegel sollen aus gleichmäßigem, gut durchgearbeitetem Lehmmaterial bestehen, keine Kalkstein- oder Mergelknollen oder sonstige schädliche Bestandteile enthalten.

Die fertigen Ziegel sollen der Form und Größe nach gleichmäßig und gut ausgebrannt, jedoch nicht verschlackt sein und eine rauhe Oberfläche haben; sie müssen hellklingend, frei von Rissen und möglichst scharfkantig sein. Die Bruchfläche soll gleichmäßig, feinkörnig und wenig porös sein; ferner soll der Ziegel sich nach allen Richtungen gut teilen lassen.

Längere Zeit im Wasser gelegene Ziegel sollen keine zu große Gewichtszunahme aufweisen, auf keinen Fall erweichen oder zerbröckeln.

Im Freien überwintert, sollen die Ziegel ganz unverändert bleiben; besonders Dachziegel sollen immer solchen Verwitterungsproben unterzogen werden.

Für Feuerungsanlagen bestimmte Ziegel dürfen nicht bersten, wenn man sie glüht und hierauf mit Wasser begießt.

Die Farbe der Ziegel ist für die Güte derselben im allgemeinen nicht bestimmend. Reiner Ton gibt blasse Steine, Eisenoxyd färbt die Ziegel gelb, rötlich, rot oder braun, je nach seiner Menge und dem Hitzegrad beim Brennen; bei niedriger Brandtemperatur kann man auch bei größerem Eisengehalt gelbe, selbst ganz blasse Ziegel erzielen. Je mehr die Ziegelsteine beim Brennen sintern, um so dunkler wird ihre Farbe.

Beim ungleichmäßigen Brande, der namentlich in Feldöfen vorkommt, werden die zunächst den Schürgassen geschlichteten Ziegel schärfer gebrannt sein als jene, welche nahe den Außenwänden liegen. Erstere sind daher auch oft verschlackt, verdreht oder teilweise abgeschmolzen, während letztere nicht ganz durchgebrannt und mürbe sind. Derart zu wenig gebrannte Ziegel haben geringe Festigkeit und Wetterbeständigkeit und lassen sich zumeist durch ihren dumpfen, hohlen Klang erkennen.

Dachziegel sollen mindestens die Eigenschaft sehr guter Mauerziegel besitzen. Sie müssen möglichst dünn, in Form und Größe ganz gleichmäßig und sehr wetterbeständig sein, weshalb Dachziegel eine etwas verglaste Oberfläche haben sollen.

2. Ungebrannte, künstliche Steine.

a) Kalksandziegel.

Diese werden aus einer steifen Mörtelmasse von 1 Teil Weißkalk, besser hydraulischem Kalk und 5—6 Teilen reschem Quarzsand hergestellt, indem man mittels Ziegelpressen unter hohem Druck Ziegel formt, die man dann in luftigen Schoppen 3—6 Wochen trocknen läßt.

Durch Eintauchen der Ziegel in eine Wasserglaslösung kann eine schnellere Erhärtung erzielt werden.

Diese Ziegel sind leicht herzustellen, besitzen aber größere Sprödigkeit und geringere Widerstandsfähigkeit als gebrannte Ziegel, sind nicht feuerbeständig und lassen sich nur schwer behauen. Sie erfordern eine gute Isolierung gegen Bodenfeuchtigkeit, benötigen jedoch keinen Verputz. Man erzeugt sie meist nur in Gegenden, wo Lehm mangelt, dagegen Sand und Kalk billig ist.

In neuester Zeit werden Kalksandsteine mit einem sehr geringen Kalkzusatz (0.10 bis 0.05 des Sandes) erzeugt, indem man nicht wie beim Mörtel sämtliche Zwischenräume der Sandkörner mit Kalkbrei ausfüllt, sondern die Sandkörner bloß an deren Berührungspunkten mit Kalkbrei verbindet. Die geringe Kalkmenge muß daher ganz gleichmäßig auf die große Sandmasse verteilt werden, was mit besonderen Mischmaschinen in verlässlicher Weise bewirkt wird. Der steife Mörtelbrei wird dann auf Pressen zu Ziegeln geformt, welche behutsam auf Rollwägen geladen und in den Härtekessel gefahren werden, wo sie durch 10—12 Stunden einem Dampfdruck von 9 Atm. ausgesetzt und dann als fertige Ziegel wieder herausgefahren werden.

Im Härtekessel vollzieht sich ein chemischer Prozeß, indem die Kieselsäure an der Oberfläche der Sandkörner sich mit dem daran haftenden Kalk bei Wasserdampf und großer Hitze in wasserhaltigen kieselsäueren Kalk verwandelt. Es tritt also an den Berührungsstellen der Sandkörner gleichsam ein Verwachsen der Körner ein, wodurch ein dem Sandsteine ähnliches Gefüge entsteht, der noch vorhandene Überschuß an Kalk, welcher an dem chemischen Vorgange nicht teilgenommen hat, wird durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft eine weitere Erhärtung, ähnlich wie beim Kalkmörtel erfahren, wodurch das Produkt an Härte immer zunimmt.

b) Schlackenziegel.

Diese werden wie die Kalksandziegel hergestellt, nur wird statt Sand gestoßene, granulirte Hochofenschlacke verwendet. Sie sind ebenso fest und zumeist auch billiger als gebrannte Ziegel, außerdem sehr porös und wetterbeständig.

Das mit solchen Ziegeln hergestellte Mauerwerk trocknet rasch aus und gibt warme trockene Wohnräume. Die Ziegel werden mit einem gleichartigen Mörtel vermauert.

c) Künstliche Sand- und Kalksteine.

Diese haben verschiedene Zusammensetzung, bestehen aber der Hauptsache nach aus reschem Quarzsand, Hochofenschlacke, Abfällen von Kalksteinen, Marmor, Kalk- oder Dolomitsand, welche Materialien mit gelöschtem Weißkalk, Ätzkalk oder Wasserglas vermengt, bezw. verarbeitet werden.

Sie eignen sich zur Herstellung von Kunststeinfassaden, zu Kapitälern, Balustern, Ornamenten, Figuren usw., dann zu Ausbesserungen natürlicher Steine.

Solche und ähnliche Kunststeine werden von *Matscheko & Schrödl*, dann von *Zelenka* in Wien hergestellt. Dieses Material ist wetter- und frostbeständig, hat ein dem Naturstein ganz ähnliches Aussehen, eignet sich zu Ausbesserungen von Werkstücken und Steinstufen, ferner zu allerlei Steinmetz- und Bildhauererzeugnissen und für Kunststeinverputz.

d) Zement- und Betonsteine.

Zementsteine werden aus Roman- oder Portlandzement und Sand hergestellt, indem man diese Materialien zu einer Mörtelmasse vermengt, in Formen gießt und an feuchten Orten langsam erhärten läßt. Größere Stücke werden als Betonsteine hergestellt. Dieser Beton wird schichtenweise in die Formen eingebracht und gestampft. Durch Anwendung entsprechender Formen können auf diese Art alle möglichen Gattungen von Bausteinen und ähnliche Erzeugnisse, wie: verschiedene Quadern und Schablonsteine, Stiegenstufen, Gesimse, Pflasterplatten, Ziegel, Dachziegel, Kanalrohre u. dgl. gewonnen werden.

In neuester Zeit werden Gesimsplatten, Stiegenstufen, größere Kanalrohre u. dgl. auch aus Eisenbetonkonstruktion hergestellt. Näheres hierüber, sowie über „Kunststeine“ ist im zweiten Band (Steinmetzarbeiten) enthalten.

Eine besondere Gattung Betonsteine sind die *Marmor- oder Mosaikplatten*, welche auf folgende Art erzeugt werden: In einen Mörtel aus 1 Teil Portlandzement und 2 Teilen Marmormehl werden verschiedenfarbige Marmorsteinchen (Abfälle) gemengt; diese Masse wird in entsprechende Formen gepreßt, nach dem Erhärten aus der Form genommen und auf einer Seite geschliffen, eventuell auch poliert. Werden die buntfarbigen Steinchen nach einer Musterzeichnung in die Mörtelmasse eingedrückt, so erhält man verschieden gemusterte Platten.

e) Kunsttuffsteine,

auch *Bimssand- oder Schwemmsteine* genannt, bestehen aus vulkanischer Asche (Bimssand) und Kalk oder Gips; sie werden in Formen gepreßt und dann getrocknet. Solche Steine sind sehr porös und leicht, eignen sich daher zur Herstellung leichter Wände und Gewölbe, für Fachwerksausmauerungen, für Eiskellerbauten als Fußbodenunterlage, dann zur Wärme-Isolierung als Verkleidung von Decken, Wänden, Dampfleitungsrohren, Dampfkesseln usw. Für Außenwände und schwer tragende Wände sind Kunsttuffsteine nicht geeignet.

Die Isoliersteine und Isolierplatten von *Grote* in Wien bestehen aus Bimssand, Kiesel und Zement, sind daher sehr porös und leicht, dabei auch feuerbeständig und schalldämpfend.

f) Gipsdielen und Spreutafeln.

Diese bestehen aus einer Gipsmasse, welcher leichte, elastische und festbindende Stoffe (Kuhhaare, Federn, Spreu u. dgl.) beigemischt sind und welche mit schwachem Leimwasser angemacht wird.

Die Gipsdielen werden von Fritz Mögle in Wien in Längen von 2·00 m und 2·50 m, in Breiten von 0·20 und 0·25 m, dann in Dicken von 2, 3, 5, 7 und 8 cm hergestellt, sie erhalten in der Längenrichtung eine Einlage von Schilfrohr, Bambus oder dünnen Holzstäbchen.

Zum Schutze gegen Feuchtigkeit können die Gipsdielen bei ihrer Fabrikation auf einer Seite mit Asphaltpappe belegt werden.

Die dickeren Gipsdielen (10—12 cm) erhalten gewöhnlich in der Längenrichtung Hohlkanäle; man nennt sie dann auch Schilfrohrhohltafeln. Solche Tafeln werden in Längen von 1·25 und 2·00 m und Breiten von 30 cm vorrätig gehalten.

Die Spreutafeln werden ohne Rohreinlage und nur als Hohltafeln 10 cm dick, 30 cm breit und 1 m lang erzeugt.

Die aus Gipsdielen, Spreutafeln und Schilfrohrhohltafeln hergestellten Wände sind sofort nach ihrer Fertigstellung trocken, daher können die damit hergestellten Unterkunftsbauten sofort bezogen werden. Gipsdielenwände können auch in gewissem Grade als schalldämpfend und als schlechte Wärmeleiter angesehen werden.

Zur Verbindung der Gipsdielen verwendet man Leimgips und zum Festnageln derselben verzinkte Eisennägeln (siehe Gipsdielenwände im Kapitel Maurerarbeiten).

g) Gipsschlackensteine.

Diese werden aus einem Gemenge von Gips und Kohlschlacke erzeugt und dienen zur Bildung von dünnen Scheidewänden.

Je nach der Verbindungsart dieser Platten an den Stoß- und Lagerfugen hat man verschiedene Systeme zu unterscheiden, von denen einige im II. Band, Maurerarbeiten (dünne Wände), näher erläutert sind.

h) Korkstein.

Dieser besteht aus einem Konglomerat von zerkleinertem, reinem Kork mit mineralischem Bindemittel, unter sehr hohem Drucke zu Steinen oder Platten gepreßt. Er ist von hellgrauer Farbe und geringem (0·25 bis 0·30) spezifischen Gewicht, hat einen schwachen Phenolgeruch, welcher jedoch außen verschwindet, sobald der Korkstein mit einem Mörtelverputz versehen wird, während dieser Geruch ein Einnisten von Ungeziefer im Innern der Korksteine verhindert.

Der Korkstein ist von zähem, elastischem Gefüge und äußerst widerstandsfähig gegen mechanische Einwirkung. Wird eine Messerklinge in den Korkstein eingestoßen und wieder herausgezogen, so schließt sich der dadurch erzeugte Schnitt wie bei einem Korkstück. Korkstein läßt sich sägen und nageln wie Holz oder Kork, verbindet sich gut mit jedem Mörtel und ist unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Temperaturwechsel. Vom Wasser wird der Korkstein bei Berührung mit Wasser nur einige Millimeter, unter Wasser infolge seiner porösen Beschaffenheit aber ganz durchdrungen, jedoch in seinem Zusammenhang nicht gestört, so daß er an der Luft ohne jede Veränderung wieder trocknet. Ein Naßwerden während des Transportes schadet daher dem Korksteine nicht, vor der Verwendung muß er jedoch vollständig ausgetrocknet werden.

Wird der Korkstein in solche Räume eingebaut, wo er beständig der Feuchtigkeit ausgesetzt ist (Eiskeller u. dgl.), so kann derselbe durch Einsetzen in geschmolzenes Pech oder durch Auflegen von Dachpappe oder Holzzement gegen Aufnahme der Feuchtigkeit geschützt werden.

Vom Feuer kann der Korkstein nur von außen angekohlt, aber nicht ganz verzehrt werden, wenn die Feuerquelle nach einiger Zeit entfernt wird.

Die Aktiengesellschaft für patentierte Korksteinfabrikation in Mödling bei Wien erzeugt Korksteine in Ziegel- und Plattenform von verschiedener Größe, entweder als Emulgitkorkstein oder als Patent-Reformkorkstein, letztere als besonders wärme-, wasser- und frostbeständig anerkannt.

Der Korkstein eignet sich wegen seiner außerordentlichen Leichtigkeit und Isolierfähigkeit gegen Wärme und Kälte ganz besonders für leichte, dünne, einfache und doppelte Wände, stabile und transportable Baracken, Wand- und Deckenverkleidungen gegen Wärme und Kälte (z. B. Eiskeller u. dgl.), Trockenlegung feuchter Mauern, Gewölbe, Decken und Fußböden, feuersichere Verkleidung von Holz- und Eisenträgern, für Gesimsverkleidung, Dampfkessel, Heißluftkanäle und ähnliche Isolierungen usw. Näheres im II. Band bei Maurerarbeiten „Dünne Wände“.

Für Isolierung von Rohrleitungen bei Dampf-, Warm- und Kaltwasserleitungen werden dem Durchmesser der Rohre entsprechende, halbzylinderförmige Patent-Korksteinschalen erzeugt.

Für feuersichere Isolierung von Dampfrohren und Zylindern, Hochdruckkessel usw. erzeugt die genannte Firma entsprechend geformte Verkleidungskörper aus feuerfestem Patent-Thermalit-Material.

i) Xylolit (Steinholz), Asbest u. dgl.

Diese sind innige Mischungen von Sägespänen, bezw. Asbestfasern mit verschiedenen mineralischen Stoffen wie Magnesit, Chlormagnesium usw. Dieses Gemenge wird entweder unter hohem Druck zu Platten (für Fußbodenbelag) gepreßt oder, wenn es sich um fugenlose Fußboden handelt, als zusammenhängender Estrich (Flötz) auf eine Betonunterlage u. dgl. aufgetragen.

Die Platten sowie die Estriche sind zähe und fest, sollen auch wetter- und feuerbeständig, wasserdicht und auch fußwarm sein.

Ähnliche Kompositionen sind Legnolit, Parketolit usw. siehe auch „Estriche“ im II. Band.

3. Kalk- und Mörtelmaterialien.

a) Der Weißkalk (Luftkalk).

Weißkalk entsteht durch Brennen von kohlsaurem Kalk (Kalkstein); dieser verliert hierbei zuerst sein Wasser und in der Weißgluthitze die Kohlensäure, wodurch Kalziumoxyd, sogenannter gebrannter Kalk (Ätzkalk, Weißkalk) entsteht, der bei Berührung mit Wasser unter Aufbrausen und Wärmeentwicklung ablöscht, d. h. zu Pulver zerfällt.

Den besten Weißkalk liefern reine Kalksteine; es eignen sich zum Brennen aber auch solche, die nicht mehr als 10% fremde Beimengungen (Sand und Ton) enthalten. Bei größerem Ton- und Sandgehalt sintern beim Brennen diese Beimengungen mit dem Kalke an der Oberfläche zu kieselsaurer Kalktonerde zusammen, welche das weitere Entweichen der Kohlensäure verhindert; ein solcher Kalk ist im Wasser nicht mehr abzulöschen, er ist totgebrannt.

α) Das Kalkbrennen.

Das Kalkbrennen geschieht teils in Meilern, teils in Feld- oder gemauerten Kalköfen. Letztere sind entweder für unterbrochenen oder ununterbrochenen Betrieb eingerichtet.

Das Brennen in Meilern (Fig. 8, T. III) ist die primitivste Art und erfolgt in der Weise, daß man aus den größten Kalksteinen zuerst einen gewölbe-

artigen Feuerraum herstellt, dann abwechselnd Lagen von losen Kalksteinen und Kohle zu einem Haufen aufschüttet, welcher dann schließlich mit Reisig und einer entsprechenden Erd- oder Lehmschichte (Mantel) überdeckt wird, in welcher oben Luftöffnungen ausgespart sind.

Die Heizung wird mit stark flammendem Brennstoff — Reisig oder weichem Holze — vorgenommen und so lange fortgesetzt, bis alle Kohlenlagen sich entzündet haben. Der Feuerraum dient dann nur mehr zur Luftzuleitung; zu demselben Zwecke werden nach Bedarf auch in den Mantel entsprechende Löcher gestochen, bezw. wenn nötig, wieder geschlossen. Ist die Kohle verbrannt, so läßt man den Meiler abkühlen und trägt ihn dann ab.

Ist die Möglichkeit geboten, den Meiler in einen Bergabhang einzuschneiden, so wird hiedurch ein Teil der Zuschüttung erspart und die gewachsenen Erdwände werden überdies die Wärme besser halten, wodurch das Brennmaterial besser ausgenützt wird.

Das Brennen in Feldöfen erfolgt analog wie beim Ziegelbrennen durch Aufschlichten einer rechteckigen Grundfigur in entsprechender Höhe, mit quer durchlaufenden, mit großen Steinen gewölbten Schürgassen. Die Wände können mit Lehmmauern oder mit Flechtwerk und einer Erdschüttung verkleidet werden.

Wird der Feldofen samt den Schürgassen in Erde versenkt, so entsteht ein Grubenofen (Fig. 9, T. III). Die Heizung erfolgt beim Gruben- und beim Feldofen in ähnlicher Weise, wie dies im nachfolgenden bei den gemauerten Kalköfen beschrieben ist.

Die gemauerten Kalköfen können ebenso eingerichtet sein wie die Ziegelöfen, wobei dann beim Kalkbrennen ein ähnlicher Vorgang wie beim Ziegelbrennen einzuhalten ist. Es kann somit in derlei Öfen nicht nur Kalk, sondern es können in demselben auch gleichzeitig Ziegel gebrannt werden.

Gemauerte Kalköfen mit unterbrochenem Betriebe werden gewöhnlich in der Form eines oben offenen, nach unten sich erweiternden Schachtes angelegt, dessen unterstes Ende eiförmig abschließt. Sie werden in Bergabhänge so eingebaut, daß die Heizöffnung am Fuße des Hanges direkt zugänglich ist, während zur oberen Schachtmündung eine bequeme Kommunikation führt. Vorteilhaft ist die Anlage von zwei oder mehreren, nebeneinander liegenden Kalköfen, wie in Fig. 10, T. III, dargestellt.

Die Füllung des Ofens erfolgt derart, daß zuerst mit den großen Steinen der Feuerraum *F* überwölbt, sodann die übrigen Steine von oben eingeworfen werden. Den Abschluß bewirkt eine Lehmschichte, in der entsprechende Luftöffnungen frei bleiben.

Die Heizung kann bei diesen Öfen mit Holz oder Kohle bewirkt werden. Bei Anwendung von Kohle ist unter dem Feuerraum ein Rost mit Aschenfall anzulegen. Zuerst wird ein mäßiges Feuer unterhalten, damit sich nicht zu rasch Wasserdämpfe entwickeln, wodurch die Steine, namentlich im untern gewölbten Teile, zerspringen und die Schlichtung einstürzen würde. Dann wird die Feuerung gesteigert, bis der Rauch verschwindet und am oberen Schachtteile helle Flammen emporsteigen. Der Brand ist dann beendet und der Kalk wird durch die Heizöffnungen herausgeschafft.

Die Ofengröße ist mit zirka 6 m^3 Fassungsraum bemessen. Der Brand kann in 24 Stunden beendet sein. Zum Füllen des Ofens, Brennen und Ausschleiben braucht man zirka 3 Tage. Ein Brenner und ein Gehilfe können 2—3 Öfen gleichzeitig bedienen.

¶ Kalköfen mit ununterbrochenem Betriebe. Beim periodischen Betriebe der Kalköfen muß der entleerte Ofen erst abkühlen, bevor wieder eine neue Füllung eingebracht werden kann, wodurch viel Zeit und Wärme ver-

loren geht. Ökonomischer sind daher Öfen, welche einen kontinuierlichen Betrieb gestatten.

Hiebei kann wieder die Holzfeuerung oder die Steinkohlenfeuerung platzgreifen. Letztere ermöglicht einen rascheren und billigeren Betrieb, verursacht aber zumeist eine Verunreinigung des gebrannten Kalkes durch die Berührung mit der meist selbst verunreinigten Steinkohle, während die Holzfeuerung einen reinen Ätzkalk liefert.

Der Kalkofen mit ununterbrochenem Betriebe für Holzfeuerung (Fig. 12, T. III) ist ein Schachtofen. Am unteren Ende des Schachtes sind drei Ausschußöffnungen *a* zum Ausschieben des gebrannten Kalkes und in entsprechender Höhe drei Heizöffnungen *h* mit Aschenfall angebracht.

Die Inbetriebsetzung des Ofens geschieht wieder durch Aufschlichten eines kuppelartigen Gewölbes aus Kalksteinen über den Ausschußöffnungen und Einwerfen der Kalksteine durch die obere Schachtmündung. Das Brennen wird eingeleitet durch ein Feuer, welches am Ofenboden, also in der Höhe der Ausschußöffnungen *a* angefacht und so lange unterhalten wird, bis die unterste Partie gar gebrannt ist, worauf das mürbe gebrannte Gewölbe einstürzt und die oberen Steine nachsinken. Es wird nun das Feuer in die Heizöffnungen *h* verlegt, dort ununterbrochen erhalten, die gebrannten Steine durch die Ausschußöffnungen mit eisernen Krücken herausgezogen und in gleichem Maße des Sinkens der Steine die Nachfüllung durch die obere Schachtmündung bewirkt.

Vor den Ausschuß- und Heizöffnungen befinden sich die Kammern *K*, welche teils zur wettergeschützten Manipulation, teils zur Deponierung des fertigen Kalkes oder des Brennstoffes dienen.

Gewöhnlich wird dieser Zubau bis zum oberen Ende des Ofens aufgeführt, wodurch sich weitere Kammern *W* und *D* ergeben, die als Wohnräume für die Arbeiter und als Requisite-Depots verwendet werden können und zur Warmhaltung der Ofenwände beitragen.

Bei diesem Ofen kommt das Brennmaterial mit den Kalksteinen nicht in direkte Berührung, da das Feuer nur in den Heizräumen brennt und bloß die Flammen den Schachtofen durchziehen.

Der Kalkofen mit ununterbrochenem Betriebe für Steinkohlenfeuerung kann nach Fig. 11, T. III, an einer Berglehne erbaut werden. Der Ofenschacht hat im unteren Teile eiserne Roststäbe *r*, die man einzeln herausnehmen und wieder einschieben kann. Von der Einwurföffnung *E* wird abwechselnd eine Lage Kalkstein und eine Lage Kohle eingeworfen, bis der Schacht gefüllt ist.

Im Feuerraum *F* wird zur Inbetriebsetzung ein Holzfeuer so lange unterhalten, bis die unterste Lage der Kalksteine gar gebrannt ist und die unteren Kohlenlagen sich entzündet haben.

Die Roststäbe werden dann einzeln herausgezogen, und wenn der gebrannte Kalk in den Heizraum hinabgefallen ist, wieder eingesetzt. Der gebrannte Kalk wird dann mit Krücken aus der Ausschußöffnung *A* gezogen. Im weiteren Verlaufe der Ofenbedienung werden durch die brennenden Kohlenlagen die darüber befindlichen Kalksteinschichten gar gebrannt, fallen nach Entfernen der Roststäbe herab und werden durch die Ausschußöffnung *A* herausgezogen.

Nach Maßgabe der Menge des herausgeschafften, gebrannten Kalkes bzw. des Nachsinkens bei der Einsatzöffnung *E* wird wieder abwechselnd Kalkstein und Kohle eingeworfen und so der Ofen in ununterbrochenem Betriebe erhalten.

β) Eigenschaften des gebrannten Kalkes.

Die Kalksteine verlieren durch das Brennen bis 50% ihres Gewichtes und 10—20% ihres Volumens. Der gebrannte Kalk zerbröckelt leicht, läßt sich aber noch ganz gut transportieren.

Gut gebrannter Kalk hat eine schmutzigweiße Farbe, rauhe Oberflächen, ist sehr leicht, saugt begierig Wasser auf und zerfällt in feuchter Luft. Man muß ihn daher an trockenen Orten aufbewahren, besser aber möglichst bald ablöschen.

Bei zu geringer Hitze verlieren die Kalksteine nur einen Teil der Kohlensäure. So entstandener Kalk ist dann nur halbgebrannt und läßt sich nicht ablöschen.

γ) Löschen des gebrannten Kalkes.

Beim Übergießen des Ätzkalkes mit einer genügenden Wassermenge zerfällt derselbe unter starker Wärmeentwicklung und bedeutender Volumenvermehrung zu einem weißen Pulver (Kalziumhydrat, Kalkmehl). Diesen Vorgang nennt man das Löschen des Kalkes. Bei weiterem Wasserzusatz zum Kalkpulver und beständigem Umrühren erhält man aus dem gelöschten Kalk Kalkbrei und Kalkmilch.

Die durch die Wärmeentwicklung beim Löschen erzeugten Wasserdämpfe lockern den Kalk und bewirken eine Volumenvermehrung. Man nennt dies das Gedeihen des Kalkes. Dieses hängt größtenteils von der Reinheit des Kalkes, aber auch von der richtigen Wassermenge beim Löschen ab.

Reiner Kalk vermehrt sein Volumen bei richtigem Löschen um das Doppelte bis Dreifache; man nennt ihn *fe t t e n K a l k*; unreiner, d. h. ton- und sandhaltiger Kalk wird weniger Wasser aufnehmen und sein Volumen beim Löschen nur wenig vermehren, man nennt ihn *m a g e r e n K a l k*.

Zum Löschen von 100 Gewichtsteilen reinen Kalkes sind 32 Gewichtsteile (zirka $\frac{1}{3}$) Wasser erforderlich. Bei geringerer Wassermenge wird die beim Löschen auftretende Temperaturerhöhung zu wenig abgedämpft, es tritt ein teilweises Zusammenbacken der Kalkteilchen ein, der Kalk kann so nicht gedeihen, er wird bröcklig, man nennt ihn dann *v e r b r a n n t*.

Wird zu viel Wasser beim Löschen angewendet, so kann sich die zum Aufschließen des Kalkes — zum Gedeihen — nötige Temperatur überhaupt nicht entwickeln, der Kalk ist dann *e r s ä u f t*.

Der verbrannte und der ersäufte Kalk fühlt sich sandig an, beide sind zur Mörtelbereitung unbrauchbar.

Vorgang beim Löschen.

Wenig verunreinigter Kalk wird in Kalkreinen mit dem nötigen Wasser übergossen, mit Kalkkrücken zu einer dicken Kalkmilch verrührt und diese dann durch Drahtsiebe in Kalkgruben abgelassen, wo sie längere Zeit *e i n g e s u m p f t* bleibt.

Nach dem Verdunsten des Wassers verwandelt sich die Kalkmilch in eine speckige, rissige Masse; die Kalkgrube wird dann mit einer 50 *cm* hohen Sandschichte bedeckt, damit der eingesumpfte Kalk keine Kohlensäure aus der Luft aufnimmt.

Magerer Kalk wird häufig zum Löschen in Haufen geschichtet, mit einer Sandschichte bedeckt und hierauf spärlich mit Wasser begossen. Die Sandschichte verhindert das Durchdringen der beim Löschen erzeugten warmen Dämpfe, welche das Auflockern und das Gedeihen des Kalkes bewirken. Der auf diese Weise gelöschte Kalk kann ebenfalls zu Kalkbrei verrührt und eingesumpft werden.

K a l k g r u b e n sollen wasserundurchlässig, nicht über 2 *m* tief und ihre Größe nicht über 60 *m*³ angelegt werden. Die Wände werden bei sandigem oder schottrigem Boden mit dicht abschließendem Mauerwerk bekleidet und die Sohle mit Ziegel gepflastert und gut abgedichtet. Im Lehm Boden genügt eine Verkleidung der Wände mit Brettern.

δ) Eigenschaften des gebrannten Kalkes.

Gebrannter Kalk, der sich gut löschen läßt, liefert gewöhnlich einen guten Grubenkalk. Rückstände beim Löschen (*Krebse*), welche beim Ablassen der Kalkmilch aus der Kalkreine vor der mit Drahtgeflecht verschlossenen Öffnung liegen

bleiben und dann entfernt werden müssen, sollen vom Gewichte der Gesamtlieferung in Abzug gebracht werden.

Der eingesumpfte Kalk (Grubenkalk) ist weiß und fühlt sich fett und speckig an, wenn er aus reinem Kalkstein gebrannt wurde; magerer, d. h. solcher mit einem Tongehalt bis zu 10% fühlt sich dagegen rau und sandig an und ist mehr grau.

Das Einsumpfen des Kalkes bezweckt das vollkommene Aufschließen der Kalkteile zu Kalziumhydrat; je länger der Kalk eingesumpft bleibt, desto vollkommener erfolgt die Auflösung der ungelöschten Kalkteilchen und desto besser wird der Kalk.

Zum gewöhnlichen Mauern soll der Kalk mindestens 8 Tage, für Verputzarbeiten 3 Wochen sumpfen; er kann aber auch jahrelang eingesumpft bleiben, wenn er gut mit Sand bedeckt ist und das Regenwasser von der Grube abgeleitet wird.

Der Kalk soll aus der Grube nur schichtenweise ausgestochen und wieder mit Sand bedeckt werden.

Der reine Kalkbrei erhärtet an der Luft unter Abgabe von Wasser und Aufnahme von Kohlensäure, also durch allmähliche Umwandlung des Kalkhydrates in Kalziumkarbonat, hiebei schwindet der Kalk sehr stark und erhält viele Risse. Um nun der Bildung der letzteren vorzubeugen und um an Kalk zu sparen, wird der Kalkbrei bei der Verwendung im Baufache meist mit Sand gemengt und dieses Gemenge **M ö r t e l** genannt.

b) Der Weißkalk- oder Luftmörtel.

Der Weißkalk- oder Luftmörtel ist ein Gemenge von Grubenkalk mit Sand und dem nötigen Wasser, welche Materialien zu einem wenig steifen Brei innig vermengt werden.

Er hat die Eigenschaft, an der Luft langsam zu einer steinartigen Masse zu erhärten, indem, wie vorerwähnt, der Kalk Kohlensäure aus der Luft aufnimmt, dabei das Hydratwasser verliert und sich allmählich wieder zu dem im Wasser schwer löslichen kohlen-sauren Kalk umwandelt, wodurch die Sandkörner fest miteinander verkittet werden.

Dem Sande wird in der Regel so viel Kalkbrei beigemischt, daß damit alle Hohlräume zwischen den Sandkörnern ausgefüllt werden.

Die Größe der Hohlräume zwischen den Sandkörnern kann dadurch ermittelt werden, daß man in ein mit Sand gefülltes Gefäß so viel Wasser gießt, bis es die Sandoberfläche erreicht hat. Das Volumen des eingegossenen Wassers gibt dann die zur Mörtelbereitung erforderliche Menge von Kalkbrei an. Grober Sand erfordert im allgemeinen mehr Kalk als feiner, fetter Kalk wieder mehr Sand als magerer.

Sand und Wasser müssen rein, insbesondere frei von erdigen und organischen Bestandteilen und Salzen sein. Lösliche Salze sind Ursache der lästigen, feuchten Ausscheidungen am Mauerwerk. Meerwasser darf demnach nicht zur Mörtelbereitung genommen werden.

Die Feinheit des Sandes, d. h. die Korngröße soll sich nach der Gattung des Mauerwerkes richten, von der wieder die Fugenstärke abhängt. Für Quadermauerwerk und Pflasterungen mit engen Fugen soll ganz feiner Sand verwendet werden, für Ziegelmauerwerk mittelfeiner und für Bruchsteinmauerwerk grober Sand; letzterem soll man aber auch etwas feinen Sand beimengen, da wegen der großen Zwischenräume sonst zu viel Kalk erforderlich wäre.

Der beste Sand ist scharfkantiger Quarzsand, nach diesem Dolomit- und Kalksand; schlechter sind die blättrigen Sande aus Hornblende- und Glimmergesteinen. Vulkanischer Sand (Bimssteinsand) und zerkleinerte Hochofenschlacke geben auch einen guten Sand.

α) Die Mörtelerzeugung.

Die Mörtelerzeugung erfolgt gewöhnlich in Kalk- oder Mörtelreinen, indem man zuerst den Grubenkalk — oft auch frisch gelöschten Kalk — mit einer entsprechenden Wassermenge zu Kalkmilch verrührt und unter beständigem Rühren das nötige Sandquantum zugebt.

Bei sehr großem Bedarf an Mörtel kann derselbe auch mit Mörtelmaschinen erzeugt werden, welche verschiedenartige Konstruktionen besitzen. Eine häufig verwendete Konstruktion besteht aus geneigt aufgestellten Hohlzylindern, in deren Innern sich drehbare Mengvorrichtungen befinden. Am oberen Ende des geneigten Zylinders werden die Mörtelmaterialien eingeschüttet; unter ständigem Wasserzulauf passieren sie die Mengvorrichtung im Zylinder und gelangen als fertiger Mörtel am unteren Ende zum Ausflusse.

Die Zusammensetzung des Mörtels richtet sich nach der Beschaffenheit der Mauersteine; poröse Steine und Ziegel erfordern dünnen, dichte Steine aber dickeren Mörtel.

Guter Mörtel soll nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig Kalkbeimengung haben, er darf also nicht zu fett, aber auch nicht zu mager sein. Von einer schräg gestellten Mauerkelle soll der Mörtel nur langsam abfließen, die Kelle aber nicht weiß färben.

Für aufgehendes Mauerwerk sind folgende Mischungsverhältnisse gebräuchlich, und zwar:

1	Teil	Kalk,	2	Teile	Sand,	1	Teil	Wasser,
1	„	„	3	„	„	$1\frac{1}{4}$	„	„
1	„	„	4	„	„	$1\frac{1}{2}$	„	„

β) Der Erhärtungsprozeß.

Der Erhärtungsprozeß des verarbeiteten Mörtels geht um so schneller vor sich, je mehr dieser der Luft ausgesetzt ist, weil dadurch die Aufnahme der Kohlensäure aus der Luft und die Abgabe des Wassers beschleunigt wird.

Das Erhärten geht in zwei Stadien vor sich. Zuerst erstarrt der Mörtelbrei zu einer festen, aber noch zerreiblichen Masse, welchen Vorgang man das „Anziehen“ nennt; sodann erfolgt das eigentliche Erhärten.

Das Anziehen ist nur ein Trocknen des Mörtels infolge Wasserverluste durch Verdunstung, Absaugen und Druck. Hierbei rücken die gequollenen Kalkkörner näher aneinander und schließen an den Sand und die Steine innig an.

Das eigentliche Erhärten ist ein chemischer Prozeß, bei dem das Kalkhydrat unter Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft in Kalziumkarbonat (kohlen-sauren Kalk) verwandelt wird. Letzteres umzieht die Oberflächen der Sandkörner und der Mauersteine mit einem dünnen Häutchen und bindet diese nach Maßgabe des Luftzutrittes immer fester zusammen.

Der Erhärtungsprozeß und das gleichzeitige Austrocknen des Mauerwerkes erfolgt naturgemäß von außen nach innen. Dicke Mauern brauchen daher längere Zeit zur Erhärtung des Mörtels als dünne.

Bei zu großer Wärmeentwicklung (Sonnenhitze oder Ausheizen) bildet sich zwar auch kohlen-saurer Kalk, aber nicht als dünnes, die Sandkörner umgebendes Häutchen, sondern bloß als eingemengtes Pulver ohne wesentlichen Zusammenhang. Dasselbe tritt in erhöhtem Maße auch bei Frost ein. Der Mörtel soll daher schon einen gewissen Grad des Erhärtungsprozesses durchgemacht haben, bevor er größerer Wärme oder Kälte ausgesetzt wird.

Auch das rasche Entziehen des Wassers durch die Anwendung sehr trockener Ziegel beeinträchtigt den Erhärtungsprozeß, weshalb die Ziegel vor dem Gebrauche in Wasser getaucht werden sollen.

In starker Hitze wird der im Luftmörtel vorhandene Kalk mürbe und zerfällt, während er sich im Wasser vollständig auflöst.

Der Luftmörtel kann daher zu Feuerungsanlagen und bei Mauerwerk unter Wasser nicht verwendet werden.

c) Hydraulische Bindemittel.

Hydraulische Bindemittel sind jene, welche zumeist in kürzerer Zeit als der Luftmörtel und unter Wasser erhärten (abbinden).

Man unterscheidet:

α) Hydraulische Zuschläge.

Das sind natürliche oder künstliche Stoffe, welche, dem Luftkalk beigemischt, demselben hydraulische Eigenschaften verleihen. In der Natur vorkommende derlei Produkte vulkanischen Ursprunges sind:

Traß, der aus Traßstein (vulkanischer Tuff) erzeugt und in Deutschland (an den Abhängen des Eifelgebirges) gefunden und verwendet wird.

Santorinerde (von den griechischen Inseln) wird am Mittelmeer als Zuschlag zum Weißkalk verwendet und liefert so einen vorzüglichen hydraulischen Mörtel, der aber seine Härte nur dann behält, wenn er beständig unter Wasser bleibt.

Puzzolanerde (bei Neapel gefunden) ist ein Tuffgestein von körniger, etwas poröser Struktur. Sie bildet mit Weißkalk gemengt einen sehr guten hydraulischen Mörtel.

Künstliche Zuschläge sind Hochofenschlacke, gebrannter Ton, Ziegelmehl, Asche von Braun- und Steinkohle usw. Von diesen wird nur die Hochofenschlacke in größerer Menge zur Erzeugung des sogenannten Schlackenzementes verwendet. Näheres hierüber siehe unter „Schlackenzemente“.

β) Hydraulische Kalke.

Dies sind Kalke mit Kieselsäuregehalt. Sie werden erzeugt durch Brennen von Kalkmergeln oder Kieselkalken unterhalb der Sintergrenze (so daß sie noch freien Kalk enthalten) und nachfolgendes Begießen mit wenig Wasser, wodurch die Stücke gelöscht werden und zu Pulver zerfallen. Hydraulischer Kalk wird entweder in Stücken oder in Pulver geliefert.

Die besten hydraulischen Kalke liefern Mergel mit 20—25% Tongehalt. Das Brennen erfolgt mit Steinkohle oder Koks in Schachtöfen mit ununterbrochenem Betriebe.

Hydraulischer Kalk bindet immer langsam ab und wird mit der Zeit luft- und wasserbeständig. Er kann zu langsam fortschreitenden Luft- oder Wasserbauten, die keine hohe Anfangsfestigkeit erfordern, verwendet werden.

γ) Romanzement (früher auch Zementkalk genannt.)

Romanzemente sind Produkte, die durch Brennen von tonreichen Kalkmergeln unterhalb der Sintergrenze gewonnen werden und bei Benetzung mit Wasser sich nicht löschen, daher mechanisch pulverisiert werden müssen.

In gepulvertem Zustande sind sie erdig, körnig, gelblich- bis rötlichbraun; angemacht erwärmen sie sich je nach der Erzeugungsart und der Dauer der Ablagerung verschieden. Sie haben unter allen hydraulischen Bindemitteln die kürzeste Abbindezeit; die Erhärtung beginnt meist schon nach wenigen Minuten.

Romanzemente eignen sich besonders zu Bauten unter Wasser und dort, wo es sich um rasches Dichten, Trockenlegen und rasche Formgebung und erst in zweiter Linie um Festigkeit handelt.

δ) Portlandzemente.

Diese sind Erzeugnisse, welche aus natürlichen Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen ton- und kalkhaltiger Stoffe durch Brennen bis zur Sinterung und darauf folgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit gewonnen werden. (Die Bezeichnung Portlandzement rührt von einem in England viel verwendeten Stein, Portlandstein genannt her, welcher dem erhärteten Zement ähnelt.)

Man unterscheidet also natürliche und künstliche Portlandzemente. Die natürlichen werden durch Brennen von Kalkmergeln erhalten, die ohne Nachteil bis zur Sinterung gebrannt werden können.

Die künstlichen werden durch Brennen einer Mischung von Ton und Kalk erhalten. Der gebrannte und dann abgelöschte Kalk eignet sich zu dieser Mischung besser; da dessen Verwendung jedoch zu teuer zu stehen kommt, so wird meist dichter Kalkstein oder festerer Mergel ungebrannt, jedoch gemahlen zur Mischung verwendet.

Die Erzeugung von künstlichem Portlandzement beruht im allgemeinen darauf, daß Ton und Kalk in fein gepulvertem Zustand innig vermischt, aus dieser Mischung Ziegel geformt und diese bis zur Glut, d. h. bis zur Sinterung gebrannt werden. Die gebrannten Ziegel (Klinker) werden sodann wieder zerkleinert und fein gemahlen und ergeben so den fertigen Zement.

Der Portlandzement ist ein sich scharf anführendes, graues Pulver mit grünlichem Schimmer, das viel dichter und daher auch viel schwerer ist als das des Romazementes. Auf das gleiche Volumen geht somit mehr Zementmasse, weswegen er einen viel dichteren, festeren und widerstandsfähigeren Mörtel gibt als Romazement.

Portlandzement hat von allen Zementen die größte Bindekraft. Er bindet im allgemeinen langsam ab, doch kann er durch geeignete Zusätze auch rasch bindend gemacht werden. Bei längerem Lagern an einem trockenen Ort verändert er sich, er wird feiner, bindet langsamer ab und wird volumbeständiger, daher im allgemeinen besser.

Portlandzement ist zu allen Bauten an der Luft oder unter Wasser zu verwenden, besonders zu solchen, die eine rasche Erhärtung, Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung erfordern.

Bei Wasserbauten soll der Portlandzement abgebunden haben, bevor er der Einwirkung des Wassers ausgesetzt wird; bei Luftbauten ist er in der ersten Zeit der Erhärtung gleichmäßig feucht zu erhalten, weil er langsam abbundet und hiezu Wasser benötigt.

Unter Abbinden der Zemente versteht man das nach einiger Zeit eintretende Erstarren des mit Wasser zu knetbarem Brei angemachten Zementes. Dieser hat abgebunden, wenn seine Oberfläche einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht.

Nach dem Abbinden beginnt die Erhärtung, die oft erst nach Jahren mit der größten Festigkeit endigt. Das Abbinden, sowie das Erhärten sind eine Folge chemischer Prozesse, die sich unter der Einwirkung der Luft und des Wassers auf die Bestandteile des Zementes vollziehen.

Gegen die Einwirkung des Frostes ist der Portlandzement am widerstandsfähigsten von allen hydraulischen Bindemitteln, nur muß er mit wenig Wasser verarbeitet werden. Hat er einmal abgebunden, so ist selbst starker Frost für ihn ohne jeden Nachteil.

Selbst bei strenger Kälte kann mit Portlandzement im Freien gearbeitet werden, wenn nur wenig und vorgewärmtes Wasser, eventuell auch vorgewärmter Sand verwendet wird, wodurch man die Abbindezeit herabmindert und das Frieren des Wassers während der nötigen Abbindezeit hintanhält.

Größere Sonnenhitze wird der Erhärtung des Portlandzementes nicht nachteilig sein, wenn die hiefür notwendige Feuchtigkeit vorhanden ist.

Gegen Frost kann man die Zementarbeiten durch Zudecken mit Stroh und Brettern oder durch eine hinreichende Sand- oder Erdschichte schützen. Gegen das zu rasche Austrocknen in der Sonne empfiehlt sich bei Zementarbeiten ebenfalls der Auftrag einer Stroh-, Erd- oder Sandschichte, die — mit Wasser begossen — die nötige Feuchtigkeit erhält.

Auch Hitzegrade von 200—300° C beeinflussen die Festigkeit des erhärteten Portlandzementes nicht nachteilig. Bei Rotgluthitze wird er jedoch mürbe.

e) Prüfung der Zemente.

Mit Rücksicht auf die weit verbreitete und verschiedenartige Anwendung der Portland- und Romanzemente im Bauwesen, sowie die Wichtigkeit dieser Baumaterialien ist es notwendig, bei jedem größeren Baue eine eingehende Prüfung des zur Verwendung bestimmten Zementes vorzunehmen und — zur Ermittlung der Gleichmäßigkeit der Ware — auch während der Lieferung die Prüfungen zu wiederholen.

Um in dieser Beziehung einen einheitlichen Vorgang zu ermöglichen, hat der Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein eigene Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement und Romanzement herausgegeben.

Im folgenden werden diese Bestimmungen auszugsweise, mit einigen Erläuterungen angeführt:

Verpackung und Gewicht. Portland- und Romanzement ist nach dem Gewichte und der Preisstellung für 100 kg Brutto zu handeln.

Normalgewicht der Fässer bei Portlandzement 200 kg Brutto, bei Romanzement 250 kg Brutto.

Die Lieferung ist auch in Säcken zulässig, mit dem Normalgewicht von 60 kg Brutto.

Schwankungen im Einzelbruttogewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden.

Das Gewicht der Packung darf bei Fässern nicht mehr als 5%, bei Säcken höchstens 1.5% des Bruttogewichtes betragen.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der Fabrik, das Wort „Portland-(Roman-)Zement“ und die Bezeichnung des Bruttogewichtes tragen. Säcke müssen plombiert sein.

Abbindeverhältnisse. Die Portland- und Romanzemente sind rasch, mittel oder langsam bindend.

Raschbinder sind solche Portland-(Roman-)Zemente, deren Erhärtungsbeginn an der Luft ohne Sandzusatz, vom Momente der Wasserzugabe an gerechnet, innerhalb 10 (7) Minuten eintritt, Langsambinder solche, deren Erhärtungsbeginn über 30 (15) Minuten hinausfällt. Zwischen den rasch und langsam bindenden Zementen werden die mittel bindenden eingereiht.

Die Ermittlung des Erhärtungsbeginnes ist vor Verwendung eines Zementes, besonders bei Raschbindern notwendig, weil bis zur Zeit des Eintrittes der Erhärtung der Zement verarbeitet sein muß, wenn er an Bindekraft nicht verlieren soll.

Die Abbindezeit läßt sich auf einfache Weise dadurch bestimmen, daß man Zement mit dem entsprechenden Quantum reinen Wassers bei Langsam- und Mittelbindern 3 Minuten, bei Raschbindern 1 Minute lang zu Brei anrührt, denselben auf eine gereinigte Glasplatte in solcher Konsistenz gießt, daß er sich von selbst zu einem dünnen 1—1.5 cm hohen, an den Rändern dünn auslaufenden Kuchen formt. Sobald die Oberfläche des Kuchens einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, hat der Zement abgebunden.

Diese Probe soll bei einer Temperatur von 15—18° C bewirkt und der abbindende Kuchen vor Zugluft und Sonne geschützt werden.

Genauere Proben können mit dem Konsistenzmesser, einem in einer Führung befindlichen Messingstab von 1 cm^2 Querschnitt und 300 g Gewicht, und der Normalnadel (Stahlnadel) mit 1 mm^2 Querschnitt und 300 g Gewicht gemacht werden. Man rührt 400 g Zement 3, bezw. 1 Minute mit Wasser zu einem steifen Brei und füllt diesen in die zum Apparat gehörige Hartgummidose von 8 cm Durchmesser und 4 cm Höhe, die auf eine Glasplatte, welche gleichzeitig den Boden der Dose bildet, aufgesetzt wird. Nun wird der Konsistenzmesser auf den Brei aufgesetzt; dringt er infolge seines Eigengewichtes von 300 g in den Brei ein und bleibt er mit dem unteren Ende 6 mm über dem Boden stecken, so hat der Brei die für die Prüfung vorgeschriebene Normalkonsistenz. Ist dies nicht der Fall, so muß der Wasserzusatz so lange geändert werden, bis der Brei die Normalkonsistenz besitzt.

Mit solchem Brei kann nun die Abbindezeit ermittelt werden, indem die Dose mit Brei gefüllt und eben abgestrichen und sodann die Normalnadel wiederholt behutsam aufgesetzt wird.

Kann die Nadel bei dem wiederholten Aufsetzen nicht mehr bis zum Boden durchdringen, so hat die Erhärtung begonnen; erfolgt sodann auch an der Oberfläche des Breies (Kuchen) kein merkbares Eindringen mehr, so hat der Zement abgebunden. Die Zeit vom Momente der Wasserzugabe bis zu diesem Zeitpunkte heißt Abbindezeit.

Bei der Abbindeprobe soll die Temperatur der Luft, sowie die des verwendeten Wassers $15\text{--}18^\circ\text{ C}$ besitzen.

Da der Portlandzement die Eigenschaft besitzt, beim Abbinden eine beträchtliche Wärme zu entwickeln, so kann zur Ermittlung der Abbindezeit auch die Messung der Wärmeänderung angewendet werden. Hierzu wird in den angemachten und gegen die Einwirkung der Außentemperatur gut zu schützenden Zementbrei ein Thermometer eingeführt und dessen Temperaturanzeigen in kurzen Intervallen notiert. Durch Auftragen der Zeitintervalle als Abszissen und der Wärmegrade als Ordinaten erhält man Abbinde- und Wärmekurven. Die Abbindezeit des Zementes reicht dann bis zum Gipfelpunkt der Wärmekurve.

Volumenbeständigkeit. Portland- und Romanzement soll sowohl an der Luft als auch unter Wasser volumenbeständig sein, d. h. er muß mit Wasser ohne Sandzusatz angemacht, an der Luft sowie im Wasser die beim Abbinden angenommene Form dauernd beibehalten.

Schlechte Zemente, z. B. solche, die mehr als 3% wasserfreien, schwefelsauren Kalk oder ungebrannten Gips enthalten, erleiden nach dem Abbinden eine Volumenvergrößerung, die man *Treiben* oder *Quellen* nennt, wodurch unter allmählicher Lockerung des Zusammenhanges eine Zerklüftung der Zementmasse herbeigeführt wird, die oft mit deren gänzlichem Zerfall endigt.

Ein solcher Zement gefährdet die Solidität der damit hergestellten Bauten in hohem Maße, weswegen die Volumenbeständigkeit jedes Zementes verlangt werden muß.

Die Prüfung der Volumenbeständigkeit des Zementes soll sowohl an der Luft (Darrprobe) als auch unter Wasser (Kuchenprobe) vorgenommen werden, da es auch Zemente gibt, die nur in einem dieser Elemente volumenbeständig sind.

Darrprobe (Luftprobe). Zementbrei in Normalkonsistenz wird auf Glasplatten in Kuchen von etwa 10 cm Durchmesser und 1 cm Dicke ausgebreitet. Die Kuchen werden nach 24stündiger Lagerung in feucht gehaltenen Kästen auf Metallplatten in einem Trockenschrank einer Wärme ausgesetzt, die allmählich auf 120° C gesteigert und auf dieser Höhe 2—3 Stunden gehalten wird.

Kuchenprobe (Wasserprobe). Kuchen von etwa 10 cm Durchmesser und 1 cm Dicke in der Mitte, nach dem Rande aber dünn auslaufend, werden nach 24stündiger Lagerung in feuchter Luft, 27 Tage im Wasser aufbewahrt.

Bei beiden Proben dürfen die Kuchen keine Verkrümmungen oder gegen die Ränder hin sich erweiternde Kantenrisse (radialer Richtung) erleiden.

Bei Romanzement werden an Stelle der Darrprobe die Kuchen weitere 27 Tage an der Außenluft, vor Einwirkung der Sonnenstrahlen und vor Wind geschützt, aufbewahrt.

Eine verlässliche Erprobung der Zemente auf ihre Volumenbeständigkeit kann nur in heißen Wasser (100° C) bewirkt werden.

Feinheit der Mahlung. Beide Zementgattungen sollen so fein als möglich gemahlen sein, weil die Festigkeit, Adhäsion und Wasserundurchlässigkeit eines Zementmörtels mit der Feinheit der Mahlung des Zementes wächst.

Beim Portlandzement darf der Sieberückstand auf einem Sieb von 0.05 mm Drahtstärke mit 4900 Maschen pro 1 cm² nicht mehr als 35%, auf einem gleichen Sieb mit 900 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 10% betragen.

Beim Romanzement darf der Sieberückstand auf einem Sieb von 0.07 mm Drahtstärke mit 2500 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 36%, auf einem Sieb von 0.1 mm Drahtstärke mit 900 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 18% betragen.

Zu jeder Siebprobe sind 100 g Zement zu verwenden.

B i n d e k r a f t (Festigkeitsverhältnisse). Da der Zement in der Praxis meist nur in der Mischung mit Sand verwendet wird, so ist es notwendig, seine Bindekraft auch in einer solchen Mischung zu prüfen. Als normale Mischung gilt das Gemenge von 1 Gewichtsteil Zement mit 3 Teilen Normsand (reiner Quarzsand, der ein Sieb von 64 Maschen per 1 cm² passiert, auf einem Sieb mit 114 Maschen per 1 cm² aber liegen bleibt).

Aus dieser Mischung werden bei Wasserzusatz Probekörper von der in Fig. 13, T. III, dargestellten Form und 5 cm² Zerreißquerschnitt hergestellt, die für die Prüfung der Zugfestigkeit dienen und Würfel von 50 cm² Seitenfläche (7.07 cm Seitenlänge), die für die Prüfung der Druckfestigkeit dienen. Sämtliche Probekörper sind 1 Tag an der Luft (in einem feuchten Raum) und bis zur Probefornahme unter Wasser aufzubewahren.

Als maßgebende Probe gilt die Druckprobe nach 28 tägiger Erhärtungsdauer; zur Kontrolle für die Gleichmäßigkeit des gelieferten Zementes dient die Zugprobe nach 7- und 28 tägiger Erhärtungsdauer.

Langsam und mittelbindende Portland-(Roman-)Zemente sollen nach 28 tägiger Erhärtungsdauer eine Minimalzugfestigkeit von 15 (10) kg per cm² und eine Minimaldruckfestigkeit von 150 (80) kg per 1 cm² besitzen; nach 7 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 10 (5) kg per cm².

Raschbindende Portland-(Roman-)Zemente sollen nach 28 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 12 (8) kg und eine Minimaldruckfestigkeit von 120 (60) kg per cm² besitzen; nach 7 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 8 (4) kg per cm².

Das Mittel aus den vier besten Resultaten von sechs geprüften Körpern hat als die mittlere Festigkeit in der betreffenden Altersklasse zu gelten.

A u f b e w a h r u n g d e r Z e m e n t e. Diese darf nur in trockenen, womöglich vor Luftzug geschützten Räumen erfolgen. Die Fässer oder Säcke dürfen der Erdfeuchtigkeit wegen niemals auf die bloße Erde gelegt werden. Da die Zemente durch längeres Lagern ihre Qualität verbessern und langsamer abbinden, so sollen sie womöglich erst 4—8 Wochen nach ihrer Erzeugung zur Verwendung gelangen.

Durch länger andauernde Lagerung wird die Abbindezeit wieder kürzer und kann bis auf die Anfangsabbindezeit, eventuell auch darunter fallen.

Da feuchte Luft oft ein geringes Treiben der Zemente in den Fässern verursacht, wodurch häufig die mittleren Faßreifen gesprengt werden, so soll man Fässer nicht höher als in zwei Reihen übereinander schichten.

Die für die Übernahme von Portlandzementen eventuell aufgestellten Bedingungen bezüglich der spezifischen Gewichte dieser Zemente sind belanglos und können entfallen, weil gute und schlechte Zementqualitäten ein und dasselbe spezifische Gewicht haben können.

7) Schlackenzemente.

Läßt man flüssige, glühende Hochofenschlacke in kaltes Wasser fließen, so bildet sich ein mehr oder weniger grober Schlackensand, den man *granulierte Schlacke* nennt.

Gewisse basische Hochofenschlacken besitzen im granulierten Zustande wertvolle hydraulische Eigenschaften, weswegen man auf die Idee kam, solche Schlacken an Stelle der Tonerde zur Zementfabrikation zu verwenden. Heute ist der Schlackenzement bereits ein sehr beachtenswerter Konkurrent der Portland- und Romanzemente und wird schon von vielen Fabriken erzeugt.

Je nach der Erzeugungsart unterscheidet man den „ungebrannten Schlackenzement“, auch kurzweg „Schlackenzement“ genannt und den „gebrannten Schlackenzement“, auch „*Portlandschlackenzement*“ oder „*Eisenportlandzement*“ genannt.

Schlackenzement. Dieser wird in Österreich in Königinhof in Böhmen und Witkowitz in Mähren in größeren Mengen erzeugt.

Die Herstellungsweise besteht darin, daß trockene granuliert Schlacke bis zur Mehlfeinheit gemahlen und sodann im entsprechenden Verhältnis mit pulverisiertem, gelöschtem Kalk innig gemischt wird.

Es darf nur basische Hochofenschlacke verwendet werden, die überdies nur bei heißem Gange des Hochofens brauchbar gewonnen werden kann. Der zu verwendende Kalk muß vollständig gelöscht und gepulvert sein. Teile von unvollständig gelöschtem Kalk würden ein Treiben und Rissigwerden des Schlackenzementes nach seiner Verwendung verursachen.

Der Schlackenzement bedarf nach erfolgter Mischung seiner Bestandteile keine weitere Lagerung mehr wie andere Zemente, um seine hydraulischen Eigenschaften zu erhöhen; er soll im Gegenteil in frischem Zustande verwendet werden.

Ein Kubikmeter lose geschütteter Schlackenzement wiegt 800—900 *kg*; er ist also viel leichter als Portlandzement, der, lose geschüttet, 1200—1500 *kg* pro Kubikmeter wiegt. Um einen Vergleich beider Zemente zu ermöglichen, soll daher die zu einem Beton oder Mörtel verwendete Zementmenge nur nach dem Gewicht zugemischt werden.

Schlackenzement bindet nur langsam ab; in der Kälte verzögert er in viel höherem Grade seine Abbindung als Portlandzement. In bezug auf Festigkeit, Erhärtung, Volumen- und Wetterbeständigkeit, besonders auf Wasserdichtigkeit kann er dem Portlandzement nahestellt werden.

Schlackenzement wird zu Luft- und Wasserbauten verwendet. Bei Luftbauten muß derselbe gerade so wie der Portlandzement in den ersten 14 Tagen nach erfolgter Herstellung vor raschem Austrocknen geschützt werden (Begießen mit Wasser, Zudecken usw.), weil er in trockener Luft leichter seine Feuchtigkeit abgibt und damit an Bindekraft verliert. Für Wasserbauten, sowie solche in feuchter Erde ist Schlackenzement wegen großer Wasserdichtigkeit der damit hergestellten Mauerkörper besonders geeignet, wenn diese langsam ausgeführt werden und anfangs keine hohe Festigkeit notwendig ist. Man muß also dem Schlackenzement genügend Zeit zum Erhärten lassen.

Eisenportlandzement (gebrannter Schlackenzement). Dieser wird in fast allen Schlackenzementfabriken Deutschlands erzeugt. Die Erzeugung erfolgt auf gleiche Weise wie die des Portlandzementes, nur wird als Rohstoff an Stelle von Ton granuliert, basische Hochofenschlacke verwendet. Dem fertigen Produkt wird in neuerer Zeit überdies bis zu 30% granuliert, geglüht und gemahlene Hochofenschlacke zugesetzt.

Der Eisenportlandzement hat in Deutschland und Belgien weit verbreitete Anwendung gefunden. Die Einschränkung bei Schlackenzement, der nur in feuchter Luft, bzw. bei Feuchthaltung in der ersten Erhärtungsperiode absolut sicher zu

verwenden ist, hat für Eisenportlandzement keine Giltigkeit und kann derselbe, wie ein aus natürlichen Rohstoffen erzeugter Portlandzement überall mit Sicherheit zur Verwendung gelangen.

Er weist durchwegs die gleichen, oft sogar bessere Eigenschaften als der Portlandzement auf.

Bei Arbeiten im Wasser zeigt er dieselben vorzüglichen Eigenschaften wie ein Schlackenzement. Im ganzen betrachtet muß er als ein ausgezeichnetes, dem aus natürlichen Rohstoffen erzeugten Portlandzement vollkommen gleichwertiges, hydraulisches Bindemittel bezeichnet werden. Es ist daher zu bedauern, daß seine Fabrikation und Verwendung in Österreich noch keinen Eingang gefunden hat.

Die Prüfung der Schlacken- und Eisenportlandzemente kann in ähnlicher Weise wie die der Portlandzemente vorgenommen werden.

d) Hydraulische Mörtel (Wassermörtel).

Diese sind Gemenge von hydraulischen Bindemitteln mit Sand und Wasser. Sie erhärten im Wasser zu einer steinharten Masse und bleiben sowohl in der Feuchte als auch im Wasser hart. Sie werden daher in allen Fällen verwendet, in denen das Mauerwerk der Feuchte oder Nässe ausgesetzt ist.

Als Luftmörtel werden sie dort verwendet, wo es sich um besondere Festigkeit, d. h. Tragfähigkeit, um Dauerhaftigkeit und schnellere Ausführung handelt.

Je nach dem Bindemittel unterscheidet man hydraulische Kalkmörtel und Zementmörtel.

Der hydraulische Kalkmörtel wird ähnlich wie der Luftkalkmörtel erzeugt, aber anfänglich mit so wenig Wasser gemengt, daß er die Konsistenz feuchter Gartenerde besitzt. Erst an der Verbrauchsstelle wird das noch nötige Wasser zugesetzt und der Mörtel nochmals durchgearbeitet. Die Verwendung dieses Mörtels muß vor der Abbindezeit, also vor Ablauf eines halben Tages erfolgen.

Der Zementmörtel findet die größte Verwendung im Betonbau.

Er darf nur in kleineren Partien, nahe der Verbrauchsstelle erzeugt werden und ist gleich, mindestens aber vor dem Abbinden zu verarbeiten. Bereits abgebundener, steifer Mörtel darf nicht wieder mit Wasser angerührt und unter keiner Bedingung mehr verwendet werden.

Reiner Zement ohne Sandzusatz wird nur selten und nur unter Wasser zur Ausfüllung von Sprüngen und Rissen, Verstopfung von Quellen, dann zur Befestigung von Eisen in Stein an Stelle von Blei oder Schwefel verwendet. An der Luft ist er nicht zu verwenden, weil er rissig wird.

Durch Sandzusatz wird bei schnellabbindenden Portlandzementen deren Abbindezeit nur ganz wenig, bei langsam abbindenden Zementen jedoch schon beträchtlich verlängert.

Langsam bindende Zemente sind im allgemeinen den rasch bindenden vorzuziehen; nur bei Wasserandrang, bei Frostwetter, bei Verputzarbeiten u. dgl., wo ein rasches Abbinden gefordert wird, müssen raschbindende Zemente angewendet werden.

Der Sand für den Zementmörtel soll resch und rein sein, ist daher eventuell vor der Verwendung zu waschen. Er soll auch entsprechend fein sein, weil er sich dann mit dem Zement inniger vermengt.

Das zu verwendende Wasser soll reines, salzfreies Süßwasser sein, rein von Ton, Fett, Schlamm usw. Die Menge des Wassers richtet sich nach der Art der Verwendung des Mörtels, nach der Porosität der Bausteine, nach der Temperatur sowie nach der Abbindezeit des Zementes. Raschbindende Zemente erfordern mehr Wasserzusatz als langsam bindende.

Das Mischungsverhältnis von Zement und Sand hängt von der Güte des Zementes und des Sandes ab, sowie von der geforderten Festigkeit. Je feiner ein Zement gemahlen ist, je langsamer er abbindet und je größere Festigkeit er für sich erlangt, desto mehr Sandzusatz verträgt er.

Für Bauten, die wasserdicht sein sollen, wählt man ein Verhältnis von Zement zu Sand wie 1:1½ bis 1:2, für Zementpflaster (Estrich) und Zementverputz 1:2 und 1:3, für aufgehendes Mauerwerk 1:3 bis 1:4, für Fundamente 1:5 und 1:6 usw.

Zur Zubereitung des Zementmörtels werden Sand und Zement mit Schaufeln oder besser mit Gefäßen vorgemessen, mit Schaufeln trocken und innig vermischt, bis die ganze Mischung die gleiche Farbe hat, sodann mit dem nötigen Wasser begossen und mit Schaufeln oder Mörtelkrücken ordentlich durchgearbeitet, bis alle Sandkörner gleichmäßig in Zementbrei eingehüllt sind. Bei größeren Bauten werden hiezu Mörtelmaschinen verwendet.

Bei der Verwendung des Zementmörtels muß beachtet werden, daß demselben nicht das zur Erhärtung notwendige Wasser entzogen werde; es sind daher z. B. die durch Zementmörtel zu verbindenden Steine, besonders wenn sie sehr porös und trocken sind, vor der Verwendung ordentlich mit Wasser zu tränken, zu verputzende Mauerflächen vorher wiederholt zu nassen u. dgl.

e) Gemischte Mörtel.

Reine Zementmörtel im Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement zu 2—4 Teilen Sand erreichen bei rascher Erhärtung eine hohe Festigkeit, sind aber etwas teurer als Luftmörtel, so daß sie meist nur dort verwendet werden, wo man Wasserdichtigkeit, Schutz gegen Nässe und Feuchtigkeit anstrebt, oder wo eine erhöhte Inanspruchnahme des Mauerwerkes ihre Anwendung erfordert.

Zementmörtel mit 5 oder mehr Teilen Sand auf 1 Teil Zement erreichen zwar auch noch genügend hohe Festigkeiten, der Mörtel ist aber zu mager, haftet weniger am Stein, gestattet keine sichere und leichte Verarbeitung und ist auch nicht genügend wasserdicht. Gibt man aber einem solchen Mörtel einen Zusatz von Weißkalk (Fettkalk) oder gut gelöschtem, hydraulischem Kalk, so werden die erwähnten Mängel beseitigt.

Der Zusatz von Kalk gestattet somit die volle Ausnützung eines guten Zementes, besonders des Portlandzementes, wodurch auch hinsichtlich des Preises eine ausgiebige Verwendung desselben möglich wird.

In Deutschland nennt man solche gemischte Mörtel ohne Rücksicht auf die Menge des Kalkes und Zementes „Zementkalkmörtel“ oder „Kalkzementmörtel“, bei uns meist „verlängerte oder gestreckte Zementmörtel“; letztere Bezeichnung ist jedoch im Falle als der Kalkgehalt überwiegt, nicht entsprechend.

Eine richtigere Benennung, die das Verhältnis zwischen Zement- und Kalkmenge, sowie die Eigenschaften des Mörtels besser zum Ausdruck bringt, ist folgende:

Verlängerter Zementmörtel ist ein Zementmörtel mit Kalkzusatz, wobei der Zementgehalt überwiegt. Der Kalkzusatz benimmt dem Mörtel die oft unerwünschte Eigenschaft der allzuraschen Erhärtung, bei der oft Schwindrisse und Abblätterungen eintreten, er verlängert also die Erhärtungsdauer des Zementmörtels, daher sein Name; er vermehrt aber auch die Bindekraft, zumeist auch die Festigkeit.

Nach Versuchen soll bei Mörtel aus 1 Raumteil Zement und 2 Teilen Sand durch Zusatz von ¼ Teil gelöschtem Kalk die Zugfestigkeit um rund 10%, die Druckfestigkeit um rund 20% und die Bindekraft am Stein um rund 25% vermehrt werden.

Ein Mörtel aus 1 Teil Zement, 7 Teilen Sand mit ½ Teil Kalk zeigt dieselbe Festigkeit als einer aus 1 Teil Zement und 5 Teilen Sand ohne Kalkzusatz.

Verstärkter oder schnellbindender Kalkmörtel ist ein Kalkmörtel mit Zementzusatz, wobei der Kalkgehalt überwiegt. Der Zementzusatz verbessert in vieler Beziehung die Eigenschaften eines Weißkalk- oder hydraulischen Kalkmörtels, ohne die Kosten viel zu erhöhen. Manche nennen diesen Mörtel auch verlängerten Zementmörtel, wohl deshalb, weil er sich in seinen Eigenschaften jenen des Zementmörtels nähert, aber länger als letzterer zur Erhärtung braucht. Weißkalkmörtel erlangt z. B. durch einen geringen Zusatz von Zement die Eigenschaft, in verhältnismäßig kurzer Zeit abzubinden, bedeutend fester zu werden und der Einwirkung der Feuchtigkeit besser zu widerstehen.

Derartige Mörtel kann auch ohne merkliche Verminderung der Bindekraft innerhalb 6—9 Stunden mehrmals abgerührt und dann erst verwendet werden. Dem fetten Weißkalk wird naturgemäß mehr Zement beigemischt werden müssen als dem mageren Kalk, weil dieser durch seine tonigen Beimengungen schon in gewissem Grade hydraulische Eigenschaften besitzt.

Erfahrungsgemäß erlangt der Weißkalkmörtel bei einem Zementzusatz von $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$ des Kalkvolumens eine 3—4mal größere Festigkeit.

Die Bereitung gemischten Mörtels erfolgt so wie die des Luftkalkmörtels, nur wird dem Sande früher das nötige Zementquantum beigemischt und trocken durchgearbeitet. Bei Verwendung von Kalkpulver, anstatt Kalkbrei, werden die entsprechenden Mengen Sand, Zement und Kalkpulver in trockenem Zustande vermengt, sodann mit der erforderlichen Wassermenge zu Mörtel verrührt.

Diese Mörtel werden in manchen Fällen den Zementmörtel vollkommen ersetzen, daher wird ihre Anwendung für feuchte und stärker beanspruchte Mauertheile in vielen Fällen sehr ökonomisch und auch zweckentsprechend sein.

f) Frostsichere Mörtel.

Jeder Mörtel ist so lange vor der Einwirkung des Frostes zu schützen, bis er so weit erhärtet, daß der größte Teil des im Mörtel enthaltenen Wassers durch chemische Bindung verbraucht ist. Dies ist meist nach 14 Tagen schon der Fall.

Wird dem zur Mörtelbereitung verwendeten Wasser ein gewisses Quantum Kochsalz oder kristallisierte Soda beigemischt, so wird der daraus erzeugte Mörtel frostsicher, d. h. er kann selbst bei strenger Kälte verarbeitet werden, ohne daß das in demselben enthaltene Wasser zu Eis erstarrt, was den Erhärtungsprozeß verhindern würde. Ratsam ist für diesen Zweck die Verwendung von Soda, weil diese den Erhärtungsprozeß beschleunigt, während Kochsalzzusätze denselben verzögern und außerdem im Mauerwerke schädliche Salzbildungen erzeugen können.

Das beizumengende Sodaquantum ist abhängig von der Beschaffenheit der Mörtelsubstanzen und von der Temperatur.

Versuchsweise wurde festgestellt, daß bei einer Temperatur von 0° bis -6°C $\frac{1}{6}$, von -6° bis -12°C $\frac{1}{5}$ und unter -12°C $\frac{1}{4}$ kg kristallisierte Soda für 1 Liter Wasser vollkommen genügt.

Zur Bereitung des frostsicheren Mörtels kann nur Roman- oder Portlandzementmörtel, mindestens aber verlängerter Zementmörtel verwendet werden, Weißkalkmörtel bleibt gänzlich ausgeschlossen.

Bei der Bereitung des frostsicheren Mörtels wird zuerst 1 Teil Soda in 2 Teilen siedendem Wasser gelöst, diese Lösung der entsprechenden Menge kalten Wassers beigemischt und dieses Wasser bei einer Temperatur von höchstens $+25$ bis 30°C dem trocken gemengten Sand und Zementquantum beigeschüttet, das Ganze zu Mörtel verrührt und sofort verarbeitet. Auch Tripolith gibt einen frostsicheren Mörtel (siehe diesen).

g) Beton (Grobmörtel, Konkret).

Beton ist ein Gemenge von hydraulischen Bindemitteln, Sand und Schotter mit dem nötigen Wasserzusatz. Er hat die Eigenschaft, schnell zu erhärten und eine dichte, gleichförmige, fast unzer trennliche, steinartige, wie aus einem Stück bestehende Masse zu bilden. Beton wird daher als Ersatz für natürliche Steine zu den verschiedenartigsten Mauerwerks- und Pflasterarbeiten usw. verwendet.

Je nach der Art des hydraulischen Bindemittels bezeichnet man den Beton näher als Traßbeton, Puzzolanbeton, Kalkbeton, Zementbeton usw. Die weitaus größte Verwendung findet der Zementbeton, der gewöhnlich nur Beton genannt wird.

Über Erzeugung und Verarbeitung des Betons siehe Kapitel Maurerarbeiten.

h) Gips.

Gips ist wasserhältiger, schwefelsaurer Kalk. Abarten sind Gipsspat (Frauen-
glas, Selenit), Fasergips (Atlasgips) und Alabaster.

Durch Brennen verliert der natürliche Gipsstein entweder teilweise oder ganz das chemisch gebundene Wasser und zerfällt zu einem weißen Pulver, das man gebrannten Gips oder kurzweg Gips nennt.

Wird der Gipsstein bis auf etwa 120—130° C erhitzt, so verliert er nur einen Teil seines Wassers und man erhält den sogenannten St u c k- o d e r B i l d h a u e r-
gips, auch Schnellgips genannt. Macht man diesen mit Wasser zu einem milchartigen Brei, so fängt letzterer in 5—10 Minuten an zu erstarren (abzubinden) und erhärtet in längstens 30 Minuten. Hierbei entwickelt er eine mäßige Wärme und vergrößert sein Volumen um zirka 1%. Dieser Gips treibt also etwas während der Erhärtung, nach derselben jedoch nicht mehr.

Wird der Gipsstein bei höherer Temperatur (150—160° C) gebrannt, so entsteht ein rascher abbindender Gips (1—2 Minuten), der beim Erstarren eine viel größere Erwärmung aufweist; man sagt der Gips ist hitzig. Derselbe treibt noch einige Zeit nach dem Erhärten. Ähnlich verhält sich auch ein bei niedrigerer Temperatur, d. h. nicht völlig gar gebrannter Gips.

Wird der Gipsstein etwas über 200° C erhitzt, so verliert der Gips ganz seinen Wassergehalt und die Eigenschaft, mit Wasser angemacht, zu erhärten; er ist t o t g e b r a n n t.

Steigert man jedoch die Hitze beim Brennen weiter bis zur Rotglut, so entsteht sogenannter E s t r i c h g i p s o d e r M a u e r g i p s, der wieder sehr wertvolle Eigenschaften besitzt. Er ist dichter und schwerer und nimmt Wasser sehr langsam wieder auf. Macht man aus ihm einen steifen Gipsbrei an, so bindet dieser sehr langsam ab (nach Stunden) und erhärtet erst nach vielen Tagen vollständig ohne zu treiben. Schließlich erlangt er eine sehr große Festigkeit, wird sehr dicht und gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähig.

Für Bauzwecke ist somit nur der Stuckgips und der Estrichgips geeignet. Andere, d. h. bei anderen Temperaturen gebrannte Gipse sind unbrauchbar.

Das Brennen der Gipsrohsteine findet in Öfen oder Meilern so wie das Kalkbrennen statt. Der gebrannte Gips wird auf Mühlen oder Pochwerken zerkleinert, dann zwischen Walzen oder Steinen oder in Kugelmühlen gemahlen und dann gesiebt. Kleinere Mengen können auch zuerst gepulvert und dann auf Blechen oder in Trommeln gebrannt werden.

Die praktische Verwendung des Gipses erfolgt in der Form von Gips-
m ö r t e l, worunter man den mit Wasser angemachten Gipsbrei versteht, der nach seiner Verarbeitung, wie früher erwähnt, wieder erhärtet.

M ö r t e l a u s S t u c k g i p s wird vielfach verwendet, vor allem zu verschiedenen Stuck- und Bildhauerarbeiten; zu Ausbesserungen von Löchern und Vertiefungen in Wänden und Fassaden, die rasch trocknen sollen; zum Versetzen

von Eisen und sonstigen Gegenständen in Mauerwerk; für Herstellung von Rabitzwänden und Gipsdielen, auch als Frostmörtel usw. In allen Verwendungen ist Stuckgips vor den Einflüssen des Wetters sowie vor Feuchtigkeit zu schützen; große Festigkeit kann von ihm auch nicht verlangt werden.

Durch Verwendung von Leimlösung anstatt Wasser wird der Gipsmörtel langsamer abbindend, dichter und fester. Auch durch Zusatz von Alkohol zum Anmachwasser kann die Abbindezeit auf Stunden verlängert werden.

Wird dem Gipspulver 2—8% fein gepulverte Eibischwurzel beigemischt, so wird die Erhärtung des Gipsmörtels auch sehr verzögert und es entsteht nach dem Trocknen eine sehr zähe Masse, die sich feilen, drehen und bohren läßt.

Auch durch Zusatz von Kalk, Sand, Ziegelmehl, Schlacken u. dgl. kann ein Gips langsamer bindend gemacht werden, er treibt dann auch weniger, wird aber magerer und von geringerer Festigkeit. Mit Kalk und Sand gemischt, wird er auch zu Stukkaturarbeiten verwendet.

Wenn man gebrannten Gips mit einer Lösung von 1 Teil Alaun auf 12 Teile Wasser trinkt, erhärten läßt, dann wieder bis zur Rotglut brennt, hierauf pulvert, und dieses Pulver mit einer gleichen Alaunlösung anrührt, so erhält man einen sehr hart werdenden Gipsmörtel, der sich färben, polieren und waschen läßt. Man nennt ihn Alaungips oder auch Keenezement; er ist wetterbeständig und wird zur Anfertigung von Stuckmarmor verwendet.

Mörtel aus Estrichgips wird in allen jenen Fällen verwendet, in denen es auf große Festigkeit ankommt. Er gibt ein Mauerwerk von außerordentlicher Festigkeit, das niemals treibt. Mit Vorteil verwendet man ihn zu Fußböden (Gipsestrich). Er ist auch ein vorzüglicher Stoff für die Herstellung von Kunststeinen oder von Gußmauerwerk.

Wände aus diesem Mörtel sind von großer Trockenheit, wenn sie gegen aufsteigende Feuchtigkeit gut isoliert werden.

Gegenüber dem Zement hat Gips den Vorteil, daß er sich sehr leicht mit allen Arten von Erdfarben färben läßt; die natürliche Farbe ist blendend weiß.

i) Tripolith (Dreifachstein).

Der Tripolith ist ein aus tonhändigem gebranntem Gipsstein erzeugtes Pulver, dem etwas Schlackenmehl beigemischt ist; er hat eine bläulichgraue Farbe. Tripolith besitzt die Eigenschaft, mit wenig Wasser vermengt, unter geringer Wärmeentwicklung und geringer Volumenvermehrung rasch abzubinden.

Er soll sich zur Mörtelerzeugung für Verputzarbeiten, sowohl im Trockenen als im Feuchten, oder der Witterung ausgesetzten Teilen gut bewährt haben. Besonders für Stukkaturarbeiten, zum Verputz auf Holz und Eisen usw., zum Ziehen von Gesimsen soll sich Tripolithmörtel sehr gut eignen, weil er auf jedem Material gut haftet und auch keine Schwindrisse bekommt.

Zur Mörtelbereitung für gewöhnliche Verputzarbeiten wird eine Mischung von 1 Teil Tripolith und 3 Teilen reinem Sand, für Verputzflächen an der Wetterseite eine Mischung von 1 Teil Tripolith und 2 Teilen Sand gewählt. Bei ganz geringem Zusatz von Kalkmilch wird der Mörtel etwas langsamer bindend, ohne daß er an Bindekraft merklich einbüßt. Für gewöhnliche Mauerung eignet sich die Mischung mit 2 Teilen Tripolith, 1 Teil Kalk und 7 Teilen Sand.

Werden die Verputzflächen mit Eisen abgerieben und gebügelt, so erhalten sie einen schönen Glanz und eine größere Härte.

Tripolith gibt auch infolge seines raschen Abbindens und der geringen Wärmeentwicklung einen frostsicheren Mörtel.

Tripolith erzeugen die Ersten österr. Tripolithwerke in Guntramsdorf zu gleichen Preisen wie Romanzement.

k) Der Lehmörtel.

Dieser wird aus einem mittelfetten Lehm erzeugt, welcher mit Wasser aufgeweicht und zu einem gleichmäßigen, nicht zu dicken Brei durchgearbeitet wird. Zu fetter Lehm bekommt nach dem Erhärten Sprünge und trocknet auch langsam, während zu magerer Lehm zu wenig Bindekraft besitzt.

Um die Bindekraft zu erhöhen, werden dem Lehmbrei kleinfaserige Stoffe als: Spreu, Flachsabfälle, Kuhhaare u. dgl. beigemischt. Zur Erzielung größerer Härte wird manchmal auch Rindsblut oder Tiergalle beigemischt.

Der Lehmörtel dient meistens für Feuerungsanlagen (Sparherde, Tonöfen usw.), aber auch für Luftziegelmauerwerk und manchmal als Verputz von Mauern untergeordneter Gebäude, welche aber vor Nässe vollkommen geschützt sein müssen.

Sehr dicker Lehmörtel mit Stroh- oder Heuabfällen gemischt, Strohlehm genannt, kann auch zur Bildung von Wänden und Decken dienen, indem man aus schlanken Ruten (Haselnuß oder Weiden) ein Flechtwerk macht und dieses auf einer oder auf beiden Seiten mit Strohlehm bewirft und die Flächen glatt verputzt. Statt dem Flechtwerk können auch die Ruten oder kleinere Latten auf ein Holzgerippe (Deckenbalken) aufgenagelt oder in Nuten desselben eingeschoben werden. Die Ruten oder Latten werden dann meistens einzeln mit Strohlehm umwickelt und schließlich an den sichtbaren Flächen glatt verputzt. Diese Art der Ausführung nennt man bei Decken *Windelböden*, und zwar ganze *Windelböden*, wenn sie die ganze Fläche, inklusive Deckenträme in einer ebenen Fläche bekleiden, *halbe Windelböden*, wenn sie zwischen die Balken eingeschoben werden, diese aber unbedeckt bleiben.

B. Metalle.

1. Eisen.

Das Eisen kommt entweder in gediegenem Zustande als *Meteoreisen* oder in verschiedenen *Eisenerzen* vor, die jedoch nicht alle zur Eisengewinnung brauchbar sind.

Aus den brauchbaren Erzen wird durch den Hochofenprozeß *Roheisen* gewonnen, das das Ausgangsmaterial für die Herstellung aller anderen Eisensorten ist. Es besteht der Hauptsache nach aus Eisen und Kohlenstoff, überdies aus teils schädlichen, teils unschädlichen Nebenstoffen, wie z. B. Phosphor, der das Eisen kaltbrüchig macht, Schwefel, der es rotbrüchig (warmbrüchig) macht, Silizium und Mangan, die bis zu gewissem Prozentsatz unschädlich, unter Umständen selbst von Vorteil sind, Nickel, das dem Eisen große Härte verleiht, Kupfer, das indifferent wirkt usw.

Der Kohlenstoffgehalt ist von größtem Einfluß auf die Eigenschaften des Eisens. Mit dem Kohlenstoffgehalt nimmt die Härte, Sprödigkeit und Schmelzbarkeit zu, die Dehnbarkeit ab. Der Kohlenstoff ist entweder mechanisch beigemischt (in Form von Graphit) oder chemisch mit dem Eisen verbunden (amorpher Kohlenstoff).

Nach dem Kohlenstoffgehalt unterscheidet man:

Roheisen mit 2·3 bis 5% Kohlenstoff; schmilzt bei 1000 bis 1300° C.

Stahl mit 0·5 bis 2·3% Kohlenstoff; schmilzt bei 1300 bis 1800° C.

Schmiedeeisen mit 0·05 bis 0·5% Kohlenstoff; schmilzt bei 1800 bis 2250° C.

Beim *Roheisen* unterscheidet man wieder je nach dem Gehalt an Silizium und Mangan:

Silizium-Roheisen, auch *graues Roheisen*, *Graueisen* oder *Schwarzeisen* genannt, bei dem der Kohlenstoff zum größten Teile als Graphit beigemischt ist, so daß letzterer im Bruche mit freiem Auge wahrnehmbar ist.

Der Bruch ist körnig und wächst die Korngröße mit dem Graphitgehalt; je mehr Kohlenstoff und Silizium nebeneinander auftreten, umso grobkörniger ist der Bruch.

Graues Roheisen wird aus wenig manganhaltigen Erzen (Rot- und Brauneisenstein) gewonnen.

M a n g a n - R o h e i s e n, auch **w e i ß e s R o h e i s e n**, Spiegeleisen, Weißstrahl, Weißhorn genannt, ist sehr hart und spröde, hat eine dichte, regelmäßige, muschelige oder strahlenförmige Bruchfläche. Der Kohlenstoff ist mehr chemisch gebunden. Es wird aus stark manganhaltigen Erzen (Spateisenstein) gewonnen.

H a l b i e r t e s R o h e i s e n mit teils chemisch gebundenem, teils mechanisch beigemengtem Kohlenstoff. Es hat weißen, feinkörnigen Bruch, mit eingesprenkten Graphitplättchen.

Das zur Erzeugung von Gußwaren geeignete Roheisen heißt **G u ß e i s e n**. Dieses hat große Druckfestigkeit, aber kleine Zugfestigkeit.

Das flüssige Roheisen enthält nur chemisch gebundenen Kohlenstoff; erst während des Abkühlens scheidet sich Graphit aus. Wird die Abkühlung beschleunigt, so hat der Kohlenstoff wenig Zeit, sich auszuscheiden. (Hartguß oder Schalenguß.)

Schmiedeeisen und Stahl sind **s c h m i e d b a r e E i s e n s o r t e n**, letzterer ist überdies härtbar.

Je nach der Herstellungsart unterscheidet man **S c h w e i ß e i s e n** und **S c h w e i ß s t a h l**, die durch Zusammenschweißen von weißglühenden, teigähnlichen Massen gewonnen werden, und **F l u ß e i s e n** und **F l u ß s t a h l**, die bis zum Formen in flüssigem Zustand erhalten werden.

a) Erzeugung des Roheisens.

Zur Erzeugung des Roheisens dienen nur solche Erze, welche genügend eisenhaltig und frei von schädlichen Beimengungen sind, so daß aus ihnen ein brauchbares Produkt in ökonomischer Weise erzeugt werden kann. Es kommen fast nur die natürlichen Eisenverbindungen in Betracht, von denen die wichtigsten als: Magnet Eisenstein, Roteisenstein, Brauneisenstein, Spateisenstein, Toneisenstein und Kohleneisenstein zu nennen sind.

Vorbereitung der Erze. Die brauchbaren Erze werden zunächst **s o r t i e r t**, d. h. die tauben (nicht erzhaltigen) Steine werden entfernt, die größeren in Stücke zerschlagen oder auf Pochen, Steinbrechmaschinen u. dgl. zerkleinert, eventuell auch **g e w a s c h e n** oder geschlemmt. Die meisten Erze werden dann noch **g e r ö s t e t**, d. h. erhitzt, ohne sie zu schmelzen. Das Rösten kann bei kohlenstoffreichen Erzen (Kohleneisenstein) in freien Haufen geschehen, indem man rings um den aufgeschlichteten Haufen so lange Feuer unterhält, bis der im Erze enthaltene Kohlenstoff sich entzündet und dann selbst den Brennstoff zum Rösten abgibt. Andere kohlenfreie Erze werden entweder in Röstschaftöfen abwechselnd mit Kohle eingebracht und durch die verbrennende Kohle oder in eigenen Gasöfen von der durch den Ofen streichenden Gasflamme geröstet. Das Rösten bezweckt die Auflockerung der Erze und das Absondern derjenigen Stoffe, welche im Hochofen eine Abkühlung herbeiführen können. Außerdem verwandelt sich beim Rösten Eisenoxydul in Eisenoxyd. Unzersetzte lösliche Bestandteile (schwefelsaures Eisenoxydul u. dgl.) können nach dem Rösten noch durch Waschen (Auslaugen) entfernt werden.

Manche Erze machen es notwendig, sie im rohen oder gerösteten Zustande der Verwitterung längere Zeit auszusetzen, um erdige Bestandteile durch gefrierendes Wasser aufzuschließen und dann absondern zu können.

Manche Erze eignen sich ohneweiters zum Ausschmelzen des Eisens; andere wieder nicht, weswegen Erze verschiedener Zusammensetzung zu diesem Zwecke **g a t t i e r t**, d. h. vermengt werden.

In den meisten Fällen sind noch *Zuschläge* (Kalksteine u. dgl.) erforderlich, um eine leicht schmelzbare, basische Schlacke im Hochofen zu erhalten. Erze und Zuschläge bilden die *Beschickung*.

Der *Hochofenprozeß*. Die Erzeugung des Roheisens erfolgt in einem, in Fig. 1, T. IV, dargestellten Schachtofen, dem sogenannten *Hochofen*. Dieser ist je nach dem zu verwendenden Brennmaterial 10—32 *m* hoch.

Der *Ofenschacht* besteht aus feuerfestem Mauerwerk und heißt *Kernschacht*. Dieser ist bei neueren Konstruktionen mit einem versteiften *Blechmantel* umschlossen (Fig. 1, T. IV), bei älteren mit einem zweiten gemauerten *Rauchschacht* umgeben. Bei neueren Öfen wird das Schachtmauerwerk von eisernen Trägern auf Säulen getragen.

Die obere Öffnung, *Gicht* genannt, ist mit einem Glockenapparat *G* verschlossen; die Schale *S* desselben ist mit dem Mauerwerk fest verbunden, die Glocke *G* ist mittels Kranen abhebbar; statt derselben ist manchmal ein versenkbarer Trichter angeordnet. Durch den *Gichtgaskanal R* werden die Gichtgase abgeführt.

Der für den Hochofenprozeß erforderliche Wind (vorgewärmte, komprimierte Luft) wird in Windgebläsen erzeugt, in eigenen Apparaten erhitzt, gelangt in das *Windverteilungsrohr W* und von da durch knieförmige Rohrstücke in die mit Metall ausgefütterten *Formen*, d. h. Windeinströmungsöffnungen *F*. Unterhalb der Formen sind Öffnungen zum Abfluß der Schlacken (*Schlackenfluß*) und am Boden eine Öffnung für den Abstich des Eisens (*Stich*) vorhanden.

Der Vorgang des Hochofenprozesses ist folgender: Bei Inbetriebsetzung des Ofens wird im untersten Teil desselben, dem *Schmelzraum*, ein kräftiges Holzfeuer angemacht, hierauf von oben durch die Gicht in abwechselnden Schichten Brennmaterial (Holzkohle oder Koks) und Beschickung (Erze mit Zuschlägen) eingeworfen, bis der Ofenschacht gefüllt ist. Unten wird durch die Formen der Wind eingeblasen. Dem allmählichen Sinken des Brennmaterials und der Beschickung entsprechend wird zeitweise der Ofen von oben nachgefüllt und so der Betrieb ununterbrochen erhalten. Eine Unterbrechung des Betriebes findet nur für Reinigungs- oder Reparaturzwecke möglichst selten statt; sie dauert zirka 14 Tage und kommt teuer zu stehen.

Durch den eingeblasenen Wind wird der Kohlenstoff des Brennmaterials in Kohlenoxydgas verwandelt. Durch dieses werden im obersten Teile des Schachtes die Erze und das Brennmaterial erwärmt und das Wasser verdampft (*Vorbereitungszone*).

Im mittleren Teile des Schachtes werden die vorgewärmten Eisenoxyde durch das Kohlenoxydgas *reduziert*, d. h. es bildet sich reines Eisen und Kohlen-säure, gleichzeitig wird das Eisen *gekohlt*. (*Reduktions- und Kohlungszone*.)

Im untersten Teil, dem Schmelzraum, wird das gekohlte Eisen nun *geschmolzen* (*Schmelzzone*), d. h. es wird flüssig, wobei es durch die Berührung mit dem glühenden Kohlenstoff fort weiter gekohlt wird, bis es bei den Windeinströmungsöffnungen die höchste Temperatur und den höchsten Kohlenstoffgehalt erreicht.

Das flüssige Roheisen sammelt sich samt der flüssigen Schlacke im untersten Teil des Ofens (die leichtere Schlacke obenauf). Da sich die Schlacke in großer Menge bildet, so wird sie beständig ausfließen gelassen, während das Roheisen nur zeitweise *abgestochen* wird.

Die sich im Ofen bildenden Gase (*Gichtgase*) werden oben abgeführt und wegen ihrer hohen Temperatur zur Heizung der Dampfkessel für die Gebläsemaschinen, oder zur Erwärmung des Windes oder zum Rösten der Erze verwendet.

Das abgestochene, flüssige Roheisen wird in Formen geleitet, die für weißes Roheisen aus Eisen, für graues aus Sand geformt sind. Das Eisen erstarrt in den Formen zu Stücken, die man *Masseln* oder *Flossen* nennt; diese haben meist halbkreisförmigen Querschnitt von zirka 15 cm Durchmesser, $\frac{3}{4}$ m Länge und zirka 50 kg Gewicht.

Die flüssige Schlacke wird in sogenannten Schlackenwagen aufgefangen und weggeführt. Im Bauwesen findet sie Verwendung als Schotter, als Bausteine, zu Schlackenziegeln, statt Sand zur Mörtelbereitung und endlich in granuliertem Zustande zur Zementfabrikation. (Siehe Schlackenzement.)

b) Erzeugung von Gußeisenwaren.

Zur Erzeugung gewöhnlicher Gußwaren verwendet man graues Roheisen, für Hartgußwaren halbiertes Roheisen.

Da das aus dem Hochofen gewonnene Roheisen selten genügend rein ist, so wird es zur Erzeugung von Gußeisenwaren meist neuerlich in eigenen Öfen (Kupolöfen, d. h. Schachtöfen oder Flammöfen) eingeschmolzen und hiebei durch Mischung geeigneter Eisensorten sowie durch Zusätze die gewünschte Qualität des Gußeisens erzielt.

Das so gewonnene Gußeisen wird in eigens hergestellte Formen gegossen. Diese können aus Sand, Lehm oder Eisen hergestellt sein. — Bei der Sandformerei werden die Formen entweder im Sande der Hüttensohle hergestellt (Herdguß) oder es wird der Sand in eiserne Rahmen gefüllt (Kastenguß).

Die Sandformen werden nach Modellen hergestellt, die aus Holz, Eisen oder Messing bestehen und um das Schwindmaß des Eisens größer sein müssen, als die herzustellenden Gußstücke.

Hohle Gegenstände (Säulen, Röhren u. dgl.) werden mit Benützung eines Kernes gegossen (Kernguß). Der Kern besteht aus einer eisernen oder blechernen, durchlocherten Röhre, die mit Strohseilen umwunden und darüber mit Lehm überzogen wird. Hiedurch wird der Kern gegen die beim Erstarren des Gußstückes eintretende Zusammenziehung nachgiebig und gestattet das Abziehen der Gase. — Es gibt einen stehenden und einen liegenden Guß; ersterer ist vorteilhafter, kann aber nicht immer angewendet werden.

Eiserne Formen (Schalen oder Coquillen) werden bei der Erzeugung von Hartguß angewendet, weil sie eine rasche Abkühlung des flüssigen Gußeisens gestatten, wodurch der Kohlenstoff verhindert wird, sich langsam als Graphit auszuschcheiden. Diese Ausscheidung erfolgt nämlich kurz nach dem Erstarren, und zwar um so reichlicher, je langsamer die Abkühlung vor sich geht. — Die gußeisernen Formen werden vor dem Gebrauche mit Graphit oder Teer überstrichen.

Das Gießen erfolgt meist mit Gießkellen oder Gießpfannen, in denen man das Eisen auf die richtige Temperatur abkühlen läßt. Das Gießen muß gleichmäßig und ohne Unterbrechung geschehen. Die auf dem Eisen schwimmende Schlacke muß abgestrichen werden.

Nach dem Erkalten werden die Gußstücke aus den Formen genommen, gereinigt, die Gußnähte usw. abgeschlagen und diese Stellen glatt gemeißelt. — Viele Gußwaren (Maschinenteile usw.) werden dann noch auf Werkzeugmaschinen weiter bearbeitet, d. h. sie werden abgedreht, gefräst, gebohrt, gehobelt usw. Gußstücke, die Handelsgegenstände bilden, werden oft geschwärzt, lackiert oder geteert.

Große Gußstücke werden zur Beseitigung innerer Spannungsdifferenzen, und um sie weicher zu machen, in einer Lehm- oder Sandumhüllung ausgeglüht und langsam abkühlen gelassen (getemperter Guß). — Sollen die Gußstücke hiebei schmiedbar gemacht, d. h. soll der Kohlenstoffgehalt verringert werden, so glüht man sie in sauerstoffabgebenden Stoffen (Eisenoxydul und Eisenoxyd). Man nennt solche Gußwaren dann schmiedbaren Eisenguß.

c) Erzeugung des schmiedbaren Eisens.

Schmiedbares Eisen darf nicht mehr als 2·3% Kohlenstoff und nur sehr geringe Mengen fremder Stoffe enthalten.

Die Erzeugung des schmiedbaren Eisens erfolgt selten direkt aus den Erzen, sondern meistens aus Roheisen, indem der überschüssige Kohlenstoff sowie fremde Stoffe, die die Schmiedbarkeit beeinträchtigen, durch Verbrennen und Oxydation derselben beseitigt werden.

Die Erzeugung aus Roheisen erfolgt durch das sogenannte Frischen oder den Frischprozeß und man unterscheidet hievon vier Methoden:

1. Das Herdfrischen, 2. das Flammofenfrischen (Puddelprozeß), 3. das Windfrischen, und zwar Bessemer- und Thomas-Prozeß, 4. den Siemens-Martin-Prozeß.

1. Das Herdfrischen. Dieses wird heute nur mehr sehr selten angewendet, da es teuer ist und für Massenerzeugung sich nicht eignet. Es besteht darin, daß man flüssiges Roheisen durch einen Windstrom herabtropfen läßt, wobei die zur Oxydation nötige Temperatur durch Verbrennung von Holzkohle erhalten wird. Der Prozeß wird in einem gemauerten Herde ausgeführt und liefert sehr reines Schweißisen oder Frischstahl, weil die Holzkohle das Eisen gar nicht verunreinigt. Man verwendet hiezu nur weißes Roheisen.

2. Der Puddelprozeß. Das Puddeln wird in einem Flammofen, Fig. 2, T. IV, vorgenommen, d. h. in einem niedrigen überwölbten Herde, in welchen das Roheisen von dem Brennmaterial getrennt eingebracht und ersteres durch die über dasselbe streichenden Flammen geschmolzen wird.

Der Ofen besteht aus dem Herde *a*, dem Feuerraum *f* mit dem Roster und dem Aschenfall *b*, der Feuerbrücke *d*, die den Herd gegen den Feuerraum, und der Fuchsbrücke *g*, die den Herd gegen den Fuchs *e* abschließt; durch den Fuchs gelangen die Verbrennungsgase zur Esse. Der Herd ist aus aufgeschmolzener Schlacke *s* gebildet und ruht auf eisernen Platten *p*, die, im Falze gelegt, wieder auf eisernen Trägern aufliegen. Durch den so unter den Herdplatten gebildeten Hohlraum ist eine Abkühlung der Platten von unten durch kalte Luft möglich. Am Rande liegen hohle Herdeisen *o*, durch welche ebenfalls zur Abkühlung kalte Luft oder Wasser geleitet wird. Die Brücken sind aus feuerfestem Material gebildet. Durch die Arbeitstüre *b* wird das Roheisen eingebracht und das fertige Produkt entfernt; während des Prozesses bleibt diese Türe geschlossen und wird zum Puddeln nur eine kleine Öffnung *c* freigemacht, durch welche die Rührwerkzeuge in den Ofen eingesteckt werden. In den Feuerraum *f* wird das Brennmaterial durch die Öffnung *m* eingebracht.

Der ganze Ofen ist von eisernen Platten eingefast, die durch horizontale und vertikale Ankerschließen zusammengehalten werden.

Für den Puddelprozeß wird reines, weißes Roheisen verwendet, das in 6—12 kg großen Stücken in einem Gesamtgewicht von 150—250 kg pro Charge auf den vorher bis zur Rotglut erhitzten Herd eingebracht wird.

Als Brennmaterial dient meistens Steinkohle. Die Heizgase, die über das Roheisen gestrichen sind (die sogenannte Abhitze), haben noch genügend Wärme, weswegen sie meist noch zum Vorwärmen des für die nächste Charge bestimmten Roheisens benützt werden. Der Vorwärmerherd liegt dann, nur getrennt durch die Fuchsbrücke, unmittelbar neben dem Puddelherd. Man kann aber auch den Vorwärmerherd gleich dem Puddelherd ausgestalten und dann immer abwechselnd in jenem Herd puddeln, in dem früher das Roheisen vorgewärmt wurde.

Der Puddelprozeß spielt sich in drei Perioden ab. In der ersten Periode, der Feinperiode, schmilzt das Roheisen, wobei zuerst das im Eisen enthaltene Silizium zu Kieselsäure verbrennt, die sich mit den entstandenen Oxyden des Eisens und des Mangans zur sogenannten Rotschlacke verbindet. Diese würde, am

flüssigen Roheisen oben schwimmend, letzteres gegen die Luft abschließen und so die weitere Entkohlung des Eisens verhindern. Um dem zu begegnen, wird das Eisenbad durch stetes Umrühren mit einer am vorderen Ende umgebogenen Eisenstange (Kratze genannt) in fortwährende Berührung mit der Luft gebracht.

In der nun folgenden zweiten, der Rohfrischperiode, beginnt die Verbrennung des Kohlenstoffes unter heftigem Kochen und Aufsteigen von blauen Flämmchen. Die Schlacke wird jetzt dickflüssiger und wird Garschlacke genannt; je mehr Eisenoxydul sie aufnimmt, desto mehr entkohlend wirkt sie auf das Eisen. Die Garschlacke wird über die Herdbrücken in untergestellte eiserne Wagen abfließen gelassen. Gegen das Ende der Rohfrischperiode wird das Eisen steif und läßt sich nicht mehr kratzen, da es jetzt infolge der Entkohlung eine höhere Schmelztemperatur besitzt.

In der jetzt beginnenden dritten, der Garfrischperiode, geht die Entkohlung sehr rasch vor sich. Das Eisen wird jetzt mit spitzen Brechstangen durchgeschlagen und behufs gleichmäßiger Entkohlung umgesetzt, d. h. in horizontaler Richtung bewegt und schließlich in Ballen von zirka 50 kg, die man Luppen nennt, gebracht.

Der Frischprozeß ist jetzt zu Ende, die Luppen werden aus dem Ofen genommen und behufs Auspressens der darin enthaltenen Schlacke unter dem Dampfhammer von allen Seiten bearbeitet, wodurch sich die Eisenkristalle innig aneinander schweißen. Darnach kommen die noch heißen Luppen auf das Luppenwalzwerk und werden hier zu Flachstäben, den sogenannten Rohschienen, ausgewalzt. Diese sind 50—250 mm stark und werden behufs Paketierung in entsprechend lange Stücke geschnitten.

Der Puddelprozeß dauert $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden, so daß in 12 Stunden 6—8 Chargen zu 150—250 kg, zusammen also 900—2000 kg Eisen gepuddelt werden können.

Der vorgeschilderte Puddelprozeß heißt „Puddeln auf Sehne“, er wird zur Erzeugung des Schweißeisens angewendet.

Will man jedoch Puddelstahl oder das Zwischenprodukt zwischen Stahl und Schmiedeeisen, das sogenannte Feinkorneisen erzeugen, so hält man einen anderen Vorgang ein, den man „Puddeln auf Korn“ nennt. Hierbei darf die Entkohlung nicht so weit getrieben werden, wie früher beschrieben (weil Stahl mehr Kohlenstoff enthält), und es ist daher möglichst reines Roheisen, aber mit höherem Mangan Gehalt erforderlich, da Mangan das Eisen härtet. Das Roheisen ist möglichst schnell einzuschmelzen und sodann langsam unter der Schlacke zu garen. (Die am Eisen schwimmende Schlacke verhindert die zu starke Entkohlung.) Je kohlenstoffreicher das Produkt sein soll, desto langsamer und desto sorgfältiger muß das Eisen unter einem reichlichen Schlackenbade gegart werden.

Das Puddeln auf Stahl dauert am längsten und erfordert viel Brennmaterial, ist daher teuer. Chargen und Luppen werden hier meist kleiner gehalten.

Um aus den erhaltenen Rohschienen Gebrauchsgegenstände anzufertigen, werden dieselben unter sich oder auch mit schon ausgewalzten Eisenstäben verschweißt, d. h. bis zur Weißglut erhitzt und dann durch Schlag oder Druck mittels Dampf- oder Handhammer oder Walzen zu einem einzigen Stück geformt. Die bei der Erhitzung unter Luftzutritt an den Oberflächen sich bildenden Eisenoxyde werden durch die in den Rohschienen noch enthaltene Schlacke aufgelöst. Fehlt letztere (wie bei fertigen Eisenstäben), so muß durch Zusatz von Kieselsäure in Form feinen Sandes (Schweißpulver) künstlich eine Schlacke gebildet werden.

Das Erhitzen der Rohschienen erfolgt entweder in offenen Feuern oder in Schweißflamöfen. Vor dem Einbringen in den Ofen werden die Rohschienen pakettiert, d. h. mittels Draht zu Paketen gebunden. Die Größe und Form der Pakete wird nach der Größe und Form des zu fertigenden Gegenstandes

bestimmt, wobei man den Schweißverlust und die Abfälle (beim Bearbeiten) berücksichtigen muß. An den Kanten der Pakete gibt man meist schon gewalzte, also schon geschweißte Eisenstäbe, in der Mitte jedoch Rohschienen und eventuell auch Eisenabfälle.

Da bei jeder Schweißung der Kohlenstoffgehalt verringert wird, so läßt sich das Eisen durch den Schweißprozeß nur insoweit verbessern, als noch für die verlangten Eigenschaften des Endproduktes genügend Kohlenstoffgehalt vorhanden bleibt. Durch wiederholtes Schweißen wird daher Stahl in Schmiedeeisen, letzteres jedoch in verbranntes Eisen übergeführt.

3. Das Windfrischen (Bessemer- und Thomas-Prozeß). Das Prinzip dieses Prozesses besteht darin, daß man das in einem Kupolofen (Schacht-ofen) eingeschmolzene oder direkt dem Hochofen entnommene, flüssige Roheisen in ein bis zur Rotglut erhitztes Gefäß (die Birne, den Konverter) gießt und durch dasselbe heiße, gepreßte Luft (den sogenannten Wind) durchbläst, die vermöge ihres Sauerstoffgehaltes die Verbrennung des Siliziums, Mangans und Kohlenstoffes bewirkt; hiedurch wird die Temperatur fortwährend erhöht, und zwar ohne Verwendung eines eigenen Brennmaterials, worin ein wesentlich ökonomisches Moment dieses Prozesses liegt.

Die Entkohlung des Eisens kann bei diesem Prozeß entweder ganz oder nur bis zu dem verlangten Grade durchgeführt werden, welcher letzterer Vorgang nur selten eintritt, wenn z. B. das Roheisen nicht genug Silizium enthält, oder wenn man durch den Bessemer-Prozeß nur ein Zwischenprodukt erzeugen will; man nimmt dann in beiden Fällen das flüssige, nur mäßig entkohlte Eisen aus der Birne und bearbeitet es im Flammofen nach dem Siemens-Martin-Verfahren weiter.

In der Regel wird das Eisenbad in der Birne fast vollständig entkohlt und dann erst in dem verlangten Grade durch Zusatz von kohlenstoffreicherem Eisen rückgekohlt. Dieser Vorgang ist sicherer und einfacher und bietet den Vorteil, daß die schädlichen Bestandteile des Roheisens bei der fortgesetzten Entkohlung in ausgiebiger Weise entfernt werden.

Die Birne (der Konverter), Fig. 3, T. IV, ist ein birnförmiges, aus Eisenblech hergestelltes Gefäß, das mit einem feuerfesten Materiale ausgefüllt und mit zwei Zapfen drehbar aufgehängt ist. Die Drehung erfolgt meist durch eine hydraulische Presse *P*, mit deren Kolben eine Zahnstange verbunden ist, die in ein auf dem vollen Zapfen der Birne aufgestecktes Zahnrad eingreift. Der andere Zapfen ist hohl und mit einem rechtwinklig gebrochenen Rohr verbunden, das bis zum doppelten Boden der Birne führt, aus dem zahlreiche Öffnungen in das Innere der Birne münden. Durch dieses Rohr wird der Gebläsewind eingetrieben, während der Konverter beliebig gedreht werden kann.

Der Hauptunterschied zwischen dem Bessemer- und dem Thomas-Prozeß liegt in der Verschiedenartigkeit des Ausfütterungsmaterials des Konverters und dadurch in der Verschiedenheit des sich abspielenden chemischen Prozesses.

Bessemer-Prozeß. Dieser ist ein saurer Prozeß. Das Futter des Konverters besteht aus tonhaltigem Sand (Ganister) oder aus feuerfestem, mit Schamotte versetztem Ton oder aus feuerfesten Ziegeln in Schamottemörtel vermauert.

Das für den sauren Prozeß geeignete Roheisen muß weniger als 0,1% Phosphor und 0,05% Schwefel enthalten; Silizium soll 2—3% vorhanden sein. Je weniger Silizium im Roheisen enthalten, desto höher muß die dem Roheisen zu gebende Anfangstemperatur sein, weil das verbrennende Silizium die Wärmequelle liefert.

Das flüssige Roheisen wird durch eine Rinne aus dem Kupolofen in die vorgewärmte Birne gebracht, die hiezu in die horizontale Lage umgekippt wurde. Die Birnen fassen 6000—12.000 kg Eisen.

Beim Aufrichten der Birne in die vertikale Lage wird angeblasen und es beginnt der Frischprozeß. Das Eisenbad wird ununterbrochen von zahlreichen, hochgepreßten Luftstrahlen durchzogen. Der Prozeß spielt sich wieder in drei Perioden ab.

In der ersten, der Fein- oder Schlackenperiode, oxydiert das Silizium und ein Teil des Eisens. Durch die Verbrennung des Siliziums zu Kieselsäure wird die Temperatur fort erhöht und es bildet sich eine stark leuchtende, dichte Flamme mit Funken von weißglühend brennendem Eisen. Ist die Verbrennung des Siliziums bis zur vollständigen Verschlackung bewirkt, so ist die erste Periode beendet, die zirka 20—30 Minuten dauert.

In der zweiten, der Rohfrisch- oder Kochperiode, wird unter gleichzeitiger Oxydation des Mangans, Eisenoxydul in die Schlacke aufgenommen. Durch das fortgesetzte Einblasen bilden sich große Mengen Eisenoxydul, die aber durch den Kohlenstoff wieder desoxydiert und damit letzterer zu Kohlenoxyd und Kohlensäure verbrannt. In dem Maße als der Kohlenstoff verbrennt, wird die noch immer hell leuchtende Flamme immer ruhiger.

In der letzten, der Garfrischperiode, verbrennen die letzten Reste des Kohlenstoffs; nach gänzlicher Entkohlung hört die Flamme auf, womit der Prozeß beendet ist, der im ganzen per Charge 40—60 Minuten dauert.

Man kippt jetzt den Konverter in horizontale Lage, nimmt eine Schöpfprobe heraus, gießt diese zu einem kleinen Block (Ingot) und schmiedet denselben schnell unter einem Dampfhammer zu einem dünnen, prismatischen Stab aus, den man im Wasser abkühlt, dann über einen Amboß biegt und abbricht. Nach der Sprödigkeit und dem Bruchansehen wird die Konsistenz des Eisenbades im Konverter beurteilt. Ist die Entkohlung noch nicht vollendet, so bläst man noch etwas Wind in den Konverter, ist aber der Gang richtig, so wird jetzt die Rückkohlung vorgenommen, indem man Spiegeleisen (Manganeisen) von bestimmtem Kohlenstoffgehalt in solcher Menge in die Birne einwirft, daß die Mischung den verlangten Kohlenstoffgehalt besitzt. Durch das zugesetzte Mangan werden die bei der Verbrennung gebildeten Eisenoxyde wieder zerlegt.

Die auf dem Eisenbad oben schwimmende Schlacke wird nun durch Neigen der Birne zum größten Teil abgegossen, das fertige, flüssige Eisenprodukt sodann in eiserne, mit feuerfestem Material ausgefütterte Gießpfannen geleitet. Aus diesen wird das flüssige Eisen in die Formen (C o q u i l l e n) abfließen gelassen. Die gefüllten Formen werden mit eisernen Deckeln und Sand geschlossen und es erstarrt in ihnen das Eisen zu Blöcken (Ingots), die noch in glühendem Zustande herausgenommen und unter dem Dampfhammer vierkantig ausgeschmiedet werden, um dadurch das Eisen zu dichten und die in demselben vorhandenen Blasen zu entfernen; letztere enthalten Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenoxydgas und verursachen im gewalzten Material feine Risse und Spaltungen. Die ausgeschmiedeten Blöcke werden sodann entweder unter dem Dampfhammer weiter verarbeitet oder in Walzwerken ausgewalzt.

Thomas-Prozeß. Der vorbeschriebene Bessemer-Prozeß gestattet nur die Verarbeitung von Roheisen, das höchstens 0.1% Phosphor enthält. Der Grund hierfür liegt in dem Kieselsäuregehalt des sauren Futters des Konverters; die Kieselsäure gestattet nicht die Bindung des Phosphors durch die Schlacke, so daß der Phosphor aus dem Eisenbad nicht ausreduziert werden kann. — Es konnten somit die reichen Lager von stark phosphorhaltigen Erzen nicht zur Verhüttung (Eisengewinnung) nutzbar gemacht werden.

Nach dem Thomas-Prozeß (Bessemer-Prozeß nach basischem Verfahren) ist die Verarbeitung von phosphorreichem Roheisen jedoch möglich. Bei diesem wird der Konverter mit einem basischen Futter — gebranntem Kalk oder Dolomit — ausgekleidet, wobei als Bindemittel Teer verwendet wird, überdies wird gleich zu Anfang gebrannter Kalk als Zuschlag in die Birne gegeben. Hiedurch kann aller Phosphor aus dem Eisenbade ausgeschieden werden.

Der Prozeß spielt sich nach denselben drei Perioden wie der Bessemer-Prozeß ab. Die durch Verbrennung des Siliziums sich bildende Kieselsäure geht dabei mit dem Kalke eine dauernde Verbindung ein, die in die Schlacke übergeht.

Nach Schluß der Garfrischperiode ist im flüssigen Eisen noch etwas Silizium, etwas Schwefel und fast der ganze Phosphorgehalt vorhanden. Um letzteren zu entfernen, wird nun noch weiter Wind zugeführt; durch dieses Überblasen wird nebst den Resten von Silizium auch der ganze Phosphor verbrannt; es darf jedoch nur noch so viel Wind eingeblasen werden, als für die Verbrennung des Phosphors unbedingt notwendig ist, was sich nach dem Phosphorgehalt berechnen läßt.

Die im Vergleiche zum Bessemer-Prozeß weit größere Menge durchgeblasener Luft verursacht dagegen eine vermehrte Blasenbildung durch Anhäufung überschüssiger Gase und die Bildung größerer Mengen von Oxyden im Metallbade. Die Zerlegung derselben und die Rückkohlung des Eisens geschieht wieder durch Zugabe von Spiegeleisen oder Ferromangan. Dies darf aber erst nach dem Abgießen der Schlacke erfolgen, da sonst durch den Zusatz von Mangan wieder Phosphor frei würde. Es wird daher meist das Eisenbad in die Gießpfannen abgelassen und erst in diese das Spiegeleisen eingebracht, was ein heftiges Aufwallen und Aufschäumen verursacht.

Aus der Gießpfanne wird das Eisen so wie beim Bessemer-Prozeß in die Coquillen abgegossen, nachdem auch hier vorher ein Probe-Ingots ausgeschmiedet wurde. — Die erstarrten, aber noch glühenden Blöcke (Ingots) werden dann so wie früher beschrieben bearbeitet.

Die Schlacke des Thomas-Prozesses enthält viel Kalkphosphat, weswegen sie in gemahlenem Zustande ein sehr gutes Düngermittel abgibt.

4. Der Siemens-Martin-Prozeß. Dieser ist ein Frischprozeß im Flammofen, der mit Siemensscher Regenerativfeuerung eingerichtet ist, um die hohen Temperaturen zu erreichen, die zur Flüssighaltung des Produktes erforderlich sind.

Der Flammofen, Fig. 4, T. IV, besteht aus einem überwölbten Herde *h* auf frei liegenden eisernen Herdplatten; durch die Arbeitstüren *a* wird das Material eingebracht; auf der entgegengesetzten Seite befindet sich der Abstich. — Die Wärmespeicher liegen unter der Hüttensohle, und zwar entweder direkt unter dem Herd oder, wie in Fig. 4, paarweise seitlich desselben, mit Freilassung eines Mittelganges, oder auch vor demselben. Sie sind mit feuerfesten Steinen ausgelegt, durch deren Zwischenräume die Gase streichen. — Durch die eine Kammer *G* wird das als Heizmaterial verwendete, in einem Generator erzeugte Kohlenoxydgas geleitet, durch die Kammer *L* jedoch atmosphärische Luft. Nach der Vereinigung entzündet sich das Gemenge von Gas und Luft und streicht über den Herd. Die abziehenden Verbrennungsgase streichen indes durch das andere Kammernpaar, um dieses vorzuwärmen. Ist das erste Kammernpaar abgekühlt, so werden die Ventile umgestellt und die Heiz-, bzw. Verbrennungsgase machen den umgekehrten Weg.

Je nachdem der Phosphorgehalt des Roheisens geringer oder größer als 0.1% ist, kann der Prozeß *sauer* oder *basisch* durchgeführt werden. Der Unterschied liegt darin, daß bei Verwendung von phosphorreichem Roheisen die Herdsohle aus basischem Materiale (gewöhnlich Dolomit) bestehen muß und daß durch Kalkzuschläge die Bildung einer basischen Schlacke, in der der Phosphor als Kalkphosphat abgeschieden wird, ermöglicht werde.

In der Regel wird das Roheisen im Flammofen selbst eingeschmolzen; ist es flüssig, so wird die gebildete Schlacke abgezogen, in das Eisenbad bis zur Rotglut erhitzte Abfälle von Flußeisen und Stahl in Partien von 30—50 *kg* eingebracht und das Bad mit langen Stangen öfters durchgerührt und dann wieder von der Schlacke befreit. — Durch die Einbringung der kohlenstoffarmen Abfälle sowie

durch Oxydation wird das Eisenbad entkohlt, wobei sich aber gleichzeitig Eisenoxyde bilden. Nach genügender Entkohlung wird die Rückkohlung des Eisenbades bis zu dem verlangten Grade durch Zuschläge von Manganeisen oder Spiegeleisen bewirkt, wobei die Oxyde des Eisens durch Mangan wieder zerlegt werden. — Sollen nicht Blöcke (Ingots), sondern Flußeisengußwaren durch direkten Guß erzeugt werden, so wird zur Rückkohlung meist Siliziumeisen benützt. — In neuester Zeit wird die Rückkohlung zum Teile auch durch Koks bewirkt, indem dem Eisenbad zuerst Manganeisen zugesetzt wird und es dann in Pfannen ausgeleert wird, die mit Koks ausgefüttert sind.

Der Martin-Prozeß dauert 6—8 Stunden, er erfordert einen höheren Brennmaterialaufwand als der Bessemer- und Thomas-Prozeß, gestattet aber das Einschmelzen von Stahl- und Schmiedeeisenabfällen. Da der Prozeß lange dauert, kann man sich öfters durch Schöpfproben von der Qualität des Eisens überzeugen und kann daher mit großer Sicherheit Produkte von bestimmter Qualität erhalten. Infolge des ruhigen Ganges des Prozesses können sich die Gase leichter abscheiden, so daß eine Blasenbildung im erstarrten Eisen fast ganz vermieden wird.

Nach Schluß des Prozesses wird die oben schwimmende Schlacke entfernt und das Eisen in die Gießpfanne abgegossen, aus der dann die Coquillen gefüllt werden. Die erstarrten Blöcke (Ingots) werden so wie beim Bessemer-Prozeß weiter behandelt.

Der Siemens-Martin-Prozeß wird auch öfters mit dem Bessemer- oder Thomas-Prozeß kombiniert, indem das im Konverter genügend entkohlte Eisen im Martinofen weiter bearbeitet wird. Auf diese Weise wird z. B. Raffinierstahl erzeugt, von dem man große Gleichmäßigkeit und Dichte verlangt.

d) Erzeugung von Tiegelflußstahl.

Wird Stahl irgend einer Erzeugungsart in feuerbeständigen Tiegeln umgeschmolzen, so erhält man einen Flußstahl von besonderer Gleichmäßigkeit, den sogenannten Tiegelflußstahl.

Die Tiegel sind meist aus sandfreiem Ton, dem Schamotte und Graphit beigemischt sind, in Größen für Einsätze von 15—50 kg erzeugt. Vor dem Gebrauche werden die Tiegel getrocknet und hierauf bis zur Rotglut erhitzt. Sodann wird der Stahl eingesetzt und die Tiegel in Schmelzöfen (Schacht- oder Flammöfen) eingestellt.

Soll der Kohlenstoffgehalt geändert werden, so werden geeignete Zuschläge in die Tiegel eingebracht; z. B. eine höhere Kohlung wird durch Zusatz von Holzkohlenstückchen und eine geringere durch Zusatz von Schmiedeeisenteilen erreicht. Wird Mangan, Wolfram, Nickel oder Titan zugesetzt, so erhält man einen feinkörnigen und sehr harten Stahl.

Ist der Stahl geschmolzen, so werden die Tiegel mit Zangen aus dem Ofen gehoben und in die Formen oder zuerst in eine Gießpfanne und dann erst in die Formen gefüllt.

e) Erzeugung von Zementstahl.

Zementstahl erhält man, wenn man stabförmiges Schmiedeeisen in Holzkohle glüht und so Kohlenstoff zuführt. Die Kohlung erfolgt also in einem weichen, aber nicht flüssigen Zustande des Eisens, und zwar von außen nach innen. Man kann dem Eisen auf diese Weise alle Kohlungsgrade bis 5% erteilen. Man nennt diesen Vorgang Zementieren oder Zementierung des Eisens.

Die flachgeschmiedeten Schmiedeeisenstäbe werden in kastenförmige Gefäße aus Stein oder Ton, abwechselnd mit Schichten von zerkleinerter Holzkohle (Zementierpulver) eingepackt und im Zementierofen von außen erhitzt. Das Anheizen dauert zirka 24 Stunden, die Kohlung 8—9 Tage, die Abkühlung drei Tage.

Da die Kohlung (Stahlbildung) und damit die Härtung nur langsam von außen nach innen erfolgt, so kann man fertige Gegenstände aus Schmiedeeisen nur an der Oberfläche härten (Oberflächenhärtung oder Einsatzhärtung). Die Gegenstände (Werkzeuge u. dgl.) werden mit Holzkohlpulver in Büchsen von Eisenblech gepackt und geglüht, wodurch sich die Oberfläche härtet.

Sollen Gegenstände (Platten, Nieten u. dgl.) nur teilweise gehärtet werden (Harvey-Verfahren), so muß beim Glühen der nicht zu härtende Teil durch eine Umhüllung mit solchen Materialien geschützt werden, die nicht kohlenstoffhaltig sind und dabei den Luftzutritt hindern; es wird daher der nicht zu härtende Teil in Tonmehl eingepackt, der zu härtende in Holzkohle.

Durch Gerben, d. h. Schweißen und Aushämmern von Zementstahl erhält man Gerbstahl.

f) Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten.

Roheisen ist im allgemeinen spröde, läßt sich weder hämmern noch schmieden oder schweißen. Das graue Roheisen ist weicher und zäher als das weiße; es läßt sich feilen, bohren, hobeln und drehen usw., eignet sich daher besser für Gußwaren.

Gußeisen wird also aus grauem, weicherem Roheisen durch Umschmelzen desselben gewonnen.

Die Gußstücke müssen rein und fehlerfrei sein, sie müssen glatte Oberflächen, scharfe Kanten und scharf ausgeprägte Verzierungen haben und dürfen keine Löcher, Blasen und sichtbare Poren aufweisen. Die Bruchflächen sollen körnig und gleichmäßig grau sein.

Die Zugfestigkeit ist gering; sie soll aber mindestens 1200 kg pro cm^2 betragen. Ein Stab von $30/30 \text{ mm}$ Querschnitt und 1 m freier Stützweite soll 450 kg zunehmende Belastung aushalten, bevor er bricht. Es muß möglich sein, mit einem Hammerschlag eine Kante des Gußstückes einzudrücken, ohne daß ein Teil der Kante abspringt.

Schmiedeeisen ist im kalten Zustande, besonders leicht aber in der Glühhitze zu bearbeiten; man kann es biegen, mit dem Meißel teilen, durch Hämmern, Pressen usw. beliebig formen (schmieden), ferner im kalten Zustande feilen, hobeln, drehen, bohren, schleifen und polieren.

Das Schweiß Eisen ist in der Weißglühhitze auch schweißbar; Flußeisen hat jedoch geringere Schweißbarkeit. Diese kann aber durch verschiedene Zusätze (Hammerschlag, Borax) erhöht werden.

Wesentlich beeinträchtigt wird die Qualität des Schweiß- und Flußeisens durch Phosphor- und Schwefelgehalt. Schon 0.15% Phosphorgehalt machen das Eisen kaltbrüchig; ein solcher Eisenstab würde beim Biegen im kalten Zustande leicht brechen; die Bruchfläche ist dann grobkörnig und hellglänzend. Schwefel (selbst nur 0.12%) macht das Eisen rotbrüchig, d. h. Brüchig in der Glühhitze. Ein solches Eisen springt in der Glühhitze beim Hämmern leicht ab; die Bruchflächen sind hierbei häufig schön, sehnig, aber von mattem Glanz.

Gutes Schweiß Eisen soll an der Bruchfläche entweder helle Farbe und matten, seidenartigen Glanz oder dunkle Farbe und hellen Glanz haben; helle Farbe und starker Glanz oder dunkle Farbe und matter Glanz zeigen schlechtes Eisen an. Schmiedeeisen soll nur in kaltem oder rotglühendem Zustande bearbeitet werden, in der sogenannten Blauwärme ist das Eisen spröde und zur Bearbeitung nicht geeignet.

Nachstehende Tabelle läßt die Festigkeitsverhältnisse der verschiedenen Eisensorten entnehmen.

Eisengattungen	Kohlenstoff- gehalt in %	Spezifisches Gewicht	Schmelz- punkt in °C	Mittlere Festigkeit in kg pro cm ² auf		Zulässige Be- anspruchung pro kg und cm ² auf		
				Zug	Druck	Zug	Druck	Ab- sicherung
Gußeisen weißes graues	2·3 bis 5	7·25	1100	1200	7500	200	750 bei Säulen 600	250
			bis 1300					
Schweißeisen	0·05 bis	7·8	1800 bis 2250	2500 bis	2500 bis	1000	1000	800
Flußeisen	0·5		1300 bis 1800	3800 bis 3800				
Schweißstahl	0·5 bis	7·7	1300 bis	4500 bis	4000 bis	3000	3000	—
Flußstahl(Gußstahl)	2·3%		1800	6500 Guß- stahl selbst bis 25.000	6000			

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß mit dem Zunehmen des Kohlenstoffgehaltes sowohl das spezifische Gewicht als auch der Schmelzpunkt des Eisens abnimmt, und daß die Festigkeit mit der Reinheit des Eisens bedeutend zunimmt usw.

g) Zusammensetzung und Eigenschaften der Stahl- sorten.

Als Stahl werden jene Eisensorten bezeichnet, welche zu Rotglut erhitzt und in einer Flüssigkeit rasch abgekühlt, härter werden, und zwar derart, daß man sie mit der Feile nur schwer oder gar nicht bearbeiten kann. Diese schätzbare Eigenschaft besitzen nur Eisensorten mit einem Kohlenstoffgehalt von 0·5—2·3% und die vollkommen rein sind, d. h. keine anderen schädlichen Stoffe beigemischt besitzen. Bei einem Kohlenstoffgehalt von weniger als 0·5% nimmt das Eisen keine so große Härte an, bei mehr als 2·3% wird dasselbe spröde, verliert die Eigenschaft der Härt- und Schmiedbarkeit und gleicht dann dem Roheisen.

Der im Stahl vorkommende gebundene Kohlenstoff ist der eigentliche Träger der Härtbarkeit. Bei langsam erkaltetem Stahl bildet er mit einem Teile des Stahles eine Verbindung (Karbid), welche das Gefüge netzartig durchzieht. Beim Erhitzen zur Rotglut wird der Kohlenstoff vom Stahle aufgenommen (gelöst) und zu Härtungskohle. Beim raschen Abkühlen wird der Kohlenstoff in diesem Zustande festgehalten, der Stahl ist dann gehärtet. Läßt man aber den erhitzten Stahl langsam abkühlen, so scheidet der Kohlenstoff aus seiner gleichmäßigen Verbindung mit dem Stahle und bildet wieder mit einem Teile desselben das netzartig ausgebreitete Karbid.

Kohlenstoff als Graphit kann nicht in Härtungskohle verwandelt werden, führt also keine Härtung herbei und darf im Stahl nicht vorkommen.

Zur Erzeugung von Stahl soll nur jenes Eisen genommen werden, welches möglichst frei von Graphit und sonstigen schädlichen Stoffen ist. Das Vorhandensein solcher Stoffe im Stahl äußert sich zumeist in der Sprödigkeit desselben im gehärteten, bei größerer Verunreinigung auch im ungehärteten Zustande.

Durch Beimengung bestimmter Mengen von Mangan, Wolfram, Chrom, Nickel, Titan u. dgl. bei der Erzeugung des Stahles können die Eigenschaften desselben wesentlich verbessert werden (Spezialstahl). Mangan (in geringen Mengen, 0·2—0·5%

in den meisten Stahlsorten vorhanden) vermehrt die Festigkeit und Härte des Stahles um geringes, macht aber denselben beim Gusse dichter, blasenfrei und frei von Rissen. Größere Mengen von Mangan (8—20%) verleihen dem Stahl große Festigkeit, Zähigkeit und Naturhärte (Manganstahl). Wolfram (2—6%) erhöht die Härte und Schneidhaltigkeit des Stahles, vermindert aber dessen Zähigkeit; solcher Stahl eignet sich bloß für Werkzeuge, welche einer ruhigen Beanspruchung ausgesetzt sind und große Härte und Schneidhaltigkeit besitzen müssen. Chrom wirkt ähnlich wie Wolfram, macht aber den Stahl viel spröder, jedoch sehr widerstandsfähig gegen Schlag und Stoß und wird im Vereine mit Nickel zur Herstellung von Panzerplatten benützt. Nickel (5—10%) steigert die Härte und Zähigkeit des ungehärteten Stahles ganz bedeutend, bei gehärtetem Stahl ist jedoch ein Nickelgehalt weniger wirksam als Wolfram oder Chrom. Nickelstahl dient daher für stark beanspruchte Maschinenteile (Schiffswellen, Kurbelzapfen usw.), auch zur Herstellung von Panzerplatten, Kanonenrohren u. dgl.

Nach dem vorerwähnten unterscheidet man also Stahl, welcher seine Härte nur durch Kohlenstoff erhält und Spezialstahl, welcher außer Kohlenstoff noch andere, die Härte steigernde Beimengungen enthält, Mangan-, Chrom-, Wolfram-, Nickelstahl.

Nach der Erzeugungsart des Stahles unterscheidet man den aus Schweiß-eisen gewonnenen Schweißstahl, dann den durch den Bessemer- oder Siemens-Martin-Prozeß gewonnenen Flußstahl, ferner durch weitere Verarbeitung den aus dem Schweiß-eisen gewonnenen Zementstahl und Gerbstahl und den durch weiteres Umschmelzen des Flußstahles gewonnenen Tiegelgußstahl. Der Spezialstahl wird ebenfalls als Tiegelgußstahl erzeugt.

Die besseren Stahlsorten dienen meistens zur Erzeugung von Werkzeugen, Maschinenbestandteilen u. dgl. und werden auch als „Werkzeugstahl“ bezeichnet.

Die in den Handel gebrachten Stahlsorten sind meistens mit dem Firmastempel und auch mit Etiketten versehen, welche den Härtegrad, den Verwendungszweck und die beim Schmieden und Härten notwendigen Temperaturen enthalten.

Guter Stahl soll in der Bruchfläche ein gleichmäßig feinkörniges Gefüge von hellgrauer, samtartiger Farbe zeigen, und eine reine, fehlerfreie Oberfläche haben. Das Gefüge wird durch zunehmende Härte immer feinkörniger. Selbstverständlich kann man durch bloße Besichtigung auf die Güte des Stahles nicht immer mit voller Sicherheit schließen, es muß dieser vielmehr die Erprobung durch verschiedenartige Bearbeitung folgen (siehe Erprobung des Eisens und Stahles).

b) Härten des Stahles.

Erhitzt man Stahl bis zur Rotglut und taucht ihn dann in kaltes Wasser, so wird seine Härte noch bedeutend erhöht. Wird aber der rotglühende Stahl langsam abgekühlt (z. B. in Asche gesteckt), so wird er nicht härter, sondern weicher. Diese Eigenschaften — H ä r t e n bzw. N a c h l a s s e n genannt — geben dem Stahle die Bearbeitungsfähigkeit zu verschiedenen Werkzeugen, Maschinenbestandteilen u. dgl., welche einen gewissen Grad von Härte und Zähigkeit besitzen müssen.

Nicht jeder Stahl erhält bei der gleichen Hitze seine größte Härte. Kohlenstoffreicher Stahl kann nur bei dunkler Rotglut, dagegen kohlenstoffarmer nur bei heller Rotglut, also bei größerer Hitze seine größte Härte erreichen, auch kann man kohlenstoffarmen Stahl mehr erhitzen, ohne daß er Schaden leidet. Man muß also für jede Stahlsorte die zum Härten geeignete Hitze probeweise ermitteln und dabei trachten, den Stahl nicht zu überhitzen.

Der überhitzte (verbrannte) Stahl ist im Bruche grobkörnig und hellglänzend, der gut gehärtete jedoch feinkörniger als im ungehärteten Zustande. Überhitzten Stahl kann man zwar regenerieren, d. h. durch Ausglühen und Schmieden in den früheren Zustand überführen, doch kann dadurch die frühere Härte desselben nicht mehr vollkommen erreicht werden. Durch das Schmieden des Stahles wird die Festigkeit und Härte desselben vergrößert.

Wenn man blank gefeilten oder geschliffenen Stahl langsam erhitzt, so bildet sich an der Oberfläche eine dünne Oxydschichte, welche mit dem Steigern der Hitze an Dicke zunimmt und dann verschiedene Farben (Anlauffarben) zeigt. Diese Anlauffarben entsprechen gewissen Temperaturen und zeigen den Moment an, in welchem der Stahl einen gewissen Härtegrad erlangt hat, und zwar:

220° C — blaßgelb — Stahl ist hart und spröde.

230° C — goldgelb — Stahl schneidet Gußeisen (für Werkzeuge zur Metallbearbeitung und für Rasiermesser geeignet).

255° C — morgenrot — Stahl schneidet Guß- und Schmiedeeisen (für Meißel, Scheren usw. geeignet).

265° C — purpurrot — für manche Holzbearbeitungswerkzeuge.

275° C — violett — für Tischmesser u. dgl.

290° C — blau — für Säbelklingen, Uhrfedern, Sägen usw.

Über 300° C nimmt die Oxydschichte — bloß vorübergehend — eine grünliche Farbe an, und wird dann bläulichgrau. Nachdem es nicht möglich ist, beim Härten die Temperatur des Stahles zu messen, so ist durch dieses Anlaufen ein Mittel gegeben, den Härtegrad ziemlich genau zu beurteilen. Der Arbeiter kann also — nach den Anlauffarben beurteilend — dem Arbeitsstück jede gewünschte Härte geben. Das Arbeitsstück wird zuerst durch Schmieden in die richtige Form gebracht, sodann im noch warmen oder kalten, jedoch nicht gehärteten Zustand durch Feilen, durch Drehen u. dgl. rein bearbeitet, worauf nun das Härten erfolgt, indem der Arbeiter dem Stücke die der Stahlsorte entsprechende Rotglühhitze gibt, und es dann ins Wasser taucht, aber nicht vollständig, sondern nur so viel abkühlt als zur Bildung der Anlauffarben notwendig ist. Sodann zieht er es aus dem Wasser, putzt die Oberfläche mit einer Feinfeile u. dgl. ab und beobachtet die sich zeigenden Anlauffarben; sobald sich die gewünschte Anlauffarbe zeigt, wird das Arbeitsstück rasch und vollständig im Wasser abgelöscht.

Beim Härten des Stahles ist aber noch darauf zu achten, daß sowohl die Erhitzung als auch die Abkühlung des Arbeitsstückes eine gleichmäßige sei, weil sonst der Stahl Risse (Härterisse) bekommt; bei dünnen Platten kann aber auch ein Verziehen u. dgl. stattfinden. Härterisse treten häufig bei ungleicher Massenverteilung auf, z. B. ein Messer, das am Rücken stärker ist, könnte Härterisse bekommen, wenn man es mit der Schneide zuerst in die zur Härtung dienende Flüssigkeit stecken würde, es ist also der umgekehrte Vorgang notwendig. Gegen Verziehen können z. B. dünne Platten beim Härten zwischen stärkeren Platten entsprechend eingespannt werden.

Will man Werkzeugen (Feilen, Bohrern usw.) einen größeren, durchaus gleichmäßigen Härtegrad verleihen, so muß man sie auch mit der entsprechenden Anlauffarbe ganz gleichmäßig anlaufen lassen, das gewöhnlich auf folgende Weise geschieht: der erhitzte und im Wasser entsprechend abgeschreckte, dann blank geputzte Gegenstand wird in erhitzten Sand gelegt oder über Feuer gehalten, bis die erwünschte Farbe anlauft, dann wird der Gegenstand im Wasser rasch abgekühlt.

Statt im Wasser, kann man auch in Öl oder in anderen Fettstoffen härten. Da diese ein geringeres Wärmeleitungsvermögen haben, geht die Abkühlung nicht so rasch vor sich und es treten auch nicht so leicht Härterisse auf. Auch genügt es oft, auf das zum Härten bestimmte Wasser eine Ölschichte aufzugießen.

Das Glühen des Stahles erfolgt im gewöhnlichen Schmiedefeuere am besten mit Holzkohle, für Massenerzeugung und für feine Gegenstände hat man eigene Flammöfen (Muffelöfen).

i) Erprobung des Schmiedeeisens und Stahles.

Behufs Feststellung der Festigkeit und der sonstigen Eigenschaften einer Lieferung von Schmiedeeisen oder Stahl pflegt man verschiedene Proben durchzuführen. Diese können entweder mit den zur Verwendung gelangenden, fertigen

Eisenkonstruktionsteilen (Träger, Bleche usw.) selbst vorgenommen werden, und zwar im kalten Zustande (Kaltproben), oder es werden von diesen Eisenwaren Stücke abgetrennt und diese dann entweder bei gewöhnlicher Temperatur (jedoch nicht unter 10°C) oder in der Glühhitze erprobt (Warmprobe).

1. **Kaltproben.** Die einfache Biegeprobe. Ein Stab wird unter gewissem Winkel (bis 180°) gebogen; derselbe darf dabei keine Längen- oder Querrisse oder Sprünge bekommen.

Die mehrfache Biegeprobe. Ein Stab wird unter einem gewissen, vorher bestimmten Winkel (bis 180°) umgebogen, und wieder gerade gebogen. Bei schwachen Stäben oder Blechen kann diese Biegung auch zwei-, drei- oder mehrmal vorgenommen werden. Das Material darf hierbei keine Risse oder Sprünge bekommen.

Die Bruchprobe — vorzugsweise für Stahlproben geeignet — dient zur Ermittlung der Biegefestigkeit. Ein Stab (Träger u. dgl.) wird auf beiden Enden auf eine bestimmte Länge unterstützt und in der Mitte so lange belastet, bis er sich ausbiegt und dann bricht. Aus dem Querschnitt und dem Gewicht der Belastung kann dann die Festigkeit ermittelt werden.

Die Zerreißprobe. Diese dient zur Ermittlung der Zugfestigkeit. Ein Stab von bestimmtem Querschnitt wird an beiden Enden verbreitert, rauh gemacht und so in eine Zerreißmaschine eingespannt. Bei fortwährend wachsendem Zug wird der Stab endlich zerreißen, früher aber an dieser Stelle seinen Querschnitt vermindern (Fig. 5, T. IV). Die Kraft, welche notwendig war, um den Stab zu zerreißen in kg ausgedrückt, ist die Zugfestigkeit des Stabes. Wird diese durch die Querschnittsfläche des Stabes in cm^2 geteilt, so erhält man die Zugfestigkeit der betreffenden Eisengattung in kg pro cm^2 .

Bei der Besichtigungsprobe wird, um das Eisen an der Bruchfläche untersuchen zu können, ein Stück Eisen durch geringes Einkerbten und mehrmaliges Hin- und Herbiegen losgetrennt.

Zur Bearbeitungsprobe wird das Probestück mit Meißel, Hobel, Feile usw. entsprechend bearbeitet; die bearbeitete Oberfläche soll dabei glatt bleiben; schuppige Oberfläche, ausgerissene Stücke u. dgl. deuten auf minderes Material; ebenso werden unganze oder ungleich harte Stellen deutlich sichtbar. Gutes Eisen gibt beim Hobeln lange und zähe Späne.

2. **Warmproben.** Die Lochprobe. Diese kann warm oder kalt vorgenommen werden. Der Stab wird mit dem Schrotmeißel nach a (Fig. 6, T. IV) geschlitzt und der Schlitz nach b mit einem Dorn erweitert. Bei gutem Eisen dürfen hierbei keine Risse entstehen. Kaltbrüchiges wird im kalten und rotbrüchiges in der Rotglühhitze bei α und β einreißen, eventuell auch an den äußeren Biegestellen Risse zeigen.

Die Aufhauprobe. Diese kann ebenfalls kalt oder warm vorgenommen werden. Der Stab wird an einem Ende wie bei a (Fig. 7, T. IV) eingehauen und dann wie b zeigt, gebogen. Gutes Eisen darf keine Risse bekommen. Kaltbrüchiges dagegen wird im kalten und rotbrüchiges im heißen Zustande bearbeitet, an den äußeren Biegungen bei α und β Risse zeigen.

Die Ausbreitprobe (Schmiedeprobe). Ein Eisenstab wird in rotglühendem Zustande breitgeschmiedet, wobei keine Trennungen im Eisen vorkommen dürfen. Bei schlechtem Material werden an den Rändern Risse auftreten, wie Fig. 8, T. IV, zeigt.

Die Stauchprobe. Zur Erprobung von Nieteisen. Ein Rundstab wird an einem Ende rotglühend gemacht und am Amboß in der Richtung der Pfeile bis zum doppelten Durchmesser zusammengestaucht. An der gestauchten Stelle dürfen keine Risse r r' (Fig. 9, T. IV) auftreten.

Härtungsbiegeprobe, zumeist bei weichem Stahl anzuwenden. Das Probestück wird rotglühend gemacht, dann im Wasser von $+ 25^{\circ}\text{C}$ abgeschreckt und hierauf der Biegeprobe unterzogen.

3. *Ätzprobe*. Diese dient zur Ermittlung von Schlackenstellen bei Schweißungen u. dgl. Das Probestück wird glatt gefeilt und in ein Bad von verdünnter Salzsäure gelegt. Die Schlackenreste werden durch die Salzsäure aufgelöst; an der Oberfläche zeigen sich dann an diesen Stellen Risse oder Vertiefungen.

k) Handelsfabrikate des Eisens. Tafel V und VI.

Gewisse Eisenkonstruktionsteile, welche eine immer wiederkehrende Verwendung finden, werden von den Eisenwerken am Lager gehalten. Man soll trachten, mit diesen üblichen Handelswaren im allgemeinen das Auslangen zu finden, weil anders dimensionierte und extra bestellte Konstruktionsteile bedeutend teurer sind.

Zu diesen üblichen Handelswaren gehören:

1. *Säulen* aus Gußeisen (Fig. 1—4, Taf. V). Diese erhalten eine Wandstärke von 10—35 mm, eine größte Länge von 6 m und einen äußeren Durchmesser von 80—300 mm. Sie sollen womöglich stehend gegossen werden, damit auch gleichmäßige Wandstärken erzielt werden.

Bei durchlaufenden Säulensträngen, bis Maximum 20 m Gesamtlänge, sind die Stoßflächen der Säulen abzdrehen und letztere mit angegossenen, ineinandergreifenden Ringen zu zentrieren. Für die Auflagerung von Deckenträgern werden seitlich *Konsolen* angegossen, siehe Fig. 1—3, T. V. Die anschließenden Träger müssen dann auch miteinander verbunden werden.

2. *Gußeiserne Flantschen- und Muffenrohre* (Fig. 5, 6 und 7, T. V) von 40—1000 mm lichtigem Durchmesser, 8—24 mm Wandstärke und den üblichen Längen von 2—4 m. Die Wandstärken sind für einen Normaldruck von 10 Atm. und für einen Probedruck von 20 Atm. berechnet.

Abfallrohre für Abortanlagen oder Ausgüsse usw. (Fig. 8, 9 und 10, T. V) haben kleinere Wandstärken, da sie nicht auf Druck beansprucht werden.

3. *Unterlagsplatten* für Eisenträger werden in rechteckiger Form aus Gußeisen 20—30 mm dick, oder aus Eisenblech 10—15 mm dick, gewöhnlich 300 mm breit und je nach der erforderlichen Auflagefläche 150—450 mm lang gemacht.

4. *Rohre aus Schweiß Eisen*, und zwar:

a) *Kesselrohre* von 38—406 mm äußerem Durchmesser, gewöhnlicher Wandstärke zwischen $2\frac{1}{4}$ bis 9 mm und Normlänge von 5·00 m. Sie haben entweder eine stumpfe oder besser eine übereinander geklappte Schweißnaht.

b) *Gas- und Wasserleitungsrohre* aus Schmiedeeisen (Fig. 11, T. V) mit Gewinden und Muffen; lichter Durchmesser von 10—80 mm.

5. *Mannesmannrohre* sind gewalzt und nahtlos aus Martinstahl oder Tiegelgußstahl erzeugt, von 10—51 mm äußerem Durchmesser und 1—3·4 mm Wandstärke; sie halten einen hohen Druck aus und finden dementsprechend als Kesselrohre u. dgl. häufige Anwendung.

Aus demselben Material werden auch runde Säulen von 108—305 mm äußerem Durchmesser (an den oberen Enden) erzeugt, an den unteren Enden sind sie entsprechend weiter. Die Höhe der Säulen beträgt 1600—6500 mm.

6. *Stabeisen* je nach der Form auch Rund-, Quadrat-, Flacheisen usw. genannt, ist aus Schweiß Eisen ausgewalzt oder ausgeschmiedet; die Stäbe sind 3—6 m lang; aus Flußeisen wird seltener Stabeisen hergestellt, da dasselbe eine geringere Schweißbarkeit besitzt.

Nach der Form des Querschnittes unterscheidet man:

a) *Bandeisen* von 10—100 mm Breite mit 5 mm Abstufung und 1—4·75 mm Dicke; es wird in Buschen zu 10, 25 und 50 kg verkauft.

b) *Flacheisen* in Stäben von 3·00—6·00 m Länge, 10—150 mm Breite und 3—75 mm Stärke, wird in Buschen zu 25 und 50 kg, breiteres und dickeres Flacheisen in einzelnen Stangen verkauft.

Bei Flacheisen (Fig. 28, T. VI) ist die im allgemeinen hergestellte geringste Dicke bei einer Breite von $14-40 = 3$, bei $40-70 = 4$, bei $70-100 = 5$, bei $100-190 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$.

- c) Schließeneisen ist ein Flacheisen, welches in 6 Nummern verkauft wird, und zwar das 2^{er} mit $24/53$, das 3^{er} mit $18/53$, das 4^{er} mit $14/46$, das 5^{er} mit $12/46$, das 6^{er} mit $10/46$ und das 7^{er} mit $8/46 \text{ mm}$ Querschnitt, Fig. 29, T. VI.
- d) Quadrateisen und Rundeisen wird in der Regel mit $6-36 \text{ mm}$ Dicke bzw. $6-40 \text{ mm}$ Durchmesser erzeugt, das schwächere wird in Buschen von 25 und 50 kg, das stärkere in Stangen bis 6 m Länge verkauft, Fig. 31 und 32, T. VI.

Rundeisen unter 6 mm Dicke wird als Draht in Rollen verkauft.

7. Walzeisen, Form- oder Fasseneisen; von diesem unterscheidet man:

- a) Winkeleisen, gleichschenkeliges und ungleichschenkeliges, Fig. 1 und 2, T. VI; es wird mit Nr. bezeichnet, und zwar Nr. $1\frac{1}{2}-16$, d. h. $15-160 \text{ mm}$ Schenkellänge. Vom ungleichschenkeligen Winkeleisen gibt es Nr. $\frac{3}{4\frac{1}{2}}$ bis $\frac{11}{16\frac{1}{2}}$, d. h. Nr. $\frac{3}{4\frac{1}{2}} = \frac{30 \text{ mm}}{45 \text{ mm}}$ Schenkelhöhe und Nr. $\frac{11}{16\frac{1}{2}} = \frac{110 \text{ mm}}{165 \text{ mm}}$ Schenkelhöhe. Die Dicke der Schenkel beträgt $3-18 \text{ mm}$ bei gleichschenkeligen und $5-15 \text{ mm}$ bei ungleichschenkeligen Winkeleisen.

In der Konstruktion bezeichnet man die Winkeleisen durch einen Bruch, in welchem der Zähler die Schenkellängen (horizontaler Schenkel zuerst) und der Nenner die Dicke der Schenkel angibt, z. B. das gleichschenkelige Winkeleisen Nr. 10 von der Stärke 12 mm wird bezeichnet $\frac{100 \times 100}{12}$,

das ungleichschenkelige Nr. $\frac{9}{13\frac{1}{2}}$ mit 12 mm Schenkelstärke wird bezeichnet $\frac{90 \times 135}{12}$. Die Normallänge beträgt $4-8 \text{ m}$, die größte Länge ist 12 m . Es gibt auch verschiedene abnormale Winkeleisen, siehe Tafel VI, Fig. 3-8.

- b) T-Eisen, mit normaler und mit hochstegiger Profilform, Fig. 12 und 13, ferner scharfkantige, Fig. 14, 15 und 16, T. VI.

Die Bezeichnung der T-Eisen erfolgt in gleicher Weise wie bei Winkeleisen in Bruchform, und zwar:

$$\frac{50 \times 45 \text{ Schenkellänge}}{5 \text{ Schenkeldicke}} = \begin{array}{c} < 50 > \\ | \\ 5 \\ < 5 > \end{array} \begin{array}{l} \wedge \\ 45 \\ \vee \end{array}$$

- c) Belag- oder Zoréseisen, Fig. 20, T. V von Nr. 11-26.
- d) Quadranteisen, Fig. 21 von Nr. 10-30.
- e) Gewalzte Eisenträger, Fig. 14-16, T. V, bei welchen die Nr. gleich die Höhe des Trägers in cm bezeichnet, z. B. Nr. 16 bedeutet einen Träger mit 16 cm Höhe. — Man unterscheidet:
- | | | |
|---|---|---|
| <p>Z-Träger, Fig. 16, Nr. 6-20,
U-Träger, Fig. 15, Nr. 6-30 und
I-Träger, Fig. 14, Nr. 8-50</p> | } | <p>Normallängen 10 m, größte Länge 14 m,
andere Längen sind zu bestellen.</p> |
|---|---|---|

Die Flantschenbreiten liegen zwischen 52 und 190 mm und wachsen mit der Trägerhöhe. Die Profile Nr. 18, 22, 24 und 28 der I-Träger werden mit normalen und auch mit breiteren Flantschen hergestellt; die breitflantschigen (Fig. 14 a) werden mit $18 a$, $22 a$, $24 a$ und $28 a$ bezeichnet.

f) Außer den genannten werden noch verschiedene Fasson- und Ziereisen, ferner Nägel, Nieten, Schrauben, Haken, Klammern, Drahtseile, Ketten usw. (siehe Tafel V und VI) am Lager gehalten.

8. **Eisendrahte.** Eisendraht wird sowohl aus Schweiß- und Flußeisen, als auch aus Flußstahl gewalzt und gezogen, und zwar mit kreisförmigem Querschnitt, dessen Durchmesser nach der Drahtlehre angegeben wird.

Der Draht wird in Ringen von 1—5 und $12\frac{1}{2}$ kg nach Nummern von Nr. 31 mit 0·31 mm bis Nr. 1000 mit 10 mm Dicke verkauft.

Damit der Draht der Witterung besser widersteht, wird er auch häufig verzinkt, manchmal verzinkt.

Ein guter Eisendraht soll eine hellgraue Farbe, vollkommenen und durchaus gleichen Querschnitt haben und sich wiederholt rechtwinkelig auf- und abbiegen lassen, ohne zu brechen. Durch Ausglühen wird der Draht biegsamer, verliert aber an Festigkeit.

Schwächerer Draht wird als Blumendraht bezeichnet.

Ist der Querschnitt des Drahtes nicht kreisförmig, sondern halbrund, oval, quadratisch, eckig, sternförmig usw., so heißt er Form- oder Dessindraht.

9. **Eisenbleche.** Diese werden aus dem weichsten und zähesten Eisen gewalzt, äußerst selten gehämmert. Man unterscheidet:

A. **Glatte Bleche** (Schwarzbleche); diese kommen im Handel vor als:

- a) **Gußstahlbleche**, 0·5—5 mm dick, 0·4—0·5 m breit und 1·0—1·50 m lang.
- b) **Kesselbleche**, 2·50 m lang, 1·00 m breit und 20—200 kg schwer; $I_{\underline{a}}$ steirisches 1·00—1·60 m breit.
- c) **Waggondachbleche**, 0·55 mm dick, 0·79 m breit und 2·05 m lang.
- d) **Schloßbleche**, stärkere Bleche für verschiedene Schlosserarbeiten, zumeist in 60/100 cm, aber auch bis 100/200 cm großen Tafeln mit verschiedenen Dicken.
- e) **Dachbleche**, schwächere Bleche, zumeist in 60/100 cm, aber auch in 100/200 cm großen Tafeln, für Dacharbeiten usw.
- f) **Rohrbleche** sind kleine, sehr schwache Blechtafeln, zumeist für Ofenrohre u. dgl.

Die unter c bis f bezeichneten Bleche werden nach Nummern einer Blechlehre bezeichnet, z. B. nach der Dillinger Blechlehre mit Nr. 1 mit 5·64 mm Dicke bis Nr. 30 mit 0·3 mm Dicke. Die kleineren Tafeln werden in Buschen zu 50 kg, die größeren in einzelnen Tafeln verkauft.

B. **Tonnenbleche** und **Buckelbleche** werden aus Schweiß- oder Flußeisen gewalzt, erstere tonnenförmig gebogen mit geraden Rändern, letztere in der Form von Klostersgewölben gepreßt. Sie dienen meistens zum Belegen von Brücken und sonstigen, schwer belasteten Decken; darüber wird gewöhnlich noch eine Betondecke hergestellt.

C. **Riffel- oder gerippte Bleche** haben an der Oberfläche eingewalzte Rippen verschiedener Formen und dienen zum Belag von eisernen Treppenstufen, von Brückenfußwegen, als Kanaldeckplatten u. dgl. Sie werden bis 450 kg schwer, bis 1·35 m breit und 5—25 mm dick gewalzt.

D. **Verzinnte und verzinkte Bleche.** In vielen Fällen werden Schwarzblech, auch Draht und sonstige Eisensorten mit einem schwer oxydierbaren, metallischen Überzuge von Zinn, Zink, Blei, Kupfer oder Nickel versehen, und zwar auf warmem oder auch auf galvanischem Wege.

Der Überzug muß das Eisen vollständig bedecken und daran festhalten. Zu Bauarbeiten dienen folgende derartige Bleche:

- a) das **Weißblech**; dieses wird aus gutem Schwarzblech in kleinen Tafeln erzeugt und gleichmäßig verzinkt. **Doppelformat**, 340 mm breit,

530 mm lang; Hochfolio, 250 mm breit, 680 mm lang. Es wird zu 150 Tafeln, Schlüsselbleche (stärkere Bleche in größeren Tafeln) zu 75 Stück in Kisten verpackt. (Siehe Spenglerarbeiten, II. Band.)

- b) **Verzinktes Eisenblech.** Alle Sorten Eisenbleche können verzinkt werden. Eine gute Verzinkung soll beim Biegen der Bleche bis zum Winkel von 180° nicht abblättern. (Siehe hierüber Spenglerarbeiten.)

E. Wellbleche (wellenförmig gebogene Bleche, Fig. 13 und 13 a, T. V) werden aus Eisenblech oder verzinktem Eisenblech erzeugt. In der Richtung der gewalzten Wellen haben diese Bleche eine größere Steifigkeit und Tragfähigkeit, sie bedürfen daher in horizontaler Lage keiner vollständigen Unterlage wie die glatten Bleche und sind bei größeren Wellentiefen auch geeignet, Lasten zu tragen, weshalb man sie zu Deckenkonstruktionen u. dgl. benützt.

Zur Bestimmung der Wellblechgattungen dient im allgemeinen das Verhältnis der Wellentiefe t zur Wellenbreite b und die Dicke der Bleche d . Danach unterscheidet man im allgemeinen:

Flache Wellbleche für Dacheindeckungen (Fig. 13 a, T. V) mit geringen Wellentiefen t und

Träger-Wellbleche für Deckenkonstruktionen usw. (Fig. 13, T. V) mit größeren Wellentiefen t .

Jalousien-Wellbleche haben kleine Wellen und dienen zumeist zu Tür- und Fensterverschlüssen u. dgl.; sie sind aus Stahlblech.

Stukkaturbleche (Fig. 13 b, T. V) haben trapezförmige, nach innen sich erweiternde Wellen, in welchen der eingeworfene Mörtel beim Stukkaturen sich einzwängt, wodurch dieser an den Blechen festgehalten wird.

Die Wellbleche können entweder gerade oder bombiert (gebogen) benützt werden. Die gewöhnliche Tafellänge ist 3,5 m und die Breite, je nach der Wellengröße, 0,40—0,90 m.

10. Nägel. Nach der Erzeugungsart unterscheidet man geschmiedete Nägel, Maschinennägel und Drahtstifte. Die Form ist je nach dem Zwecke verschieden.

Geschmiedete Nägel werden durch Wasserhämmer oder durch Handarbeit aus Nageleisen (Stabeisen) erzeugt. Die kleineren Sorten werden auch durch Maschinen hergestellt. Zu den geschmiedeten Nägeln gehören Schiffnägel, Boden-, Latten-, Bretter- und Schindelnägel, ferner die Schiefernägel, Schloßnägel usw., Fig. 23, T. V.

Die **Maschinennägel** sind sehr spröde, die Köpfe sind kalt angeschlagen, springen daher leicht ab.

Die **Drahtstiften** finden die meiste Verwendung, sie werden aus hart gezogenem Eisendraht erzeugt. Man unterscheidet: Bau- und Tischlerstifte, Wagner-, Stukkaturer-, Tapezierer-, Schieferdecker- und Dachpappenstifte usw. Brauchbare Nägel sollen im Kopfe, Schafte und in der Spitze regelmäßig geformt sein, sich beim Einschlagen nicht leicht biegen, sollen sich aber andererseits nach teilweisem Durchschlagen umbiegen lassen. Die Länge des Nagels soll $2\frac{1}{2}$ —3mal so groß sein als der damit zu befestigende Gegenstand dick ist.

2. Das Kupfer.

Das Kupfer kommt häufig gediegen in Körner-, Klumpen- oder Plattenform vor, wird aber vielfach auch aus Erz gewonnen, wozu sich schwefelreiche Erze, Kupferkies, Buntkupfer oder Kupferglanz besonders eignen.

a) Gewinnung des Kupfers.

Die Gewinnung des Kupfers aus den verschiedenen Erzen kann entweder auf trockenem Wege, d. h. durch Erhitzung und Schmelzung in Schacht- oder Flammöfen, oder auf nassem Wege, durch Lösung des Kupfergehaltes in verschiedenen salz- und metallhaltigen Laugen erfolgen. In neuerer Zeit wird die Gewinnung auf

nassem Wege in Verbindung mit der Anwendung des elektrischen Stromes mit Vorteil betrieben. Diese Methode ermöglicht nicht nur die den Wert des Kupfers beeinträchtigenden fremden Stoffe mit Leichtigkeit abzuscheiden und dadurch ziemlich reines Kupfer herzustellen, sondern auch eventuell vorhandene Beimengungen von Silber und Gold vollständig zu gewinnen.

Durch den Schmelzprozeß wird aus den Erzen das Schwarzkupfer gewonnen, welches infolge der vielen darin enthaltenen Verunreinigungen (Antimon, Arsen, Blei, Eisen, Schwefel, Wismut usw.) noch keine Geschmeidigkeit hat. Es muß daher durch den oxydierenden Schmelzprozeß (Raffination, Garmachen) eine weitere Verarbeitung erfahren, um aus dem Schwarzkupfer ein hämmerbares oder raffiniertes Kupfer zu erhalten. Das Raffinieren des Schwarzkupfers erfolgt ähnlich wie das Frischen des Eisens in verschiedenen Flammöfen unter Anwendung verschiedener Oxydationsmittel, ist aber im allgemeinen umständlicher als das Frischen des Eisens. Der neueste Schmelzprozeß für Kupfergewinnung zerfällt in drei Hauptoperationen: das Roheinschmelzen, Bessemern und Raffinieren. Durch wiederholte Verbesserungen ist es möglich geworden, selbst aus kupferarmen, stark verunreinigten Erzen ein gutes, hämmerbares Produkt herzustellen.

Vor der Beendigung des Raffinationsprozesses müssen dem Schmelzofen öfter Proben entnommen werden, um sich durch Hämmern, Walzen usw. zu überzeugen, ob das Produkt die notwendige Geschmeidigkeit und sonstige Güte habe. Geringe Mengen fremder, besonders metallischer Stoffe machen das Kupfer kalt- oder rotbrüchig.

Durch den Lösungsprozeß mit verschiedenen metallischen und salzigen Laugen unter Anwendung des elektrischen Stromes (Elektrolyse) kann unter den günstigsten Verhältnissen direkt hämmerbares Kupfer erzeugt werden; geringe Störungen beeinflussen aber die physikalische Beschaffenheit des gewonnenen Kupfers, welches dann erst durch Umschmelzen (Raffination) in hämmerbares Kupfer überführt werden muß.

b) Eigenschaften und Verwendung des Kupfers.

Das raffinierte (hammerbare) Kupfer wird zu Stangenkupfer oder Kupferblech gewalzt oder zu Draht gezogen und zumeist in diesen Formen in den Handel gebracht.

Reines Kupfer zeigt im frischen Bruche eine licht-rosenrote Farbe; viel Kohlenstoffbeimengung macht den Bruch gelblich, Kupferoxydul macht ihn ziegelrot.

Das spezifische Gewicht des reinen Kupfers wechselt zwischen 8·92—8·96; unreines Kupfer ist zumeist leichter. Der Schmelzpunkt beträgt 1077° C.

Das Kupfer ist weich, besitzt eine ausgezeichnete Treibbarkeit, d. h. es läßt sich durch Hämmern im kalten Zustande in verschiedene, oft sehr komplizierte Formen bringen (treiben). Auf seine Treibbarkeit ist es durch die Schlagprobe sehr leicht zu prüfen, indem man ein würfel- oder zylinderförmiges Stück Kupfer durch einen kräftigen Schlag auf die halbe ursprüngliche Höhe bringt (zusammenstaucht). Unreines, sprödes Kupfer bekommt dabei an den Rändern Risse, während reines, zähes Kupfer gar keine Risse zeigt.

Durch Walzen, Hämmern u. dgl. wird das Kupfer hart, durch Erhitzen auf 200—300° C wird es wieder geschmeidig.

Kupfer besitzt auch eine bedeutende Wärmeleitungsfähigkeit. Elektrizität leitet es besonders gut, aber schon geringe Mengen Verunreinigungen beeinträchtigen die Leitungsfähigkeit.

Das Kupfer oxydiert leicht, es bildet sich an seiner Oberfläche Grünspan; die Oxydschichte dringt aber nicht tief ein, sie dient vielmehr als dünne, aber sehr wetterbeständige Schichte.

Die Verwendung des Kupfers ist eine sehr ausgedehnte; es dient wegen seiner Geschmeidigkeit als Blech zu vielerlei Treibarbeiten (Kupferschmiedearbeiten),

wegen seiner Wetterbeständigkeit als Blech zu wichtigen Dacheindeckungen (Kirchtürme) usw. Kupferdraht ist das beste Material für elektrische Leitungen. Im Maschinenbau wird Kupfer zu verschiedenen Rohren, ferner als Legierung zu Achsenlagern u. dgl. verwendet. Zu Gußzwecken ist Kupfer allein nicht brauchbar, weil es im Gusse blasig wird.

3. Das Zink.

Das Zink findet sich nicht gediegen, sondern wird aus verschiedenen Erzen, zumeist aus Zinkblende (Schwefelzink) oder Galmai (kohlen-saures Zink) durch ein reduzierendes Schmelzen, nach vorhergegangenem Rösten in verschiedenartig konstruierten Öfen gewonnen.

Das gewonnene Werkzink enthält häufig Verunreinigungen zumeist durch Blei und Eisen und muß daher noch raffiniert werden. Das Raffinieren geschieht durch Umschmelzen in Flammöfen, wobei sich an der Oberfläche des Zinkbades ein Teil der Verunreinigungen als Asche (Zinkasche) ansammelt, die dann entfernt wird. Das Blei und das stark eisenhaltige Zink (Hartzink) setzen sich zu Boden und sammeln sich in einer daselbst angebrachten Mulde. Das gereinigte Zink wird abgelassen (ausgekellt) und zur weiteren Verarbeitung (meistens zu Blech) auf die Walzwerke gebracht; der Bodensatz wird schließlich ausgeschöpft und weiter verarbeitet.

Das raffinierte Zink ist ein bläulichweißes Metall mit starkem Glanz und 6,9—7,3 spezifischem Gewichte. Es schmilzt bei 410° C und verdampft bei 890° C. An der Luft erhitzt, entzündet sich Zink bei 500° C und verbrennt mit grünlicher, hell leuchtender Flamme zu weißem Zinkoxyd. Durch Schwefel- oder Salzsäure wird Zink vollständig aufgelöst; Zinkstücke in Salzsäure geworfen, lösen sich unter heftigem Aufbrausen mit Zurücklassung von schwarzer Asche vollständig auf. Bei fortgesetztem Einwerfen von Zinkstücken in eine kleinere Menge Salzsäure wird endlich die Salzsäure selbst aufgelöst (abgelöscht) und die Zinkstücke werden dann nicht mehr wesentlich angegriffen.

Zink ist im allgemeinen spröde, besonders bei niederer Temperatur, läßt sich aber bei 100—150° walzen und hämmern. Durch Walzen werden Zinkbleche in bedeutenden Mengen und verschiedenen Stärken erzeugt. (Siehe II. Band, Spenglerarbeiten.) Auch zum Gießen eignet sich Zink vorzüglich, da es bei geringer (410° C) Temperatur schmilzt, die Formen gut ausfüllt, beim Erstarren sein Volumen etwas vergrößert und so schöne, dünnwandige Gußgegenstände liefert. Diese Gußgegenstände sind freilich sehr spröde, können daher nur dort Anwendung finden, wo eine stärkere Beanspruchung ausgeschlossen ist, z. B. bei ornamentalen Verzierungen an Gebäuden u. dgl.

Zinkblech verliert durch das Walzen die große Sprödigkeit und kann bei gewöhnlicher Sommertemperatur zu allerlei Dacharbeiten verarbeitet werden, im Winter jedoch müssen die Bleche vor der Verarbeitung etwas erwärmt werden (siehe Spenglerarbeiten), da sie sonst beim Biegen brechen würden. Bei Überhitzung wird aber Zinkblech wieder spröde und verliert dann an Haltbarkeit.

Wichtig ist bei Zink, namentlich bei Zinkblech, die große Dehnbarkeit in der Sonnenhitze, worauf bei Dacharbeiten stets Rücksicht zu nehmen ist.

Zink überzieht sich in feuchter Luft mit einer dünnen Oxydschichte, welche anfangs weiß ist, dann aber immer mehr dunkelgrau wird und das Zink vor weiterer Oxydation schützt.

Zink wird verwendet als Blech zu verschiedenen Dacharbeiten, Badewannen, Wasserbehältern und Gefäßen usw., dann zu Lithographieplatten, ferner für verschiedene Zinkgußwaren, zum Verzinken von Eisen, zu Legierungen bei Darstellung von Messing, Bronze, Neusilber usw. und zur Herstellung von Metallfarben (Zinkweiß).

4. Das Blei.

Das Blei kommt in der Natur selten gediegen vor; es wird aus verschiedenen Erzen, welche häufig mit anderen Metall- und sonstigen Beimengungen verunreinigt sind, meist aus an Schwefel gebundenem Bleiglanz durch verschiedene Röst- und Schmelzprozesse gewonnen.

Das aus den Erzen gewonnene Blei (Werkblei) enthält gewöhnlich Silber, Antimon, Arsen, Kupfer, Wismut, Zink, Eisen, Nickel usw., es muß also von diesen Bestandteilen gereinigt (raffiniert) werden, was zumeist durch erneuertes Einschmelzen und Oxydation in verschiedenen Flammöfen geschieht.

Blei ist auf der Schnittfläche bläulichgrau und stark glänzend, an der Luft überzieht es sich aber rasch mit einer dunkleren, feinen Oxydschichte, welche das Metall vor weiterer Oxydation schützt.

Reines Blei hat ein spezifisches Gewicht von 11.3 und einen Schmelzpunkt von 330° C. Bei lebhafter Weißglut verdampft das Blei unter Entwicklung giftiger Dämpfe, beim Erstarren verringert es sein Volumen bedeutend und füllt daher die Formen nur unvollständig aus.

Reines Blei ist im kalten Zustande weich und leicht dehnbar, es läßt sich schneiden, sägen, raspeln und zu dünnen Platten aushämmern, zu Blech walzen und zu Röhren ziehen.

Stark antimon- und arsenhaltiges Blei ist härter (Hartblei), es dient zur Herstellung von Lagermetall. Beimengungen von Bleioxyd vermindern die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit des Bleies.

Blei wird von mäßig starker Salpetersäure gelöst, von Salz- oder Schwefelsäure aber wenig angegriffen. Es werden daher Bleipfannen zum Verdampfen von Schwefelsäuren gebraucht, aber nur bis zu einer bestimmten Konzentration, weil die konzentrierte Säure Bleisulfat löst, daher das Blei angreift.

Sehr wichtig ist die Wirkung des Wassers auf Blei. Im luftleeren Raume wird reines, destilliertes Wasser das blanke Blei gar nicht angreifen, bei Luftzutritt aber wird das Blei unter Bildung einer Oxydschichte angegriffen, wodurch Schwefel aus dem Blei ins Wasser übergeht, so daß dadurch das Wasser von Schwefelwasserstoff gebräunt oder geschwärzt und der Genuß des Wassers gesundheitsschädlich wird.

Weiches Wasser (Regenwasser) wird stets eine gewisse Menge gesundheitsschädliche Bleistoffe lösen, während hartes Wasser, welches kohlen-sauren oder schwefelsauren Kalk enthält, kein Blei aufnimmt, es bildet sich vielmehr an der Oberfläche des Bleies ein schwacher Überzug von kohlen-saurem oder schwefel-saurem Blei, welcher das Blei vor weiterer Oxydation schützt. Bei Anordnung von Wasserleitungsröhren aus Blei ist daher die größte Vorsicht notwendig; solche Röhren sollen womöglich innen verzinkt sein.

Die Verwendung des Bleies ist eine mannigfache. Für Bauzwecke dient dasselbe als Blech zu wasserdichten Abdeckungen von beschütteten Gewölbsdecken und dgl., zur Isolierung der Mauern gegen Feuchtigkeit, zur Isolierung der Mauerflächen in Schwefelsäure-Fabrikationsräumen, zu Wasserleitungsröhren, zum Versetzen von Eisenbestandteilen in Stein oder Mauerwerk, zum Dichten der Verbindungsmuffen bei eisernen Röhren, ferner zu verschiedenen Legierungen und zur Darstellung von Bleipräparaten, wie Bleiweiß, Bleizucker, Bleiglätte, Mennige, Chromgelb usw.

Bei der Bleifabrikation, besonders aber bei der Darstellung der Bleioxyde und namentlich bei der Bleiweißerzeugung muß ausreichende Vorsorge getroffen werden, daß der äußerst giftige Bleidampf oder Bleistaub nicht in den menschlichen Organismus gelange.

5. Das Zinn.

Zinn findet sich selten gediegen, wohl aber als Zinnerz mit Sauerstoffverbindungen und im Zinnkies mit Schwefel-, Kupfer- oder Eisenverbindungen. Zur Darstellung wird nur Zinnerz benützt. Reineres Zinnerz wird ohne weitere Vorbereitung oder bloß nach einigem Schlemmen zur Reduktion in Flammöfen erhitzt, das unreinere Bergzinnerz bedarf aber einer vorherigen Reinigung teils auf mechanischem, teils auf chemischem Wege.

Das durch Schmelzen gewonnene Zinn (Werkzinn) enthält häufig noch Beimengungen von Eisen, Kupfer, Wolfram usw., welche Bestandteile größtenteils durch erneuertes Umschmelzen entfernt werden. Hiezu sind mehrere Verfahren üblich. Entweder wird das Werkzinn auf geneigten, eisernen Pfannen geschmolzen, wobei die schwereren Bestandteile zu Boden fallen und das leichtere Zinn abfließt (Läutern oder Pauschen) oder es wird das Zinn in einem Kessel geschmolzen und die flüssige Masse mit einem grünen Holzstück mäßig gerührt, so daß das heiße Metall aufsprudelt und durch die zutretende Luft die Unreinigkeiten oxydiert werden, welche dann als Krätze an der Oberfläche schwimmend leicht entfernt werden können (Polen); darnach wird das Metallbad ruhen gelassen, das reine Zinn abgelassen und die zu Boden gesunkenen, schwereren Metalle entfernt.

Das gereinigte Zinn ist weiß mit einem gelblichen Stich, an der blanken Fläche glänzend, es hat ein spezifisches Gewicht von 7.3 und eine Schmelztemperatur von 235° C. Je weißer und leichter das Zinn, desto reiner ist es. Reines Zinn soll beim Biegen knirschen, beim Hämmern keine Risse bekommen und an den blank geschabten Stellen glänzen.

Zinn ist etwas härter als Blei, es läßt sich wohl nicht mit dem Fingernagel ritzen wie Blei, aber noch gut schaben, schneiden und raspeln. Es ist sehr geschmeidig und läßt sich zu sehr dünnen Plättchen (Stanniol) ausschlagen oder auswalzen.

Das Zinn wird von der Luft, vom Wasser und von den meisten Säuren nicht oder nur wenig angegriffen; bei Zinngegenständen verschwindet nach längerem Gebrauche wegen der Weichheit des Metalles der Glanz.

Die größte Verwendung findet das Zinn zum Verzinnen anderer Metalle wie Eisen, Kupfer, Messing, Blei usw., um diese Metalle durch einen dünnen Zinnüberzug gegen Oxydation zu schützen (Weißblech) oder dadurch die Auflösung durch Säuren und dgl. zu verhindern (Bleirohre, Kupferkessel, Messinggeschirre usw.). Umfangreiche Verwendung findet das Zinn auch mit Blei verschmolzen als Schnellot zum Weichlöten (siehe Spenglerarbeiten), dann für die meisten Legierungen (Bronze, Glockenmetall, Messing usw.), ferner zur Erzeugung von Geschirren, Röhren, Kesseln und dgl., welche den Säuren widerstehen müssen (z. B. solche für Gerber und Apotheker), ferner zur Herstellung von Emailglasuren usw.

Die Wiedergewinnung des Zinnes aus Weißblechabfällen wird in der neuesten Zeit stark betrieben; man behandelt die Abfälle entweder mit Chlor oder Chlorwasserstoff, um Chlorzinn zu gewinnen oder kocht sie unter Luftzutritt mit Natronlauge, Bleioxyd u. dgl. und erhält dann zinnsaures Natron. Auf elektrolytischem Wege geschieht dann die weitere Verarbeitung. Die Abfälle werden in leitende Verbindung mit dem positiven Pole gebracht, worauf sich das gelöste Zinn auf einer Metallfläche am negativen Pol niederschlägt. Das so gewonnene Zinn und die entzinneten Eisenblechstücke werden dann durch Einschmelzen nutzbar gemacht.

Das Zinn wird als Stangen- oder Rollenzinn in den Handel gebracht; als reinstes Zinn gilt das englische und das Bankzinn.

6. Das Aluminium.

Aluminium — Metall der Tonerde — kommt gediegen nicht vor, findet sich aber mit Kieselsäure verbunden in Ton, Feldspat, Glimmer und in vielen Ackererden. Es wurde früher zumeist aus Kryolith, Bauxit u. dgl. durch kostspielige Vorbereitungs- und reduzierende Schmelzprozesse gewonnen. Heute erfolgt die

Gewinnung des Aluminiums zumeist aus Tonerde, welche mit Kupfer und Kohle gemengt, durch kräftige elektrische Ströme (1500 Ampere) in einem Schmelzofen zersetzt wird. Durch die außerordentlich hohe Temperatur wird durch Kohle und Kupfer die Tonerde zersetzt, deren Sauerstoff aufgenommen und Aluminium abgeschieden. Nach einem anderen Verfahren kann die geschmolzene Tonerde auch ohne Zusatz von Kupfer durch den Strom elektrolytisch zerlegt werden.

Aluminium ist silberweiß, außerordentlich leicht (spezifisches Gewicht 2·6 bis 2·7), sehr dehnbar und härter als Zinn, aber weicher als Zink, sein Schmelzpunkt ist bei 700° C. Gegossen hat es die Festigkeit von Gußeisen, kalt gehämmert oder gewalzt erreicht es eine hohe Festigkeit. Gegossenes Aluminium hat grobfaserigen, gewaltes oder gehämmertes hat sehnigen oder feinkörnigen, seidenartig glänzenden Bruch. Das Wärmeleitungsvermögen ist doppelt so groß als das des Schmiedeeisens, aber nur halb so groß wie das des Kupfers.

In trockener und feuchter Luft bleibt Aluminium bei gewöhnlicher Temperatur und bei Rotglut unverändert, beim Schmelzen überzieht es sich nur mit einem sehr dünnen Häutchen. In Salzsäuren und Natronlauge ist es leicht, in Schwefelsäure nur langsam, in Salpetersäure aber gar nicht löslich.

Aluminium enthält zumeist geringe Beimengungen von Silizium und Eisen, etwa 0·05—3·8%, welche die Schmied- und Walzbarkeit desselben beeinträchtigen; besonders Eisen wirkt in dieser Beziehung schädlicher als Silizium. Bis zu einem Gehalt von 0·6% Silizium und 0·3% Eisen läßt sich das Metall kalt oder warm noch ausgezeichnet, bei einem größeren Gehalt aber nur schwer oder gar nicht schmieden oder walzen.

Beim Warmschmieden soll das Aluminium nicht stark erhitzt werden, es darf nicht glühen, beim Schmelzen wird es höchstens bis auf dunkle Rotglut erhitzt. Sonst läßt sich das Aluminium auch im kalten Zustand walzen, treiben, stanzen, prägen, feilen, hobeln, drehen und polieren. Beim Kaltschmieden gewinnt es sehr an Festigkeit.

In neuerer Zeit findet Aluminium eine ausgedehnte Verwendung, nicht nur für Schmuckwaren, Instrumente, Geschirre und Geräte, Sportboote, Luftballonbestandteile, sondern auch für manche Maschinenbestandteile u. dgl., auch für mancherlei Legierungen (Aluminiumbronze).

7. Das Nickel.

Nickel (Bastardeisen) findet sich gediegen nur in Meteoreisen, sonst in Verbindung mit anderen Metallen in verschiedenen Erzen, wie in Rotnickelkies (Kupfernickel), Weißnickelkies, Nickelglanz, Eisennickelkies, Kobaltnickelkies, Wismutnickelkies usw. Die Gewinnung erfolgt nur aus den nickelreicheren Erzen durch verschiedene Lösungs- und Schmelzprozesse. Die Raffinierung des aus den Erzen gewonnenen Rohnickels kann in ähnlicher Weise wie beim Eisen durch das Puddeln oder durch den Garfrischprozeß am Herde oder im Bessemerkonverter vorgenommen werden.

Nickel ist fast silberweiß, mit einem etwas gelblichen Stich, hart und schwer (spezifisches Gewicht 8·3—8·9, Schmelzpunkt 1400° C), sehr dehnbar, wird vom Magnet angezogen und ist auch selbst magnetisch. Es gleicht in chemischer Hinsicht sehr dem Eisen, ist aber widerstandsfähiger gegen Oxydation, sowohl an der Luft als auch im Wasser. Von Salz- und Schwefelsäure wird Nickel nur schwer, von Salpetersäure rascher angegriffen.

Nickel ist schmied- und schweißbar, läßt sich auch mit Eisen und Stahl durch Schweißen verbinden, zu Stäben oder Blech walzen und zu Draht ziehen, ferner meißeln, feilen, drehen, prägen, hobeln und besonders gut polieren. Die große Härte und Polierfähigkeit sowie die Widerstandsfähigkeit gegen lösende oder oxydierende Einflüsse von Luft und Wasser und schwache Säuren sprechen für eine ausgedehnte Verwendung von Nickel für derartige Beanspruchungen; leider ist das Metall aber

zu teuer. Man beschränkt sich daher bloß auf die Herstellung von sehr wichtigen Gegenständen oder Maschinenbestandteilen. Häufige Verwendung findet Nickel bei Herstellung von allerlei Luxusgegenständen, Geschirren, Münzen, dann zum Vernickeln von anderen Metallen, zumeist Eisen und Stahl und zur Darstellung von Legierungen (Nickelstahl, Neusilber).

8. Das Antimon.

Antimon (Spießglanz) findet sich selten gediegen, meistens mit Schwefel gebunden in Antimonglanz, Antimonblüte, Grauspießglanz und vielfach mit anderen Metallen gemengt in verschiedenen Erzen. Die Gewinnung erfolgt zumeist aus Antimonblüte oder Antimonglanz, ähnlich wie die des Bleies aus Bleiglanz. Das rohe Antimon enthält noch meist Arsen, Kupfer, Blei, Eisen und etwas Schwefel und muß durch erneuertes, oft mehrmaliges Umschmelzen unter Zusatz verschiedener Reduktionsmittel gereinigt werden. Reines Antimon ist glänzend silberweiß, grobblättrig und zeigt an der Oberfläche ein schön kristallinisches Gefüge, es ist härter als Kupfer, sehr spröde und leicht pulverisierbar; das spezifische Gewicht ist 6·7 bis 6·8 und der Schmelzpunkt 425° C. Antimon bleibt an der Luft unverändert, verflüchtigt aber in starker Hitze und verbrennt dann an der Luft zu Antimonoxyd. In heißer Salz-, Schwefel- und Salpetersäure ist Antimon löslich.

Antimon findet für sich allein weniger Verwendung, wird aber häufig zu Legierungen gebraucht. Es soll früher zur Scheidung des Goldes und des Silbers, sowie als Heilmittel verwendet worden sein.

9. Das Wismut.

Wismut (Aschblei) findet sich meistens gediegen in Granit, Gneis oder Glimmerschiefer eingesprengt, häufig in Begleitung von Kobalt-, Nickel- und Silbererzen. Zur Gewinnung werden die gediegenes Wismut führenden, geschwefelten Erze geröstet und mit Kohle, Schlacke und Eisen in Häfen geschmolzen. Zur Reinigung des Rohwismuts von Eisen, Kobalt, Nickel, Blei, Silber, Schwefel, Arsen wird dasselbe auf einer geneigten Pfanne auf Holzkohlenfeuer geschmolzen, wobei die strengflüssigeren Metalle zurückbleiben und das reine Wismut in ein Gefäß abfließt.

Wismut ist rötlichweiß, stark glänzend, im Bruche großblättrig-kristallinisch, hart und sehr spröde, hat ein spezifisches Gewicht von 9·8, schmilzt bei 270° C und erstarrt dann unter beträchtlicher Ausdehnung. In feuchter Luft oxydiert es an der Oberfläche, in trockener Luft bleibt es aber unverändert. In der Glühhitze verbrennt es mit bläulicher Flamme zu Wismutoxyd. Es löst sich schwer in Salzsäure und leicht in Schwefelsäure und Königswasser, verbindet sich leicht mit Chlor, Brom, Jod und Schwefel. Wismut wird zur Darstellung von leicht schmelzbaren Legierungen für Porzellanfarben, in der Glasfabrikation, auch für verschiedene medizinische Präparate usw. verwendet.

10. Legierungen.

Durch Verschmelzen von zwei oder mehreren Metallen in bestimmten Mengen werden, zumeist unter Einwirkung chemischer Prozesse, verschiedenartige andere Metalle (Legierungen) gewonnen, z. B. Kupfer und Zink geben Messing, Kupfer und Zinn Bronze usw. Bei der Darstellung der Legierungen müssen im allgemeinen bestimmte Mischungsverhältnisse genau eingehalten werden, weil aus denselben Metallen in verschiedenen Mengungsverhältnissen ganz verschiedenartige Legierungen, mit wesentlich verschiedenen Eigenschaften gewonnen werden können. Die Art des Zusammenschmelzens ist ebenfalls von großem Einflusse auf die zu erzeugende Legierung, weil auch gleiche Mengen ein und derselben Metalle in verschiedener Weise zusammengeschmolzen, ganz verschiedene Legierungen liefern können, indem bei unrichtiger Verschmelzung einerseits durch Oxydation, infolge

Überhitzung Verluste der zumeist leicht schmelzbaren Metalle eintreten können, andererseits die schwerer schmelzbaren Metalle mit den anderen keine innige Vermengung erfahren könnten. Im allgemeinen sind bei der Darstellung der Legierungen die Metalle in der Weise zusammenschmelzen, daß man zuerst das strengflüssige Metall schmilzt, es bis nahe seinem Erstarrungspunkte erkalten läßt und erst dann das leichtflüssige oder die vorher für sich zusammengeschmolzenen, leichtflüssigen Metalle zusetzt und durch entsprechendes Rühren mit einem getrockneten Holzstab ordentlich vermengt.

Durch Umschmelzen werden die Legierungen im allgemeinen gleichmäßiger, bei häufigerem Umschmelzen ändern sich aber auch deren Eigenschaften.

Verschiedene Metallegierungen.

Messing, eine Legierung von Kupfer und Zink (20—50% Zink) kann durch Änderung im Mengungsverhältnisse in ganz verschiedenartigen Abarten dargestellt werden. Messing mit 30—40% Zinkgehalt ist messinggelb, walzbar und auch schmiedbar in der Rotglühhitze; bei zunehmendem Zinkgehalt wird das Material blaßgelb bis weißgelb und immer mehr spröde, bei zunehmendem Kupfergehalt wird das Messing immer mehr rötlichgelb und hämmerbar und gewinnt an Feinheit und Reinheit des Kornes.

Messing ist härter und steifer als Kupfer, oxydiert weniger an der Luft, schmilzt leichter als Kupfer und wird beim Gießen nicht blasig. Das spezifische Gewicht schwankt je nach der Zusammensetzung zwischen 7·8 und 8·5, es nimmt im allgemeinen mit dem Kupfergehalt und der Dichte zu.

Messing läßt sich kalt gut hämmern, walzen, pressen, feilen usw. Durch Hämmern und Walzen wird das Messing im Korne dichter und feiner und nimmt an Härte bedeutend zu, durch Ausglühen wird hartes Messing wieder weich.

Die Verwendung von Messing im Bau- und Maschinenfache ist eine sehr umfangreiche. Je nach der Darstellungsweise unterscheidet man verschiedene Sorten von Messing mit verschiedenen Eigenschaften, und zwar:

a) R o t g u ß (Rotmessing, Tombak) mit 80 und auch mehr Prozent Kupfergehalt, rötlichgelb, sehr weich und dehnbar, besonders als weiches Lagermetall u. dgl. geschätzt.

b) G e l b g u ß mit 20—50% Zink, blaß- bis rötlichgelb, für Bleche, Draht usw. und allerlei Gußwaren geeignet.

c) W e i ß m e s s i n g mit 50—80% Zink, blaßgelb bis silberweiß, sehr spröde und nur zu Gußwaren geeignet.

Durch geringe Beimengung von Blei bis zu 3% wird das Messing dehnbar und dichter, ein Zusatz von Zinn bis 2% erhöht die Härte und Polierfähigkeit, Aluminium steigert die Zähigkeit des Messings und macht die Legierung dünnflüssiger, Eisengehalt steigert seine Schmiedbarkeit und Festigkeit bei einem Zinkgehalte von mindestens 40%.

Die Erzeugung von Messing geschieht durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink mit Messingabfällen in Tiegeln im Wind- oder Flammofen. Um ein gleichmäßiges Produkt zu erhalten, wird der Inhalt mehrerer Tiegeln in einem großen Tiegel vereinigt, man gießt dann nach entsprechendem Umrühren und Auskühlen das flüssige Messing zwischen Eisenplatten (T a f e l m e s s i n g). Die Tafeln werden dann zur weiteren Verarbeitung zu Draht in Streifen und zu Blech in quadratische Stücke (B e c k e n m e s s i n g) zerschnitten. Gußwaren werden in tonhältige Sandformen gegossen und mit Wasser sogleich abgelöscht.

Zur Blecherzeugung erhitzt man die Messingstücke im Glühofen und walzt sie dann bei gewöhnlicher Temperatur. Nach dem Durchgang durch die Walze müssen die Bleche wieder geglüht und abgelöscht werden, bevor man sie nochmals walzen kann. Soll das Blech weich in den Handel kommen, so wird es nach dem Walzen nochmals geglüht. Hart bleibende Bleche werden mehrmals ohne Ausglühen

gewalzt. Fertiges Messingblech wird durch Beizen in verschiedenen Säuren von der Oxydschichte gereinigt, eventuell auch poliert und zum Schutze gegen Oxydation durch die Luft mit einem Spirituslack bestrichen. Das Putzen des Messings erfolgt durch Bestreichen mit Stearinöl und Wienerkalk und Abreiben mit Leder- oder Filzlappen.

Die Bronze, eine Legierung von Kupfer und Zinn, in sehr verschiedenen Mischungsverhältnissen dargestellt, ist im allgemeinen ein zähes, gegen die Einflüsse von Luft und Wasser sehr widerstandsfähiges Metall, das sich auch gut hämmern, walzen und prägen läßt. Das spezifische Gewicht wechselt zwischen 8·9 bei 86% und 7·4 bei 21% Kupfer. Eine Legierung mit 9·1% Zinn (Kanonenbronze) ist die festeste. Die Härte nimmt mit dem Zusatz von Zinn immer mehr zu, bei 27% Zinn läßt sich Bronze nur schwer feilen; auch die Sprödigkeit wächst mit dem Zinngehalt, aber nur bis zu 50%. Rotglühende Bronze in Wasser abgeschreckt ist hämmerbar, biegsam, zuweilen zäh und hat tieferen Klang. Durch Erhitzen und langsames Abkühlen erlangt die Bronze wieder die frühere Härte. Bronze ist mit über 90% Kupfer dunkelrotgelb, unter 90—85% orange gelb, unter 85—80% reingelb und unter 80—50% gelblichweiß bis weiß, unter 50—35% aber grauweiß, bei noch geringerem Kupfergehalt wird Bronze wieder weiß und zinnähnlich.

Durch geringen Zusatz von Blei wird die Bronze leichtflüssiger, zäher, läßt sich auch leichter feilen, drehen usw. Durch Eisen (bis zu 2%) wird Bronze noch zäher und weniger zur Blasenbildung geneigt, auch Zink, bis 2% zugesetzt, wirkt ähnlich wie Eisen; bei größerem Zinkgehalt nähert sich die Eigenschaft der Bronze jener des Messings.

Moderne Bronze (Messingbronze) besteht aus Kupfer und Zink mit wenig Blei und Zinnzusatz. Normalbronze enthält durchschnittlich zirka 87% Kupfer, 7% Zinn, 3% Blei und 3% Zink.

Die größte Verwendung findet Bronze als Statuenbronze, Münzenbronze, Geschützbronze und Glockenmetall, bei beiden letzteren zumeist noch mit anderen Beimengungen zur Erhöhung der Festigkeit, bezw. des Klanges.

C. Glas.

a) Allgemeines über Glaserzeugung.

Das Glas ist eine aus verschiedenen Rohstoffen, die Kieselsäure, Kalk und Kali oder Natron enthalten, zusammenschmolzene, amorphe, nahezu farblose, im Wasser unlösliche Masse. — Bei hoher Temperatur wird Glas dünnflüssig, beim Erkalten geht es allmählich in den zähflüssigen und schließlich in den starren Zustand über. Die wesentlichsten Bestandteile des Glases sind: Kieselsäure, Alkali (Kali und Natron), Kalk und Eisen- oder Bleioxyde, oft auch Tonerde.

Die wichtigsten Eigenschaften des Glases, die es zu einem sehr schätzbaren Baumaterial machen, sind: Durchsichtigkeit, Härte und Glanz, Undurchlässigkeit für Luft und Wasser, Unveränderlichkeit, schlechte Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität, geringes Gewicht, leichte Formgebung und Zulässigkeit der Färbung.

Die zusammenschmolzene Glasmasse wird entweder bei Weißglut mit der Pfeife (einer eisernen Röhre) durch Aufblasen und geschickte rotierende Bewegung, oder bei Rotglut durch Gießen in Formen (Gußglas) in die gewünschte Form gebracht; häufig werden beide Methoden gleichzeitig angewendet.

Zur Erzeugung des gewöhnlichen Tafelglases wird zuerst mit der Pfeife ein Hohlkörper aufgeblasen, dieser dann in einer erhitzten, eisernen, zylindrischen Form (Trommelofen) durch weiteres Blasen zum geschlossenen Zylinder erweitert. Der Zylinder wird dann von der Pfeife abgetrennt, der Länge nach mit dem Spreng-eisen aufgesprengt oder mit dem Diamant aufgeschnitten, und, nachdem auch dessen Boden abgetrennt wurde, im Streckofen auf eine mit sehr glatter Oberfläche

versehene Tonplatte gebracht. Nach entsprechender Erhitzung wird der geschlitzte Zylinder mit Hilfe einer eisernen Krücke ausgebreitet und durch Überfahren mit der Krücke geebnet und geglättet. Die so gebildete Tafel wird dann in den anschließenden Kühlöfen eingeschoben und dort unter stets abnehmender Wärme langsam gekühlt. Die entsprechend abgekühlten Tafeln werden dann aus dem Kühlöfen genommen und mit dem Diamant oder mit einem glasharten Stahlrädchen, unter Berücksichtigung etwaiger Fehler, zu rechteckigen Tafeln geschnitten.

Das Gußglas wird in der Weise hergestellt, daß auf eine entsprechend große (eventuell aus mehreren Stücken zusammengesetzte) Eisenplatte die geschmolzene Glasmasse gegossen und sofort mit einer Walze entsprechend ausgebreitet, geebnet und das Ende abgetrennt wird. Die Tafel wird dann in den anschließenden Kühlöfen geschoben und dort langsam abgekühlt. Das Zutransportieren der Masse erfolgt in Häfen auf einem entsprechend verschiebbaren Laufkran mit der größten Schnelligkeit. Die ganze Arbeit muß rasch und mit größter Präzision ausgeführt werden, sie erfordert daher das korrekte Zusammenwirken einer größeren Arbeitspartie. Auf diese Weise kann Spiegelglas und allerlei Gußglas mit glatter oder ornamentierter Oberfläche hergestellt werden.

b) Verschiedene Glassorten.

Durch geeignete Zusätze und verschiedenartige Manipulation bei der Erzeugung erhält man verschiedene Glassorten.

Das Bleiglas — auch Bleikristall genannt — ausgezeichnet durch Farbenspiel, Glanz und vollen Klang, wird durch einen größeren Zusatz von Bleioxyd, unter Anwendung verschiedener Entfärbungsmittel (Braunstein oder Nickeloxyd) gewonnen. Bei Halbkristall wird Bleioxyd teilweise durch Kalk ersetzt. Bleiglas ist weich und leicht schmelzbar.

Das Überfangglas wird erzeugt, indem man das an der Pfeife haftende, noch wenig aufgeblasene Bleiglas in ein färbiges Glas eintaucht und dann durch Aufblasen weiter verarbeitet. Man kann auch umgekehrt färbiges Glas in weißes Glas eintauchen oder mehrere Schichten übereinander auftragen und später durch Abschleifen verschiedene Farben an die Oberfläche vortreten lassen.

Färbige Gläser gewinnt man dadurch, daß man den Rohstoffen verschiedene Zusätze beimengt, und zwar Braunstein für graue, Smalte und Kobaltoxyd für blaue, Uran für gelbe, Kupferoxyd mit Chromoxyd für grüne Gläser usw. Die Oxyde des Eisens, in verschiedenen Verhältnissen gemengt, vermögen alle Färbungen des Glases hervorzurufen.

Mattglas wird mit Sandgebläse erzeugt, indem ein kräftiger Luftstrom scharfen Sand gegen die Glasfläche schleudert, wodurch schon in einigen Sekunden die Glasfläche ein völliges „Matt“ zeigt. Durch Überkleben der Glasfläche mit in Papier ausgeschnittenen Ornamenten können mit Sandgebläse auch verschiedene Musterungen hergestellt werden (dessiniertes oder Ornament-Mattglas). Durch verschiedene Säuren (Flußsäure, Salzsäure u. dgl.) kann die Glasfläche auch matt geätzt werden, indem man die zur Ätzung bestimmte Säure auf die Glasfläche aufträgt, früher aber die nicht zu ätzende Glasfläche durch einen Anstrich mit Fettstoff schützt. Nach Entfernung des Ätz- und Fettstoffes erscheint die geätzte Fläche matt, die durch den Fettstoff geschützte Fläche aber durchsichtig.

Färbig dekorierte Gläser werden auf folgende Weise erzeugt: Es wird aus Sand, Mennige und Borsäure mit verschiedenen färbenden Metalloxyden ein leicht schmelzbares, färbiges Glas hergestellt, dieses fein gepulvert und mit etwas verdicktem Terpentin angerieben. Diese Masse wird mit Pinseln in verschiedenen Musterungen auf die Glasfläche aufgetragen und dann im Ofen eingebrannt.

Schleifglas (geschliffenes Glas). Kleinere Gegenstände werden auf gut abgedrehten, gußeisernen Scheiben, auf welche beständig sandhaltige Wassertropfen

fallen, geschliffen, dann auf steinernen Glattscheiben und schließlich auf Polierscheiben aus Lindenholz weiter behandelt. Die letzte Politur wird auf der Bürst-scheibe gemacht, auf welche Englischrot, Tripel, Zinnasche oder Zinkweiß mit Wasser aufgetragen wird. Das Schleifen der gegossenen, rauhen Spiegelglasflächen geschieht mit verschiedenen konstruierten Maschinen durch vier aufeinanderfolgende Schleifoperationen und zwar das Rauhschleifen, Klarschleifen oder Doucieren, Feindoucieren und Polieren, eventuell auch durch Handarbeit.

c) Gebräuchliche Tafelglassorten.

Das Tafelglas wurde früher als Kaliglas mit Pottasche hergestellt, heute benützt man statt Pottasche schwefelsaures Natron mit Kohle und Kalk, seltener Soda und erhält ein Natronkalkglas, welches härter und elastischer ist, daher auch weniger zum Erblinden neigt.

Man unterscheidet vom Tafelglas verschiedene Sorten, und zwar:

1. Das ordinäre Tafelglas (Lagerglas) mit einem etwas grünlichen oder bläulichen Stich; dieses wird als einfaches Tafelglas mit 1·7 mm Dicke, ferner als doppeltes, dreifaches und vierfaches Tafelglas mit der doppelten, dreifachen oder vierfachen Stärke, nur in kleineren Tafeln erzeugt; es soll wellen- und knopffrei und möglichst weiß sein.

2. Das Solinglas wird in größeren Tafeln als einfaches Solinglas mit 2 mm Dicke und als doppeltes Solinglas mit 3 mm Dicke erzeugt; es ist bedeutend weißer und reiner als das ordinäre Tafelglas.

3. Das Halbsolinglas ist eine Mittelgattung zwischen ordinärem und Solinglas.

4. Das Spiegelglas, ein gegossenes, dann an der Oberfläche geschliffenes und poliertes Tafelglas wird mit einem Bleizusatz — um es reiner und weißer zu machen — erzeugt und in sehr großen Tafeln hergestellt.

5. Das Tafelgußglas wird 5, 10, 15, 20 und 25 mm dick in verschiedenen Tafelgrößen gegossen. Das geschnürte Gußglas (Schnürlglas) hat auf einer Seite der Tafelfläche eingegossene Rinnen (Schnürln), es wird in Stärken von 5, 8 und 12 mm erzeugt.

6. Das Drahtglas, ein Gußglas mit eingegossenem Drahtgeflechte, wird in verschiedenen Dicken und Größen erzeugt; man soll die Größe früher bestellen, weil das Teilen desselben sehr umständlich und kostspielig ist.

7. Das Rohglas ist ein minder reines Gußglas, glatt oder geriffelt, mit 5—13, selbst bis 30 mm Dicke und kleineren Tafeln, etwa 30/36 cm; es dient für Verkleidungen, Abdeckungen und Pflasterungen, über welche letztere gegangen oder gefahren werden kann. Man unterscheidet glattes und geschnürtes oder Rauten-Rohglas.

8. Das Mattglas wird durch Abschleifen oder mit Hilfe von Sandgebläsen erzeugt; es verhindert das Durchsehen und mildert die durchleuchtenden, grellen Lichtstrahlen. Figurale oder dessinierete Mattgläser werden entweder mit Sandgebläse oder auch durch Ätzen hergestellt. Die Tafelgrößen und Stärken sind nicht beschränkt.

9. Das Farbglas wird durch verschiedene Zusätze in den verschiedensten Farben gewonnen und in gewöhnlicher Tafelgröße erzeugt.

Das Milchglas oder Beinglas ist ein weißes Farbglas.

10. Das Hart- oder Preßglas ist ein besonders hartes und widerstandsfähiges Glas, welches bis zum Erweichen erhitzt und dann rasch abgekühlt wurde. Mit der Härtung wird gleichzeitig auch die Formgebung verbunden, indem man die weiche Glasmasse in Ton-, Sand- oder Metallformen von bestimmter Temperatur und Wandstärke preßt (Preßglas).

Mit Wasserdampf gehärtetes Glas wird Vulkanglas genannt.

Das Hartglas ist äußerst widerstandsfähig gegen Bruch, daher zu allerlei Bedachungen, Verkleidungen u. dgl., wo zeitweise starke Beanspruchung auftritt, besonders zu empfehlen. Es verträgt größere Belastungen als gewöhnliches Glas und kann sehr stark erhitzt und dann mit Wasser besprengt werden, ohne zu zerspringen.

Näheres über Glastafeln u. dgl. erscheint im II. Band, Glaserarbeiten.

d) **Glasbausteine.** (Siehe Maurerarbeiten „Dünne Wände“ und Tafel 10.)

Glasbausteine nach Patent *Falconnier* sind aus Glas geblasene, hohle, allseits geschlossene, verschieden geformte Körper, welche gewöhnlich nach einer, manchmal nach zwei Seiten pyramiden- oder kugelförmig gestaltet werden. Sie können aus halbweißem, farblosem und auch aus verschiedenfarbigem Glase erzeugt und zu Wänden, Decken, Gewölben und zur Ausfüllung von Lichtöffnungen verwendet werden.

Infolge der eingeschlossenen Luft sind sie gute Isolatoren gegen Kälte, Wärme, Schall und Feuchtigkeit, auch gegen Elektrizität.

Sie sind sehr lichtdurchlässig, ohne daß man durch sie durchsehen kann. Ihre Verwendung ist daher dort besonders vorteilhaft, wo viel zerstreutes Licht und gleichmäßige Temperatur erfordert wird, z. B. für Fabriks- und Operationssäle, Gewächshäuser, Ateliers, Wintergärten, Glashäuser, Oberlichten usw.

Für die Verbandherstellung werden außer den ganzen auch viertel, halbe und dreiviertel Glasbausteine erzeugt (siehe II. Band, Tafel 10).

D. Technische Farben.

a) Farbstoffe.

Zur Gewinnung der Farbstoffe dienen verschiedenartige Substanzen, aus welchen man den Farbstoff entweder direkt oder erst durch Umwandlung erhält. Durch mancherlei chemische Prozesse kann man die Grundfarbe einer Substanz in verschiedenartige, andere Färbungen verwandeln, z. B. Ultramarinblau wird aus Stoffen erzeugt, von denen keiner die blaue Farbe besitzt.

Man unterscheidet daher natürliche und künstliche Farbstoffe und von diesen wieder Erd- oder Mineralfarben, Metallfarben, ferner Farbstoffe des Pflanzen- und Tierreiches, welche letztere für bautechnische Verwendungen fast bedeutungslos sind. Manche Farbstoffe werden aber auch durch Vermengung von Substanzen verschiedenartigen Ursprunges, eventuell unter Einwirkung chemischer Prozesse gewonnen. In neuester Zeit werden aus den Produkten des Steinkohlenteeres, aus Asphalt u. dgl. allerlei Farbstoffe verschiedenster Nuancierung gewonnen.

Als *e c h t e* Farben werden jene bezeichnet, welche ihre ursprüngliche Farbe auch unter der Einwirkung von Luft, Licht und Wasser behalten oder nur wenig verändern, während die *u n e c h t e n* Farben gewöhnlich verblässen, oder ihre Farbe sonst irgendwie ändern.

Die Farbstoffe werden vor ihrer Anwendung zu Anstrichen mit Wasser, Öl oder mit Spiritus u. dgl. vermengt und dann als Wasser-, Öl- oder Spiritusfarben usw. bezeichnet. Den Wasserfarben wird wegen besseren Anhaftens an der Anstrichfläche außerdem noch eine Leimlösung oder Kalkmilch u. dgl. zugesetzt, man bezeichnet sie dann als Leim-, Kalkfarben usw.

Manche Farbstoffe sind mit mehr oder weniger gesundheitsschädlichen Stoffen vermengt, oft auch direkt giftig, daher nicht für jede Verwendung geeignet. Bei Wasser-, Leimfarben u. dgl. ist die Verwendung von gesundheitsschädlichen oder giftigen Farben, besonders für Anstriche im Innern der Gebäude ganz ausgeschlossen. Bei Ölfarbenanstrichen oder bei solchen mit einem Lacküberzug wird der Giftstoff durch den öligen, harten Überzug am Entweichen verhindert, ist daher nur dann

schädlich oder gefährlich, wenn durch Einwirkung von flüssigen oder gasförmigen Substanzen eine Ausscheidung des Giftstoffes stattfinden würde. Gefäße, welche zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln dienen, dürfen mit solchen Farben nicht angestrichen werden.

Erd- oder Mineralfarben:

Diese Farbstoffe sind mineralischen Ursprunges und bestehen größtenteils aus verschiedenen, mit feiner Tonerde mehr oder weniger gemengten Metalloxyden. Der in Gruben, Stollen u. dgl., vielfach aber als Nebenprodukt in Eisenerzgruben gewonnene Rohstoff wird größtenteils auf Pochmühlen, Kollergängen u. dgl. zu feinem Pulver vermahlen, sodann geschlämmt, um Sandkörner usw. abzusetzen, dann getrocknet, oft auch durch Filterpressen geleitet, um das Wasser rascher zu entfernen. Die getrockneten Brote werden dann nochmals fein gemahlen und gesiebt.

Die meisten Farbstoffe erhalten durch Brennen oder Glühen eine Veränderung ihres ursprünglichen Farbentones; z. B. die hellen Ocker nehmen einen hellroten und die dunklen Sorten einen dunkelroten, braunen oder braunschwarzen Farbenton an. Das Brennen oder Glühen und das richtige Mischungsverhältnis in Verbindung mit gut konstruierten Brennöfen ist daher von großer Wichtigkeit für die Erzeugung von schönen, haltbaren Farben.

Die Erdfarben vermengen sich mit Wasser sehr rasch und innig und dienen hauptsächlich für die Herstellung von Wasserfarben, aber auch als Zusatz zu den bei Ölfarben zur Verwendung gelangenden Metallfarbstoffen.

Von den Erdfarben werden für Bauzwecke folgende Farbstoffe häufig gebraucht:

O c k e r (Ockererde). Diese vielfach gebrauchte und beliebte Erdfarbe findet sich überall, wo Eisenerz oder eisenhaltiges, zersetztes Gestein vorkommt, zumeist als Brauneisenstein dicht unter der Dammerde. Ocker enthält einen Eisengehalt, welcher zwischen 5 und 50% variiert; je größer der Eisengehalt, desto feuriger und lebhafter wird die gelbe Farbe aussehen und desto bessere Deckkraft wird sie besitzen (Goldocker).

Ocker, welcher als Grundmasse Tonerde oder Tonschiefer enthält, fühlt sich fett an und ist weniger für Ölfarben als für Wasserfarben geeignet, während Kalkerde, Kieselerde als Grundmasse mageren, nur für Ölanstriche geeigneten Ocker gibt.

Feine und feurige Ockersorten sind seltener, sie werden häufig künstlich durch Beimengung von Chromgelb oder Chromorange erzeugt; diese Fabrikate sind wohl schön, bei Ölfarbe auch haltbar, aber teuer. Auch mit Anilinfarben wird Ocker schöner gemacht, doch ist er dann nicht lichtbeständig.

Die verschiedenen Sorten Ocker werden mit vielen, zumeist willkürlichen Bezeichnungen belegt, man hat:

Die Gelberde, eine tonige, gelbe Erde;

den Goldocker (Santinober), feurig und goldgelb;

Brillantgelb, als das schönste Hochgelb;

Chromocker, d. i. mit Chrom gemischter Ocker;

Ölcker, eine für Ölanstriche besonders geeignete Sorte;

Braunocker, mit einem ins grünliche gehenden Stich;

U m b r a (Umbräun, Umber) besteht aus kieselsauren Tonerden, mit 15 bis 70% Eisen- und Manganoxyden, ist von gelber oder brauner, ins rötliche oder grünliche schimmernder Farbe. Die helleren Sorten werden auch Rehbraun, die dunkleren Umbräun und die grünlichen Sepiabraun genannt.

Eine braungrünliche, von der Insel Cypern kommende Sorte zeichnet sich durch Feinheit und Deckkraft besonders aus. Eine ähnliche Qualität findet sich aber auch bei uns bedeutend billiger; durch einen Zusatz von Grün wird deren Wert noch erhöht.

Umbr gibt eine vorzüglich trocknende, schöne und widerstandsfähige Öl- farbe, auch Lasurfarben für Holzimitation und den Hauptbestandteil zur Erzeugung von Sikkativ. (Siehe Seite 96.)

Die kölnische Umbr (Kasselerbraun) ist eine erdige Braunkohle, sie liefert durch Lösen mit Kalilauge und Fällen mit Säuren den braunen Karmin.

Eisenminium ist eine bis 70% Eisen enthaltende, braunrote Erdfarbe, welche aus verschiedenen tonigen Eisenoxyden durch Brennen, Pulvern und Schlämmen hergestellt wird und als Ölstrich außerordentliche Deckkraft und Haltbarkeit, besonders auf Eisen besitzt. Es wird daher vielfach zu Eisenanstrichen (Grundierungen) an Stelle des Bleiminiums verwendet.

Engelrot (Englischrot) ist eine zumeist rotbraune, oft auch verschieden nuancierte Farbe von bedeutender Deckkraft und guter Haltbarkeit, welche durch Glühen, Mahlen und Trocknen von Alaun- oder Vitriolschlamm gewonnen wird. Durch verschiedenartiges Brennen in eigens konstruierten Öfen können verschiedenartig nuancierte Engelrotsorten erzeugt werden. Engelrot verbindet sich gut mit anderen Farbstoffen und wird als Maler- und Anstreicherfarbe, ferner auch als Poliermittel für Glas und Metall verwendet.

Kreide (Schlemmkreide), eine weiße Erdfarbe, wird durch Mahlen und Schlemmen von Rohkreide (siehe Kalksteine) gewonnen und als Wasser(Leim)farbe häufig gebraucht. Sie dient aber auch mit Blei- oder Zinkweiß gemengt zur Bereitung von Ölfarben. Die Bergkreide ist ein Rohprodukt von grauweißer Farbe und dient zumeist zur Herstellung von Glaserkitt.

Gute Kreide darf keine fremden Beimengungen (Eisenoxyde) haben, muß sehr weiß und zerreiblich sein.

Permanentweiß (Barytweiß) wird aus Schwerspat (schwefelsaurem Baryt) oder aus Witherit (kohlen-saurem Baryt) gewonnen; es ist ein weißes Pulver mit besonders guter Deckkraft und Haltbarkeit und wird oft als Ersatzmittel für Blei- und Zinkweiß verwendet.

Permanentweiß wird größtenteils als Wasserfarbe gebraucht; um es auch für Ölfarbe geeignet zu machen, wird es in Muffeln geglüht und in kaltem Wasser abgeschreckt. Man verwendet es meist in Mischung mit Blei- oder Zinkweiß.

Griffithsweiß (Lithoponweiß) ist eine sehr schöne, weiße Farbe, welche besser deckt und auch billiger ist als Bleiweiß. Der Farbstoff wird durch Fällen von Schwefelbaryum mit Zinkchlorid und darauffolgendes Glühen und Mahlen gewonnen. Griffithsweiß kann als Ersatz für Bleiweiß dienen, wird an der Luft weder gelb noch schwarz und nimmt im Sonnenlichte eine graue Farbe an.

Schwarze Farben kommen unter verschiedenartiger Zusammensetzung, daher auch unter verschiedener Benennung vor. Das in der Natur vorkommende schwarze Mineral besteht aus Kohle, Kieselsäure, Ton und Beimengung von Eisen-salzen, Schwefel usw. und erscheint in mächtigen Lagern als Alaun- oder Vitriol-schiefer bald härter, bald weicher. Je schwärzer die Farbe und je feiner das Material gemahlen und geschlemmt wird, desto wertvoller ist der daraus gewonnene Farbstoff. Die geringeren Sorten bezeichnet man als Schieferschwarz, schwarze Erde oder Kreide, die besseren als Frankfurterschwarz, Reben- oder Kohlenschwarz.

Als schwarze Farben, jedoch nicht Mineralfarben, sind noch zu erwähnen: Rebensschwarz, das durch Verkohlen von Weinreben und Vermahlen der daraus gewonnenen tiefschwarzen Kohle erzeugt wird; (auch andere Pflanzenstoffe sowie Braunkohle geben verkohlt und fein gepulvert, schwarze Farben). Beinschwarz und das geschätzte Elfenbeinschwarz, die aus verkohlten Knochen erzeugt werden; endlich Kienruß, der durch Verbrennung von Kienholz, leichten und schweren Teerölen bei Abschluß von Luftzutritt gewonnen wird.

Die schwarzen Farben haben gewöhnlich einen bräunlichen, seltener bläulichen Stich. Rein tiefschwarze Farben sind seltener zu finden.

G r a p h i t, ein chemisch reiner Kohlenstoff, findet sich in der Natur zumeist mit Ton u. dgl. gemengt, ist glänzend schwarz oder grauschwarz. Feinere Sorten dienen zur Bleistiftfabrikation, die gewöhnlichen liefern einen dauerhaften und ausgiebigen Anstrichfarbstoff für Öl- und Wasserfarben.

U l t r a m a r i n ist ein schöner, blauer Farbstoff, der früher auf mechanischem Wege aus Lasurstein gewonnen wurde, jetzt aber aus eisenfreiem Ton, Schwefel und Soda (Sodaultramarin) oder aus Ton, Glaubersalz und Kohle (Sulfat-ultramarin) künstlich dargestellt wird. Man unterscheidet kieselarmes Ultramarin von hellem, reinblauem Farbton, durch Alaun leicht zersetzbar, und kieselreiches Ultramarin mit eigentümlich rötlichem Ton; dieses ist widerstandsfähiger gegen Zersetzung durch Alaun.

Bei der Darstellung von Sulfat-ultramarin erhält man als erstes Produkt das grüne Ultramarin, welches zum Teile als Tüncherfarbe und zum Tapetendruck verwendet wird, zum größten Teile aber durch weiteres Erhitzen mit Schwefel und bei Luftzutritt in blaues Ultramarin verwandelt wird.

Das Ultramarin liefert den schönsten Farbstoff, sowohl für Wasserfarben als auch für Öl- und Lackfarben. Der Anstrich widersteht der Einwirkung von Luft, Licht und Alkalien.

Häufig wird Ultramarin mit Gips oder Schwerspat vermengt, wodurch verschiedene Farbabstufungen entstehen.

G r ü n e r d e (Tirolergrün) ist ein toniges, durch Eisenoxydul gefärbtes Silikat, welches als fein gemahlenes Pulver in den Handel kommt. Grünerde dient mit wenigen Ausnahmen bloß für Kalkfarben. Der Anstrich ist wetter- und lichtbeständig und widersteht auch den Säuren und ätzenden Laugen. Der aus Blutlaugensalz künstlich hergestellte Farbstoff verblaßt bei Einwirkung von Licht und Säuren.

L a u b g r ü n ist eine Mischfarbe von Ultramarinblau und Chromgelb, oft mit Zusatz von Schwerspat, Ton, Gips u. dgl. Die Mischung beider Farbstoffe erfolgt in breiartigem Zustande auf Mühlen. Laubgrün deckt als Ölfarbe vortrefflich, trocknet sehr gut und ist an nicht zu hell belichteten Stellen ziemlich haltbar, dagegen verblaßt der Farbstoff im Sonnenlichte ziemlich rasch. Als Wasserfarbe ist Laubgrün weniger brauchbar.

C h r o m g r ü n wird aus Chromsalzlösungen durch Zusatz von wenig löslichen Hydraten, wasserhältigen kohlen-sauren Metalloxyden, Schwefelmetallen usw. zumeist auf nassem Wege gewonnen. Reines Chromgrün hat einen feurigen, schönen Farbenton und ist für Wasser und Öl-farben gut verwendbar, aber teuer. Häufig wird Laubgrün statt Chromgrün verkauft.

K a i s e r g r ü n (Schweinfurtergrün, Mitisgrün) ist eine sehr lebhaft, feurig-grüne Farbe mit wenig Deckkraft, die aus weißem Arsenik und Grünspan erzeugt wird. Sie ist giftig und kann nur mit haltbaren Bindemitteln (Leinölfirnis) oder mit einem Lacküberzug angewendet werden. Der Farbstoff wird häufig mit Schwerspat, Gips u. dgl. gemengt und als billigeres Produkt unter verschiedenen Namen in den Handel gebracht. Kaisergrün ist im Wasser weniger, in kohlen-sauren, ätzenden Alkalien gut löslich.

M e t a l l f a r b e n :

Diese durch verschiedene Oxydationsprozesse aus den Metallen (Blei, Zink usw.) oder Metalloxyden gewonnenen Farbstoffe dienen vorzugsweise zur Herstellung von Öl- und Öllackfarben. Viele der besprochenen Erdfarben haben einen größeren oder kleineren Gehalt von Metalloxyden und sind daher mehr oder weniger auch zu Öl-farben geeignet. Eine strenge Scheidung der Erd- und Metallfarben ist demnach nicht möglich.

B l e i w e i ß, ein feines, blendend weißes Pulver von außerordentlicher Deckkraft, wird aus metallischem Blei durch verschiedenartige Oxydationsverfahren gewonnen und besteht aus kohlen-saurem Bleioxyd und Bleioxydhydrat von wechsel-

der Zusammensetzung. Die Art und Weise der Darstellung hat großen Einfluß auf die Reinheit und Deckkraft des Farbstoffes. Nach dem französischen Verfahren wird eine Lösung von basisch-essigsauerm Blei durch Einwirkung von Kohlensäure gefällt, nach der alten holländischen Methode wird metallisches Blei in Haufen von Pferdemist oder Gerberlohe der Einwirkung von Essigdämpfen und der durch die Gärung des Mistes entstehenden Kohlensäure ausgesetzt. Nach der deutschen Methode werden dünne Bleiplatten in Kammern aufgehängt und der Einwirkung von Wasser- und Essigdämpfen, atmosphärischer Luft und Kohlensäure ausgesetzt. Die französische Methode liefert ein rein weißes Produkt, aber von geringer Deckkraft; die holländische ein solches von größerer Deckkraft, aber minderer Reinheit; das deutsche Verfahren liefert dagegen reines Bleiweiß von vorzüglicher Deckkraft.

In jüngster Zeit wurde das Verfahren der Bleiweißgewinnung wohl schon vielfach geändert, so daß die oben aufgestellte Behauptung nicht mehr ganz zutreffend sein dürfte; man muß daher die verschiedenen Fabrikate auf ihre Güte zuerst prüfen. Die minderen Sorten von Bleiweiß enthalten zum größten Teile Schwerspat, z. B. Venetianerweiß enthält $\frac{1}{2}$, Hamburgerweiß $\frac{1}{3}$ und Holländerweiß bloß $\frac{1}{5}$ Bleiweiß. Reines Bleiweiß muß sich in verdünnter Salpetersäure vollständig auflösen, ein Rückstand besteht zumeist aus Schwerspat, Gips u. dgl.

Bleiweiß ist im hohen Grade giftig und im Wasser unlöslich, daher für Wasserfarben nicht geeignet. — Dagegen bildet Bleiweiß infolge seiner außerordentlichen Deckkraft und guten Haltbarkeit ein geschätztes Material zur Bereitung der Öl- und Ölackfarben verschiedener Nuancen. Weiße Bleiweißanstriche werden jedoch an der Luft gelb und bei Einwirkung von Schwefelsäure schwarz. (Siehe II. Band, Anstreicherarbeiten.)

Zinkweiß, ein rein weißes Pulver von geringerer Deckkraft als Bleiweiß, wird aus Zink oder Zinkerzen, zumeist durch Verbrennung und Verdampfung derselben, seltener auf nassem Wege erzeugt.

Zur Darstellung von Zinkweiß auf trockenem Wege erhitzt man Zink in Tonretorten, Muffeln oder Tiegeln, oxydiert den austretenden grünlichweißen Zinkdampf durch einen erhitzten Luftstrom und fängt das gebildete Zinkweiß in Kondensationsräumen auf. Geröstete Erze bringt man in einem Ofen, mit Koks oder Kohlen gemengt, zum Glühen, reduziert also das im Erze enthaltene Zink und leitet die sich später bildenden Zinkdämpfe mit einem Luftstrom durch Röhren in die Kondensationskammern. Das erste Produkt wird durch beigemengte Kohlentelchen grau sein (Zinkgrau), dann aber folgt reines Zinkweiß, welches in Kondensationsapparate geleitet wird.

Versuche zur Darstellung von Zinkweiß auf nassem Wege haben kein günstiges Resultat ergeben. Es wird als Farbstoff so wie Bleiweiß verwendet, obwohl es bedeutend weniger Deckkraft besitzt. Für rein weiße Farben ist Zinkweiß haltbarer und besser als Bleiweiß, weil es weder gelb noch schwarz wird. (Siehe II. Band, Anstreicherarbeiten.)

Auch Zinkweiß wird häufig mit Schwerspat u. dgl. versetzt, um ein billigeres Fabrikat zu erhalten. Reines Zinkweiß muß sich in Essigsäure vollständig lösen, etwaige Rückstände sind gewöhnlich Schwerspat u. dgl.

Manche Händler befeuchten den Farbstoff, um das Gewicht zu vergrößern und daraus mehr Gewinn zu erzielen. Durch Austrocknen des Farbstoffes und darauf folgende Gewichtsermittlung läßt sich dies leicht bestimmen. Mehr als 3—4% Gewichtsverminderung darf nach vollständigem Austrocknen nicht resultieren.

Zinkgrau wird bei der Darstellung des metallischen Zinkes als Nebenprodukt gewonnen und besteht aus 95% metallischem Zink in äußerst feinen Staubkörnchen. Der Farbstoff findet Verwendung für einen schönen, hellgrauen Ölfarbenanstrich, welcher besonders auf Metall gut haftet und einer Verzinkung ähnlich sieht.

Zin k g e l b (chromsaurer Zink) wird durch Verbindungen von Zinkweiß mit gelbem oder rotem chromsaurer Kali gewonnen; es ist ein zartes, feuergelbes Pulver, welches weniger Deckkraft besitzt als Chromgelb, aber nicht so giftig ist als dieses.

Zin k g r ü n ist eine Mischung von Zinkgelb mit Pariserblau; der Farbstoff ist schön grün, haltbar und für Ölfarbe, namentlich aber für Wasserfarbe geeignet.

E c h t e s Z i n k g r ü n ist ein lichtgrüner, schöner, gut deckender Farbstoff, welcher für Wasser- und Ölfarben zu verwenden ist. Er wird durch Glühen eines Gemenges von Zinkoxyd mit Kobaltoxyd gewonnen. Je mehr Zinkoxyd, desto heller der Farbenton.

Das gewöhnlich im Handel vorkommende Zinkgrün ist meistens nur eine auf Zinkgelb niedergeschlagene Teerfarbstofflösung, die aber lichtecht und auch haltbar ist.

C h r o m g e l b ist ein goldgelber, gut deckender Farbstoff, welcher aus Bleizucker und doppelchromsaurer Kali gewonnen wird. Die billigeren Sorten werden mit Schwerspat, Gips u. dgl. versetzt.

Reines Chromgelb gibt eine sehr gute, haltbare Ölfarbe, welche durch Zusatz von Blei- oder Zinkweiß beliebig nuanciert werden kann.

Chromgelb mit Berlinerblau gemengt gibt eine grüne Farbe, Laubgrün, oft auch Chromgrün genannt (s. d.).

M i n i u m (Mennige) ist ein schwerer, scharlachroter Farbstoff, welcher sich bei anhaltender Erhitzung von Blei und Bleioxyd an der Luft bildet.

Minium wird meist nur als Grundfarbe für Ölanstrich auf Eisen verwendet, obwohl in dieser Beziehung Eisenminium besser sein soll, weil es das Eisen besser vor Rost schützt und auch so gut haftet als Minium.

Z i n n o b e r, ein hochroter, sehr geschätzter Farbstoff, findet sich wohl an manchen Orten natürlich, wird aber meistens aus Quecksilber und Schwefel, sowohl auf trockenem Wege durch Erhitzen als auch auf nassem Wege durch Auflösung usw. gewonnen.

Zinnober eignet sich für Öl- und Wasserfarben, der Anstrich wird aber an der Luft dunkler, bei unreiner Luft sogar schwarz. Manche Sorten behalten ihre Farbe, manche ändern sie schon in einigen Tagen.

Antizinnober, Patentzinnober, Carmonin sind meist Farbstoffe, welche aus Minium, in Verbindung mit Teerfarbstoffen, erzeugt werden.

B l e i g l ä t t e (Silberglätte, die rötlichen Sorten auch Goldglätte genannt) bildet sanft anzufühlende, leicht zerreibliche, gelbe bis rötliche, metallisch glänzende Schüppchen. Bleiglätte wird durch Oxydation des metallischen Bleies gewonnen und wird beim Kochen von Leinölfirnis oder Sikkativ als Trockenmittel zugegeben.

b) Bindemittel für Farbstoffe.

L e i n ö l. Zur Bereitung von Leinölfirnis muß unverfälschtes, durch Absetzen geklärtes Leinöl (aus Leinsamen gepreßtes Öl) verwendet werden. Mit Rüböl, Baumwollsamöl, Hanföl, Fischtran oder Harzöl u. dgl. verfälschte Fabrikate sind für die Firniszerzeugung minderwertig. Reines Leinöl ist eine gelblich bis bräunlich gefärbte, ölige Flüssigkeit von eigentümlich süßlich bitterem, nachträglich kratzendem Geschmack. Das Leinöl siedet bei 130° C, bei 310° C entwickeln sich übelriechende Dämpfe, welche sich entzünden und auch das heiße Öl in Brand setzen.

Für weiße Anstriche wird das Leinöl vorher gebleicht, was am besten und schnellsten durch kräftige Einwirkung des Sonnenlichtes, eventuell bei Zusatz von Knochenkohle geschieht. Erleichtert wird das Bleichen des Leinöles durch vorheriges Filtrieren desselben mit Knochenkohle. Das Leinöl gehört zu den trocknenden Ölen, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff und vorherrschend aus Sauerstoff bestehen. Den Hauptbestandteil des Leinöles bildet das Linolein und die Leinölsäure, welche sich durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft in Linoxynsäure und

Linnoxyn verwandelt. Das Linnoxyn ist elastisch und fest, es widersteht lange Zeit der Einwirkung der Atmosphäre. Nach längerer Einwirkung aber wird es oxydiert, der Anstrich läßt sich dann abreiben oder fällt von selbst ab.

Das Leinöl trocknet sehr langsam, kann daher zur Bereitung von Ölfarben selten direkt verwendet werden, es muß vielmehr früher unter Zusatz von Metalloxyden zu Firnis gekocht werden.

Leinölfirnis ist ein durch Kochen mit sauerstoffreichen Metalloxyden oxydiertes Leinöl, das umso rascher trocknet, je länger es gekocht wird. Zu langes Kochen bei hoher Temperatur gibt aber einen dunklen, dicken, zu kurzes Kochen bei niedriger Temperatur dagegen einen wenig trocknenden Firnis. Vorteilhaft ist ein drei- bis vierstündiges Kochen bei zirka 200° C, mit einem Zusatz von 2% Minium oder Bleiglätte, unter häufigem Umrühren. Nach dem Kochen überlasse man den Firnis so heiß als möglich der Ruhe, bis sich der Satz am Boden des Gefäßes abgesetzt hat, dann gieße man den reinen Firnis ab; der Satz kann noch für dunkle Farben Verwendung finden.

Guter Leinölfirnis muß etwas dickflüssiger und dunkler sein als Leinöl, darf aber nicht dunkel oder gar schmutzigbraun gefärbt sein. Leinölfirnis wird häufig verfälscht, namentlich mit Harz oder Harzöl u. dgl.

Für weiße Farben darf kein Minium und keine Bleiglätte dem Firnis zugegeben werden, weil durch diese die Farbe leicht gelb wird. Als Ersatz hierfür dient 1% bromsaurer Manganoxydul oder 2% Manganoxhydrat.

Terpentinöl. Terpentinöl ist ein ätherisches, dünnflüssiges, farbloses, manchmal etwas gelbliches Öl mit eigentümlichem Geruch. Es wird durch Destillation des aus den verschiedenen Föhrengattungen gewonnenen Rohterpentins erzeugt und durch weitere Reinigung mit Dampf unter Zusatz von Ätzkalk rektifiziert. Das russische oder polnische Terpentinöl wird aus den Wurzelstöcken der Fichte oder Föhre gewonnen, es hat einen durchdringenden Geruch, welcher auch durch Rektifikation nicht zu beseitigen ist.

Gutes Terpentinöl ist vollkommen wasserhell, hat einen scharfen aber nicht unangenehmen Geruch, der nach Verflüchtigung des Öles ganz verschwindet.

Zwischen den Handflächen gerieben, muß das Öl rasch verflüchtigen, darf nicht kleben und darf nur einen schwachen Geruch hinterlassen, welcher schon nach einigen Minuten ganz verschwinden muß.

Verfälschtes Terpentinöl, z. B. mit Kohlenwasserstoff (aus Petroleum) und anderen ätherischen Ölen vermengtes, hinterläßt, auf Papier geschüttet, einen Fettfleck, während reines Terpentinöl sofort, ohne einen Fleck zu hinterlassen, verflüchtigt.

Terpentinöl dient dem Anstreicher zum Anreiben und Verdünnen der verschiedenen Harzöllacke, teilweise auch zum Verdünnen der gewöhnlichen Ölfarbe; zu letzterem Zwecke soll es aber nur für Anstriche im Innern der Gebäude und da nur zum geringen Teile verwendet werden. Das Verdünnen der Öl- und Lackfarben mit Terpentin erzielt nur den Vorteil der leichteren Streichbarkeit, vermindert aber den Glanz und die Haltbarkeit des Anstriches. (Siehe II. Band, Anstreicherarbeiten.)

Sikkativ. Sikkativ dient als Zusatz zu Ölfarben, um den Anstrich rascher zum Trocknen zu bringen. Zur Bereitung von Sikkativ wird Leinöl mit einer größeren Menge Bleiglätte, Mennige und Umbra rasch auf eine ziemlich hohe Temperatur gebracht, bis die Masse dick und blasig wird, sodann wird sie vom Feuer genommen, mit Terpentinöl verdünnt und schließlich filtriert. Auf ähnliche Art werden auch verschiedene andere Trockenmittel erzeugt.

Gute Trockenmittel sollen, auf Glas in dünner Schichte aufgetragen, in 15 Minuten, und in 5—8% dem reinen Leinöl zugesetzt, den Anstrich in ungefähr 18 Stunden zum Trocknen bringen.

Für weiße Ölfarbenanstriche dürfen Trockenmittel, welche Bleioxyde enthalten, nicht verwendet werden, da sonst der Anstrich gelb wird.

Wasserglas (siehe II. Band, Anstreicherarbeiten) dient ebenfalls als Bindemittel für Farbstoffe (Wasserglasfarben).

c) Lacke (Öllackfirnisse).

Unter Lack versteht der Anstreicher eine Flüssigkeit, welche, als Anstrich auf irgend ein Material aufgetragen, bald trocknet und dann einen glänzenden, haltbaren Überzug bildet.

Den Hauptbestandteil der Lacke bilden verschiedene Kopale und andere Harze.

Kopale sind harte, schwer schmelzbare, bernsteinähnliche Harze, welche in allen Weltteilen mit Ausnahme Europas vorkommen und in der Form, Größe, Härte sowie in ihren chemischen Eigenschaften sehr differieren. Die Abstammung der Kopale läßt sich nicht bei allen Sorten nachweisen, sie stammen teils von Bäumen, welche jetzt noch existieren; meistens werden sie im Boden in der Form von Platten, Knollen, Kugeln u. dgl. gefunden. Sie sind größtenteils farblos, oft auch gelblich oder rötlich gefärbt. Die weicheren Sorten zeigen oft vielerlei Farben. Durchsichtig sind nur die harten Kopale, welche auch die besten Produkte liefern, z. B. Zansibar-Kopal, welcher an der Ostküste von Afrika gegraben und über Zansibar in den Handel gebracht wird, ferner Kieselkopal, ein sehr harter, den Kieselsteinen ähnlicher Kopal, von der Westküste Afrikas stammend u. a. m.

Dammharz stammt von *Damara orientalis*, einer Konifere, welche auf Malaka, Sumatra, Borneo und Java wächst und aus den Zweigen dieses Harz absondert. Der Dammar wird zu den hellsten (weißen) Lacken verwendet, ist aber als Rohmaterial für fette Lacke nicht gut verwendbar, da er lange weich bleibt.

Der Bernstein ist ein Harz von vorweltlichen Koniferen, das am häufigsten an der Küste der Nord- und Ostsee gefunden wird, sonst aber über die ganze Erde verbreitet ist. Bernstein ist hart, zitronengelb, oft auch mit weißlichen Streifen durchzogen, hat muscheligen Bruch, verbrennt fast ohne Rückstand, schmilzt sehr schwer und wird erst bei 300° C ganz flüssig. Aus den Abfällen des Bernsteines wird ein sehr haltbarer Lack (Fußbodenlack) hergestellt.

Kolophonium (Geigenharz) ist ein bei der Erzeugung des Terpentinöles gewonnener Rückstand von gelblichbrauner Farbe, glasartig, jedoch leicht zerreiblich. Kolophonium dient zur Erzeugung billiger und schlechter Lacke, welche gar nicht vollständig trocknen und, den Witterungseinflüssen ausgesetzt, bald zerspringen und nach kurzer Zeit sich als Staub abreiben lassen.

Die Bereitung der Lacke erfolgt im allgemeinen durch Auflösung der Harze. Nach der Art des die Harze auflösenden Mittels unterscheidet man fette Lacke, Öllacke, Terpentin- und Spirituslacke.

Fette Lacke (Öllacke) sind Lösungen bei hoher Temperatur geschmolzener Kopale oder anderer Harze in trocknendem Öl (Leinöl) und Terpentin. Der Anstrich mit Öllack oder Öllackfirnis trocknet rascher als ein gewöhnlicher Ölfarbenanstrich, besonders in der warmen Luft, indem das ätherische Terpentinöl verdampft, während das mit Öl innig verbundene Harz zurückbleibt und einen festen, glänzenden Überzug bildet, welcher je nach der Güte des verwendeten Harzes auch ziemlich wetterbeständig ist.

Terpentin- und Spirituslacke sind einfache Lösungen von Harzen in Terpentin oder Spiritus, welche noch rascher trocknen als Öllacke, aber an Haltbarkeit diesen bedeutend nachstehen und im Freien gar nicht zu verwenden sind.

d) Ölfarben.

Bei Bereitung von Ölfarben wird der Farbstoff mit Leinölfirnis zu einem mäßig dicken Brei angerührt und dann entweder auf einer geschliffenen Steinplatte (Farbreibplatte) mit dem Läufer (ein ebenfalls glatter Stein mit Handhabe) oder auf der Farbmühle fein zerrieben, siehe Fig. 4, 5, 6, T. XVII. Größere Mengen werden heute nur mehr auf Farbmühlen gerieben und diese häufig mit Dampf- oder elektrischer Kraft getrieben. Ölfarben sollen immer aus einem Teile Metallfarben (Blei- oder Zinkweiß) bestehen, denen man den nötigen Farbstoff beimengt. Die Grundfarbe, d. h. jene für den ersten Anstrich, wird aber dauerhafter und bedeutend ökonomischer, wenn man dem Bleiweiß $\frac{2}{3}$ Schwerspat beimengt, während für den zweiten und dritten Anstrich höchstens $\frac{1}{3}$ Schwerspat zugesetzt werden darf. Es ist daher vorteilhafter, wenn man chemisch reines Bleiweiß oder Zinkweiß, also kein billiges verfälschtes Gemenge kauft und sich den nötigen Schwerspat je nach Erfordernis selbst beimengt.

Die als mäßig dicker Brei angeriebene Ölfarbe läßt sich sehr lange aufbewahren, wenn man die Oberfläche mit einer Schichte Wasser bedeckt und diese stets erhält. Kommt die Farbe jedoch mit Luft in Berührung, so bildet sich durch die Verwandlung in Linnox an der Oberfläche eine immer dicker werdende Haut.

Solche Ölfarben, deren Farbstoffe eine größere Verwandtschaft zum Wasser haben, z. B. Ocker und fast alle Erdfarben, soll man beim Aufbewahren an deren Oberfläche statt mit Wasser mit einer Ölschichte bedecken, weil das Wasser sich mit den Erdfarben teilweise verbinden würde.

Lasuren, Lackfarben, besonders aber Wasserfarben soll man niemals aufbewahren, vielmehr in kurzer Zeit verarbeiten. Lasuren verdicken sich rasch, Lackfarben werden zähe und Wasserfarben zersetzen sich oder verändern ihre Farbe.

Leinölfarben unterliegen der Verdickung und Hautbildung viel weniger als Firnisfarben, daher wird man länger aufzubewahrende Farben besser mit Leinöl anreiben; auch haben Leinölfarben eine größere Dauerhaftigkeit als Firnisfarben.

e) Lackfarben.

Lackfarben sind Lacke mit verschiedenen Farbstoffen gemengt, deren Anstrich gleichzeitig Glanz und Farbe gibt.

Lackfarben werden aus den besten Farbstoffen mit einem der vorerwähnten Lacke angerieben. Man unterscheidet also wieder Öllackfarben, Terpentin- und Spirituslackfarben. Das Anreiben der Lackfarben geschieht ähnlich wie das der Ölfarben, jedoch viel sorgfältiger, um vollständig glatte Anstrichflächen zu erhalten.

Lackfarben werden im allgemeinen nur in hellen Farbtönen und da nur selten im Baufache verwendet (Blechlackiererei).

f) Lasurfarben.

Lasurfarben dienen zur Nachahmung der natürlichen Struktur verschiedener Baustoffe (Holz, Stein usw.). Die betreffenden Farbstoffe hiefür werden zumeist in Essig oder Ölfirnis gelöst.

Man nimmt als Bindemittel für Lasurfarben in manchen, jedoch seltenen Fällen auch Bier, Zucker- oder Gummiwasser. Alle diese Bindemittel (selbst Essig) erzeugen in der Lackierung bald Sprünge auch in dem besten Lacke, daher im Freien nur Öllasuren anzuwenden sind.

Wasserlasuren lassen sich wohl am reinsten arbeiten, die Grundfarbe darf aber nur mager aufgetragen sein und muß gut abgeschliffen werden, damit die Lasur haftet und sich nicht verwischt.

g) Leimfarben.

Zur Bereitung der Leimfarben wird der Farbstoff mit Wasser verrührt und kurz vor dem Verbräuche die warme, flüssige Leimlösung zugegossen und neuerdings kräftig verrührt.

Die Leimlösung wird bereitet, indem man dunklen Tischlerleim 24 Stunden im kalten Wasser erweichen läßt, ihn sodann zuerst mit wenig Wasser siedet und dann das nötige Quantum kochendes Wasser zuschüttet.

Für alle Leimfarben bildet weiße Bergkreide oder weißer Ton (Pfeifenton) das Hauptmaterial, welches mit anderen Farbstoffen entsprechend gemengt wird. Leimfarben können nicht aufbewahrt werden, weil die Leimlösung in Fäulnis übergeht und dann nicht mehr bindet. Häufig werden statt Leim andere Surrogate verwendet, welche diesen Nachteil nicht besitzen (Pinol). Andere Farben sind in II. Band, Anstreicherarbeiten, behandelt.

E. Sonstige Baustoffe.

a) Der Leim.

Der Leim wird aus tierischen Häuten, Knochen und Knorpeln u. dgl. durch anhaltendes Kochen derselben gewonnen. Die Chemie unterscheidet zwei Leimarten, den aus Knorpeln erhaltenen Knorpelleim und den aus Knochen und Haut entstehenden Knochen-, Haut- oder Lederleim.

Der Knorpelleim hat nur geringe Bindekraft, weswegen als Bindemittel nur der Knochen-, Haut- oder Lederleim in Betracht kommt.

Als Rohmaterial für die Darstellung von Leim dienen Abfälle der Gerberei, Hasen-, Kaninchen-, Hunde- und Katzenfelle, ferner Ochsenfüße, Flechsen, Gedärme usw. Dieses Leimgut (welches etwa 25—50% Leim liefert) wird zur Reinigung 15—20 Tage — oft auch länger — in mehrfach erneuerter Kalkmilch geweicht, manchmal mit Chlorkalk gebleicht, dann im fließenden Wasser gereinigt und an der Luft getrocknet. Das so gereinigte Rohmaterial — Rohleim genannt — wird nun erst in der Leimsiederei durch Kochen in Leim überführt.

Das Kochen des Leimes geschieht nach altem Verfahren in offenen Kesseln über freiem Feuer. Nach dem neuesten Verfahren wird das Leimgut in geschlossene, dampfdichte Gefäße gebracht und mitten in das Leimgut Dampf eingeleitet. Die durch den Dampf konzentrierte Leimlösung sammelt sich im unteren Teile des Gefäßes, woselbst sie der nachteiligen Einwirkung der Hitze entzogen ist.

Die so erhaltene Leimlösung wird in Kufen — die vor Abkühlung geschützt sind — geleitet, dort mit Alaun u. dgl. geklärt, wodurch sie die fremden Bestandteile absetzt. Die gereinigte Leimlösung wird dann in Holz- oder Metallformen abgelassen und dort zum Erstarren gebracht. Die erstarrte, blockförmige Gallerte wird dann mit feinem Draht in Tafeln zerschnitten und diese auf einem Bindfadennetz an der Luft oder in Trockenräumen, anfangs bei 15—20°, zuletzt bei viel höherer Temperatur getrocknet.

Nicht getrocknete Gallerte kommt als **F a ß l e i m** in den Handel.

Der Knochenleim wird häufig als Nebenprodukt bei der Knochenmehlfabrikation erzeugt. Dieser Leim enthält einen geringen Gehalt an phosphorsaurem Kalk, hat daher eine milchweiße Farbe, welche oft noch durch einen Zusatz vom Barytweiß, Zinkweiß u. dgl. verstärkt wird und kommt als **P a t e n t l e i m** in den Handel.

Auch Lederleim wird oft mit solchen Farbstoffen versetzt und dann **r u s s i s c h e r L e i m** genannt. Gemenge von Leder- und Knochenleim geben den **M i s c h l e i m**.

Durch eine besonders sorgfältige Fabrikation kann aus Knochen eine vollständig farblose Leimgelatine erzeugt werden, welche in besonders dünnen, glasartig durchsichtigen Tafeln in den Handel kommt. Diese Leimsorte hat aber wenig

Klebekraft und wird zu verschiedenartigen, anderweitigen Zwecken benutzt, z. B. zur Bereitung von künstlichen Blumen, Glaspapier, Glasur auf Luxuspapieren, Gelatinkapseln zum Überziehen übel-schmeckender Arzneien usw.

Der gewöhnliche Leim (Tischlerleim) dient als Bindemittel für Holz, Papier und dgl., aber auch zu vielerlei anderen Zwecken. Für Buchdruckerwalzen, zu elastischen Formen für Bildhauerarbeiten usw.; der schwarze Leim (Knorpelleim) zu Leimfarben u. dgl.

Über Auflösung und Anwendung des Leimes siehe Tischlerarbeiten im II. Band.

Der **Marineleim**, ein fester, wetter- und wasserbeständiger Leim, wird durch Auflösung von 25 g Kautschuk in 1 l Teeröl (Benzol) erhalten; die Auflösung erfolgt erst in etwa 10 Tagen. Der aufgelösten, rahmartigen Masse werden 2—3 Teile Gummilack beigemischt. Das Ganze wird dann in Platten gegossen.

Zur Anwendung wird der Marineleim auf 120° C erhitzt, die zu verbindenden, gut getrockneten Holzflächen werden damit bepinselt und dann fest aneinander gepreßt.

b) K i t t e.

Kitte sind solche Substanzen, welche in weichem, zumeist streichbarem Zustande zwischen zwei gleichartige oder ungleichartige Körper gebracht, diese nach dem Festwerden des Kittes zusammenhalten; sie dienen aber vielfach auch zum Ausfüllen von Löchern oder Unebenheiten.

Über die Herstellungsweise der Kitte und der dazu dienenden Materialien lassen sich wegen der großen Vielseitigkeit keine allgemein gültigen Regeln aufstellen. In den meisten Fällen sind es Farbstoffe, welche mit irgend einem Bindemittel zu einem Teige zusammengeknetet werden. Je nach dem zur Verwendung gelangenden Bindemittel hat man Öl-, Harz-, Wasser-, Leim- und Eiweißkitte u. dgl. zu unterscheiden. Kitte, welche durch Hitze weich gemacht werden, nennt man Schmelzkitte. Nach den zu kittenden Materialien hat man auch Stein-, Holzkitte und dgl.

Ölkitte werden zumeist aus Bergkreide und Leinölfirnis bereitet, indem man diese Materialien zu einem steifen Teig innig zusammenknetet.

Ölkitte, welche rasch trocknen sollen (Anstreicherkitte), werden mit 1 Teil Bleiweiß, 1 Teil Kreide und $\frac{1}{5}$ Teil Bleiglätte (in Pulver) hergestellt.

Miniumkitte sind aus Miniumfarbe und Leinölfirnis erzeugte Ölkitte, welche auf Eisen, Glas u. dgl. besonders gut haften.

Ein dampfdichter Ölkitt kann aus 2 Teilen Bleiglätte, 1 Teil feinem, gesiebttem Flußsand, 1 Teil feinem Kalkpulver (Ätzkalk) mit Leinöl erzeugt werden.

Harzkitte kleben sehr stark und sollen den Witterungseinflüssen gut widerstehen. Ein solcher Harzkitt kann durch Zusammenschmelzen von 1 Teil Talg mit 2 Teilen Harz gewonnen werden.

Harzkitte können auch als Schmelzkitte verwendet werden, indem man eines der verschiedenen Harze (Pech, Teer, Asphalt, Kolophonium) mit Kalk, Ziegelmehl, Kreide oder feinem Quarzsand in heißem Zustande innig vermischt und auch heiß zum Kitten verwendet.

Ein ähnlicher Harzkitt ist die **Heeresdichtungsfaser** von C. Valero in Wien, eine schwarze, weiche, fettige Masse, welche aus $4\frac{1}{2}$ Teilen Teer, $3\frac{1}{2}$ Teilen erdigen Pulvern (Kalk, Tonerde, Kieselsäure) und 2 Teilen feinsten Faser besteht.

Als Ofenkitt können vier Teile getrockneter, pulverisierter Lehm mit Wasser angefeuchtet und mit 1 Teil Borax zusammengeknetet werden oder man mengt Eisenfeilspäne, Lehm, Sand und Salz mit Wasser oder frischem Blut zusammen. Diese Kitte müssen aber langsam trocknen.

Leimkitte werden mit schwachem Leimwasser und geeigneten Farbstoffen, z. B. Kreide, erzeugt. Zum Verkitten von Holz soll man statt Kreide das der Holz-

gattung entsprechende Holzpulver, mit Leimwasser gemengt, verwenden. Solche Kitten sind im Freien nicht haltbar.

Zu den **Eiweißkitten** wird meistens Quark mit fein gepulvertem oder frisch gelöschtem Kalk innig vermengt und häufig noch etwas Ziegelmehl, Quarzpulver u. dgl. zugesetzt. Das Kasein des Quarkes ist ein Eiweißkörper, welcher mit den vermengten Materialien eine gewisse Festigkeit erlangt. Ein solcher Kitt wird z. B. aus 3 Teilen frisch gelöschtem Kalk, 3 Teilen Käse und 2 Teilen feinem Quarz- oder Steinpulver erzeugt, indem man diese Materialien sehr innig vermengt und verreibt. Dieser Kitt kann bei Holz, Pappe, Stein, Glas und Metall angewendet werden.

Schmelzkitten können aus Schellack erzeugt werden. Auch andere Stoffe werden vielfach dazu verwendet, siehe Steinmetzarbeiten, II. Band.

Sonstige Kitten: Eine dicke Lösung von Schellack in Alkohol zwischen zwei zu verbindende Holzflächen gestrichen, dazwischen aber ein Stück Flor eingelegt, gibt nach 24stündigem Zusammenpressen einen allen Witterungseinflüssen ganz gut widerstehenden Kitt; ferner liefern 6 Teile Ätzkalk, 4 Teile Roggenmehl und 4 Teile Leinölfirnis zu teigartiger Masse verstrichen, ebenfalls einen guten, wetterfesten Kitt für Holz.

Für Steinkitt: 3—4 Teile frischer Quark, 2 Teile frisch gelöschter, gepulverter Kalk, $\frac{1}{2}$ Teil feines Quarzpulver zu einem zähen Brei gut verrieben, die zu kittenden Steinflächen werden vorher befeuchtet; oder: 1 Teil Wachs, 8 Teile Kolophonium zusammengeschmolzen und mit $\frac{1}{4}$ Teil Gipspulver innig verrührt; oder 1 Teil Pech, $\frac{1}{2}$ Teil Kolophonium zusammengeschmolzen und mit $\frac{1}{2}$ Teil Mennige und $\frac{1}{5}$ Teil Ziegelmehl innig verrührt, die Steinflächen müssen erwärmt werden; oder 20 Teile reiner, feiner Flußsand, 2 Teile Bleiglätte und 1 Teil gepulverter Ätzkalk mit Leinöl zu Brei verrührt, gibt einen sehr festen Steinkitt.

Für Eisenkitt: 6 Teile Lehm, 1 Teil Eisenfeilspäne mit Leinöl gut verrührt; oder 40 Teile Eisenspäne, 1 Teil Salmiak, $\frac{1}{2}$ Teil Schwefel mit Wasser gemengt; oder: 98 Teile Eisenspäne, 1 Teil Salmiak und 1 Teil Schwefel mit heißem Wasser verrührt; oder: 1 Teil weißer Ton, 1 Teil Bleiweiß, 1 Teil Braunstein, fein gepulvert und mit Leinöl gut verrührt.

Für Holzkitt: 6 Teile Kalkhydrat, 4 Teile Roggenmehl und 4 Teile Leinölfirnis; oder die vorgenannten Leimkitten mit Kreide oder Holzpulver.

Guter Kitt soll nahezu die Festigkeit der zu verbindenden Materialien erlangen, an denselben gut haften und nicht schwinden.

c) Dachpappe.

Dachpappe wird aus ungeleimter Rohpappe, Steinkohlenteer oder Steinkohlenteerpech und einem Bestreuungsmittel erzeugt.

Die **Rohpappe** wird in der Papierfabrik auf maschinellem Wege, aus sorgfältig sortierten Lumpen, Papierabfällen u. dgl., die aus möglichst reiner Wollfaser bestehen sollen, in Rollen von 1 m Breite und beliebiger Länge hergestellt. Als **Bestreuungsmaterial** entspricht am besten ein reiner, scharfer Sand, doch werden unter Umständen auch Kokspulver, Sägemehl und verkleinerte Korkabfälle verwendet.

Die Erzeugung der Dachpappe erfolgte früher derart, daß man quadratische Papptafeln in erhitzten Teer eintauchte, dann abtropfen und trocknen ließ oder mit Sand bestreute. In neuerer Zeit erfolgt die Imprägnierung der in Rollen erzeugten Rohpappe in eigenen Imprägnierpfannen, die mit Teer gefüllt und erhitzt werden, indem die Rohpappe mittels Walzen durch das Teerbad durchgezogen und vom überflüssigen Teer abgestreift wird. Anschließend daran, wird die getränkte Pappe auf einem Tische entweder maschinell oder mit der Hand mit Sand u. dgl. bestreut, wieder gerollt und in Rollen von 10 m Länge aufs Lager gestellt. In letzter Zeit versuchte man auch die Dachpappe derart herzustellen, daß man den

Teer der zur Erzeugung der Rohpappe bestimmten, noch flüssigen Pappmaische zusetzte. Die weitere Verarbeitung dieser teerigen Masse zwischen den Walzen stößt jedoch auf Schwierigkeiten.

Die Dachpappe findet als wasserdichtes Deckmaterial, und zwar besonders als Dachdeckmaterial Verwendung. Hierbei kann sie entweder für sich allein verwendet werden (für Pappdächer) oder in Verwendung mit asphaltartigen Materialien (wie bei Holzzementdächern) oder als wasser- und staubdichte Unterlage von Ziegel- und Schieferdächern. Je nach ihrer Bestimmung ist sie in verschiedener Qualität und Dicke erhältlich. Die durch die Sandbestreuung förmlich mineralisierte Oberfläche schützt die Dachpappe vor Entzündung von außen, weswegen sie auch als feuersichere Abdeckung anerkannt wird.

d) Asphaltisolierplatten.

Diese dienen zum Schutze des Mauerwerks und der Fußböden gegen aufsteigende, bzw. seitlich eindringende Feuchtigkeit. Sie bestehen im allgemeinen aus Asphalt-schichten mit Einlagen von langfaseriger Rohpappe, Filz (sogenannter Eisenfilz), Jute oder ähnlichen Stoffen und einer Kiesbestreuung. Der Asphalt ist dabei das gegen die Feuchtigkeit isolierende Material, die Einlage das den Asphalt zusammenhaltende Mittel, das ihm große Biegsamkeit und Festigkeit gegen Zerreißen verleiht; der Kies als Bestreuungsmaterial verleiht den Platten eine rauhe und feste Oberfläche.

(Der Asphaltfilz ist ein aus groben Haaren und Flachsabfällen bestehendes Zeug, das weder gewebt noch gefilzt, sondern bloß durch Asphalt als Bindemittel zusammengehalten wird.)

Je nach Art der Einlage unterscheidet man die Isolierplatten in Asphalt-papp-Platten, Asphaltfilzplatten, Asphaltjuteplatten u. dgl.

Die Erzeugung von Asphaltpapp-Platten erfolgt, indem man Dachpappe in geschmolzenen Asphalt taucht, damit gut durchtränkt und dann mit Kies oder zerkleinerten Korkabfällen bestreut. Bei Asphaltfilz- oder Asphaltjuteplatten kann der Asphalt aber nur durch Aufstreichen oder Aufbürsten in geschmolzenem Zustande aufgetragen werden.

Die Isolierplatten werden als einfache oder als doppelte Platten hergestellt; letztere erhalten dann manchmal ein Drahtgewebe zur Erhöhung der Festigkeit oder eine dünne Walzbleischichte zur Erhöhung der Wasserundurchlässigkeit eingelegt.

Die Isolierplatten werden in verschiedenen Breiten, den üblichen Mauerstärken entsprechend, in Längen bis 10 m und in verschiedener Dicke erzeugt.

Die von der Firma Schefftel in Wien erzeugte Anduropappe (ein ähnliches Präparat wie die Asphaltisolierplatten) hat sich ebenfalls zu Dach-eindeckungen, ferner zur Isolierung von Mauern, Fußböden u. dgl. sehr gut bewährt.

Eine gute Dachpappe oder Isolierplatte soll von Asphalt- oder Teermasse vollkommen durchtränkt sein und sich leicht einige Male hin- und herbiegen lassen, ohne dabei zu brechen.

e) Kautschuk und Guttapercha.

Kautschuk und Guttapercha werden aus eigenartigen, tropischen Pflanzen und Bäumen gewonnen. Beide finden sich in dem Milchsaft der betreffenden Pflanzen und Bäume; der Saft wird durch mehrmaliges Einschneiden des Stammes gewonnen, in Gefäßen gesammelt und dann zur weiteren Verarbeitung versendet.

Der Kautschuk ist eine sehr elastische Masse, welche durch Einwirkung äußerer Kräfte seine Form verändert, diese aber sofort wieder annimmt, sobald die Einwirkung der Kräfte aufhört. Kautschukmasse im verarbeiteten Zustande besitzt die manchmal nachteilige Eigenschaft, bei 0° ganz hart, bei 30—50° C aber sehr weich und durch manche chemische Einwirkung aufgelöst zu werden. Diese

Übelstände werden durch Verbindung des Kautschuks mit Schwefel bei 130°C , durch das sogenannte „Vulkanisieren“ zum größten Teile beseitigt.

Vulkanisierter Kautschuk zeigt sich bei $20\text{--}100^{\circ}\text{C}$ gleich elastisch und widersteht auch in hohem Grade den Lösungsmitteln und chemischen Reagenzien. Kautschuk findet Verwendung als Dichtungsmittel, ferner als Isoliermittel bei elektrischen Leitungen, als Isoliermittel gegen Feuchtigkeit (Kautschukmasse von *H a u m a n n s W i t w e & S ö h n e*), Hartgummi oder vulkanisierter Kautschuk für allerlei sonstige Artikel.

G u t t a p e r c h a ist dem Kautschuk sehr ähnlich, ist zäh, aber weniger elastisch und dehnbar; in dünnen Plättchen verhält sie sich wie ein faseriger Stoff, der sich in der Richtung der Fasern strecken läßt, senkrecht darauf jedoch leicht reißt. Bei Erwärmung wird sie zuerst biegsam, dann knetbar, bei 60° sehr plastisch, bei 100° klebrig, bei 150° schmilzt sie. Im Wasser ist sie unlöslich, dabei selbst wasserdicht. Sie leitet Wärme und Elektrizität sehr schlecht. Guttapercha findet vielfache Verwendung zur Erzeugung von Gegenständen, bei denen es auf Wasserundurchdringlichkeit ankommt, z. B. Röhren für Wasserleitungen, Pumpen und Spritzen usw. Mit Leinöl zusammengeschmolzen erhält man wasserdichte Anstriche.

f) Eisenfilz.

Dieser wird aus langen, kräftigen und elastischen Wollhaaren erzeugt, unter hohem, hydraulischem Druck gepreßt und zum Schutze gegen Nässe, Ungeziefer und Witterungseinflüsse mit Chromsalzen, Paraffin und Talg getränkt. Eisenfilz wird in Stärken von 5, 10, 15, 20—50 mm und in verschiedenen Plattengrößen erzeugt, besitzt eine dreimal so große Druckfestigkeit als Blei und dient als Isoliermittel gegen Schwingungen, Erschütterungen, Schall, Elektrizität u. dgl., z. B. als Unterlage für Maschinen, um die Schwingungen und das Geräusch beim Betriebe derselben zu vermindern oder als Unterlage für die an Gebäudemauern zu befestigenden Isolatoren für Telegraphen- und Telephonleitungen u. dgl.

g) Linoleum.

Linoleum ist ein der Hauptsache nach aus Korkabfällen und Leinöl erzeugtes Produkt, das sehr leicht, zähe, dicht, biegsam, wasserundurchlässig und auch gegen Feuer lange widerstandsfähig ist. Es besitzt heute eine weitverbreitete Verwendung für Fußbodenbelag, als Teppich, Decken usw.

Die Fabrikation erfolgte früher sowie in älteren Fabriken auch heute noch nach dem *Taylor*system, in neueren und größeren Fabriken aber nach dem weitaus besseren *Walton*system.

Taylorfabrikation: Der Hauptbestandteil Leinöl wird durch 10 bis 12 Stunden bei $300\text{--}360^{\circ}\text{C}$ gekocht und dann in Trockenpfannen umgegossen. In diesen erstarrt es kautschukähnlich und wird nach zwei Tagen in Ziegeln ausgeschnitten und kommt auf Lager.

Der Kork (Korkabfälle) wird zu Korkmehl vermahlen.

Leinöl und Korkmehl werden unter Erwärmung zu einer breiartigen Masse vermischt und dann durch schwere Kalander (mit starkem Druck rotierende heiße Walzen) auf einer Juteunterlage aufgewalzt, sodann in Trockenkammern aufgehängt und bei $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ 1—4 Wochen getrocknet. Das fertige Linoleum wird dann in 2 m breite, 25—27 m lange Streifen geschnitten und auf Lager gestellt. Je nach der gewünschten Farbe wird Ocker, Terracottarot oder Linoleumgrün beigemischt.

Waltonfabrikation: Der Unterschied gegenüber der vorherbesprochenen Herstellungsart liegt nur in der Oxydation des Leinöls, die hier durch Sauerstoff bezw. Luft bewirkt wird.

Das Leinöl wird in Rollwägen gepumpt, die auf zirka 25 m hohen Gerüsten laufen. Der Raum ist bis zur Höhe von 25 m mit lauter ganz dünnen Baumwoll-

tüchern bespannt. Aus den hin und her rollenden Wägen rieselt das Leinöl auf die gespannten Tücher (Nessel) und haftet zum Teil an diesen; durch die stete Zuführung frischer Luft trocknet es auch an. Das ablaufende Öl läuft am Boden des Raumes wieder in die Ölreservoirs. Die Berieselung dauert so lange, bis die Vorhänge (Tücher) reichlich Öl angetrocknet haben; gewöhnlich 22 Tage, täglich durch 2 Stunden.

Das an den Tüchern haftende, durch die Luft oxydierte Öl wird sodann abgenommen, unter Zusatz von Harz etwas gekocht, um flüssig zu werden, und dann in reine Kistchen gegossen, in denen es rasch erstarrt; in der so gewonnenen Ziegelform wird es am Lager gehalten. Die auf diese Weise erzeugte Masse, Linoxin genannt, ist sehr zäh und dem Kautschuk sehr ähnlich, und muß 21 Wochen abliegen.

Die weitere Herstellung des Linoleums erfolgt auf dieselbe Art wie beim Taylorsystem, nur wird es zum Trocknen in Fächer von 2 m Breite und 28 m Länge flach gelegt; in den Fächern muß es mindestens 40 Tage trocknen.

Das Waltonlinoleum braucht viel längere Zeit zur Erzeugung, ist aber volumbeständiger, gleichmäßiger und schöner.

Linoleum soll nicht auf harte, sondern auf weiche, möglichst elastische Unterlagen, Asphaltestrich, besser aber Korkstein, gelegt werden.

III. Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte.

Zur Herstellung der verschiedenen Baukonstruktionen, dann zur Gewinnung oder Erzeugung der dazu nötigen Baustoffe dienen verschiedenartige Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte.

Unter Werkzeug im engeren Sinne versteht man ein von Menschenhand gebrauchtes Gerät zur direkten Bearbeitung und Verwertung verschiedener Stoffe, z. B. Hammer, Säge, Hacke u. dgl. Requisiten und Baugeräte dienen als Hilfsmittel zur Erreichung vorgenannten Zweckes, z. B. Rollen, Flaschenzüge, Aufzugs-krane oder Winden, Maßstäbe, Seile, Schnüre, Transportgefäße, Pumpen, Leitern und dgl.

Von großer Wichtigkeit für eine rasche und solide Bearbeitung der einzelnen Stoffe ist ein richtig und gut konstruiertes Werkzeug, verbunden mit der richtigen, fachgemäßen Handhabung desselben.

Die verschiedenartige Bearbeitung der verschiedenen Stoffe erfordert auch verschiedenartige Werkzeuge, deren Handhabung durch die einzelnen Bau-professionisten erfolgt. Man teilt also die Werkzeuge nach den einzelnen Professionen in Erd-, Steinbrecher-, Maurer-, Steinmetz-, Stukkateur-, Pflasterer-, Zimmermanns-, Tischler-, Schlosser-, Spengler-, Glaser- und Anstreicherwerkzeuge. Vielfach verarbeiten verschiedene Professionisten ein und denselben Stoff und benützen dazu ein- und dasselbe Werkzeug, so z. B. wird die Säge vom Tischler und vom Zimmermann gebraucht. Eine strenge Scheidung der Werkzeuggattungen nach Professionen ist daher nicht ganz durchführbar, weswegen im nachstehenden die Werkzeuge nicht nur nach Professionen, sondern auch gruppenweise so geordnet erscheinen, wie sie zur Bearbeitung der verschiedenen Stoffe: Erde, Stein, Holz, Metall u. dgl. dienen.

Auf eine eingehende Beschreibung aller Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte und deren Handhabung kann jedoch hier nicht eingegangen werden, es soll vielmehr bloß eine richtige Darstellung und Benennung derselben, und nur bei den weniger bekannten Stücken eine kurze Beschreibung derselben sowie Angaben über ihre Verwendung gegeben werden.

Die Tafel VII enthält Werkzeuge für Erd- und Bekleidungsarbeiten, Pflastererarbeiten, dann Aussteckrequisiten, und zwar:

Für Erd- und Bekleidungsarbeiten: Fig. 1 Krampe; Fig. 2 Breithaue und Fig. 3 Spitzhaue zum Auflockern der Erde; Fig. 4 Beschlagkrampe zum Unterstampfen der Eisenbahnschwellen u. dgl.; Fig. 5 Planierhacke; Fig. 6 Sumpfhau; Fig. 7 Stich- und Wurfschaufel; Fig. 8 Schneeschaufel; Fig. 9 hölzerne Wurfschaufel; Fig. 10 Stichschaufel oder Spaten; Fig. 11 Faßschaufel; Fig. 12 Skarpierschaufel; Fig. 13 Rasenschaufel und Fig. 14 Rasenmesser zum Ausheben bzw. Schneiden der Rasenziegel; Fig. 15 Faschinmesser für Reisarbeiten und zur Rasenverkleidung; Fig. 16 Erdstößeln, *a*) aus Holz und *b*) aus Eisen; Fig. 17 Betonstößel (auch als Erdstößel zu gebrauchen); Fig. 18 Sandlöffel und Fig. 19 Baggerschaufel zur Aushebung unter Wasser.

Erd- und Steinbohrer sind auf Tafel 19, Werkzeuge und Requisiten zur Aushebung unter Wasser auf Tafel 21 dargestellt und bei den Fundierungsarbeiten im II. Band beschrieben.

Für Pflastererarbeiten: Fig. 20 Brechkrampe zum Aufbrechen aller Pflasterungen oder harter Schotterstraßen; Fig. 21 Pflastererhaue zur Unterfüllung der Sandbettung unter die Pflastersteine; Fig. 22 Sand- oder Ziegelhaue zum Ausgleichen der Sandbettung; Fig. 23 Pflastererfugeisen zum Ausfüllen der Stoßfugen mit Sand; Fig. 24 Richtschlägel zum Behauen der Steinkanten; Fig. 24 *a*) Pflastererschlägel zum Festschlagen der einzelnen, gesetzten Steine; Fig. 25 Reithaue für Planierungsarbeiten; Fig. 26 Pflastererramme zum Feststampfen der fertigen Pflasterung. Für Pflasterungen, die in Mörtel gelegt werden, benötigt der Pflasterer auch verschiedene Maurerwerkzeuge als: Mörtelkästen, Mörtelkrücke, Mörtelpfandel, Maurerkelle u. dgl., für die Bearbeitung der Steine auch Spitzseisen und Handschlägel, siehe Tafel VIII und IX.

Aussteckrequisiten: Fig. 27 Aussteck- oder Fluchtstäbe; Fig. 28 Meßband; Fig. 29 Meßplatten, 2 oder 4 *m* lang; Fig. 30 Setzlatte (Abwäglatte); Fig. 31 Böschungswage, *a*) älterer, *b*) neuerer Konstruktion; Fig. 32 Absehkreuz; Fig. 33 Vorschlagpflock und Fig. 34 hölzerner Schlägel zum Vorschlagen von Löchern in hartem Boden; demselben Zweck dient auch das Pflöckeseisen, Fig. 35; Fig. 36 Baumsäge zum Absägen von Ästen.

Die Tafel VIII enthält Maurer-, Stukkateur- und Steinmetzwerkzeuge, und zwar:

Für Maurer und Stukkateure: Fig. 1 Maurerhammer; Fig. 2 Maurerkelle; Fig. 3 gezähnte Kelle zum Einstreichen von Mörtel in enge Fugen bei Quadersteinen; Fig. 4 Mörtelpfanne; Fig. 5 Mauerkratzer; Fig. 6 Maurerpinsel mit Befestigungsvorrichtung an lange Stangen zum Weiß von Wand- und Deckenflächen; Fig. 7 Spitzseisen und Fig. 8 Flacheisen zum Bearbeiten der Steine; Fig. 9 Wandbohrer zum Bohren von Löchern durch Ziegel- und weiche Seitenwände (Wandbohrer aus Mannesmannrohren werden mit 1,5–4 *cm* Durchmesser und bis 100 *cm* Länge erzeugt); Fig. 10 Reibkelle aus Eisen zum Glätten von Mörtelverputz; Fig. 11 Handschlägel; Fig. 12 Spitzhammer zum Bearbeiten von Steinflächen statt mit dem Spitzseisen (Fig. 7); Fig. 13 Ziegelputzhammer; Fig. 14 Terrazzopracker zum Feststampfen von steifem Zementmörtel oder Beton; Fig. 15 Maurerlatte (Richtscheit); Fig. 16 Reibeisen zum Glätten von Mörtelverputz; Fig. 17 Senkel (Schußblei); Fig. 18 Schlauchwage mit zirka 20 *m* langem Gummischlauch, die Enden mit Glasröhren und Absperrhähnen versehen, zum Übertragen gleich hoher Punkte; Fig. 19 Schrotwage; Fig. 20 Setzlibelle zum Übertragen von gleich hohen Punkten auf kurze, bis 6 *m* lange Distanzen; Fig. 21 Rechter Winkel; Fig. 22 Tünchbrett als Mörtelbehälter beim Deckenverputz; Fig. 23 Reibbrett von Holz (in größerer Ausführung Hobel genannt) zum Glätten und Verreiben des feinen Mauerverputzes; Fig. 24 Putz- und Fig. 25 Bossiereisen in verschiedenen Formen zum Verputzen von Gesimgliederungen (Gehrungen); zu dem gleichen Zwecke dienen auch verschieden geformte, kleine Reibbretter (Fig. 23); Fig. 26 Brechstangen, *a*) aus Eisen, *b*) aus Holz, dienen als Hilfsmittel zum Heben

schwerer Gegenstände (Steine), zum Steinbrechen u. dgl.; Fig. 27 Gaisfuß zum gleichen Zwecke wie Fig. 26, besonders aber zum Ausziehen von Gerüstklammern.

Für Steinmetze: Die Verwendung der in Fig. 28—47 dargestellten und auch benannten Steinmetzwerkzeuge ist im II. Band bei Steinmetzarbeiten beschrieben und auf Tafel 50 nochmals dargestellt.

Auf Tafel IX sind Baugeräte und Schlagwerke dargestellt, und zwar: Fig. 1 Schiebtruhe mit Aufsatz für Erd-, Schotter-, Sandtransport u. dgl.; Fig. 2 Stein-, Fig. 3 Ziegelkarren; Fig. 4 Handkarren; Fig. 5 Erdtruhe für den Transport auf Wagen; Fig. 6 Erdtrage; Fig. 7 Mörtelkasten; Fig. 8 Mörtelaufzugschaff; Fig. 9 Mörteltragschaff aus Holz oder verzinktem Eisenblech; Fig. 10 Mörtelkrücke; Fig. 11 Mörtelschöpfer (Löffel); Fig. 12 Mörtelreine zum Bereiten von Mörtel und zum Kalklösen; Fig. 13 Terrazzowalze zum Komprimieren von Terrazzoestrich; Fig. 14 Betonwalze zum Rauhmachen der glatten Oberfläche von Betonestrich; Fig. 15 Terrazzoschleifstein zum Abschleifen der Oberfläche von Terrazzo- und Betonestrich; Fig. 16 Sandsieb; Fig. 17 Wurfgitter; Fig. 18 *a* und *b* Heizkörbe zum Austrocknen feuchter Mauerstellen durch Hitze; zum Austrocknen feuchter Räume werden mit Vorteil für diesen Zweck geeignete, meist patentierte Öfen verwendet, z. B. System Goldzier in Wien; Fig. 19 Asphaltkessel zum Schmelzen von Gußasphalt; Fig. 20 Baupumpe, eine transportable Saugpumpe mit Spiralgummischlauch zum Auspumpen von Baugruben, Schachte, Kellerräume usw. bis zur Saughöhe von 7 m; Fig. 21—24 zeigen Schlagwerke zum Einrammen (Einschlagen) von Piloten in den Boden, und zwar Fig. 21 die Handramme, bestehend aus dem Hoyer *H* und der aus Rundeisen gefertigten Führungsnadel *nn*; Fig. 22 die Zugramme, bestehend aus dem Dreifuß mit Rolle (Rammscheibe) *R*, dem Hoyer *H*, welcher am oberen Teile an ein Seil befestigt ist, das über die Rammscheibe gezogen wird und am anderen Ende die Zugleinen trägt, mittels welchen die Arbeiter den Hoyer emporziehen. Zur zentralen Führung des Hoyers dient die Nadel *nn*; Fig. 23 zeigt eine Zugramme mit eisernem Gestell und Hoyer, Rammscheibe und Zugleine. Die zentrale Führung des Hoyers wird hier durch zwei mit dem Gestell verbundene eiserne Führungsstangen (Läufer) *L-L* besorgt. Statt mit den Zugleinen, kann der Hoyer auch mit der Kurbelwinde *W* gehoben werden. Fig. 24 zeigt eine Zugramme mit hölzernem Gestell und zwei Läufer, bei welcher der Hoyer nur durch die Zugwinde *W* gehoben wird. Die Klemmvorrichtung *K*, welche den Hoyer beim Aufziehen festhält, tritt bei richtiger Hubhöhe in eine Verengung, wodurch der Arm *a* gegen die Mitte und der Haken *h*, der den Hoyer trägt, gegen außen gedreht wird, so daß der Hoyer frei wird und auf den Pilotenkopf herabfällt.

Die Tafel X enthält Hebbezeuge und Aufzugmaschinen, und zwar Fig. 1 Aufzugrolle; Fig. 2, 3, 4 Rollen für Flaschenzüge; Fig. 5 Differential-, Fig. 6 Schrauben-, Fig. 7 Zahnradflaschenzug; Fig. 8 Zugwinde; Fig. 9 Wagen- und Prätzenwinde von Holz; Fig. 10 Eiserne Sicherheitswinde mit Schneckenantrieb, für große Lasten geeignet; Fig. 11, 12 und 13 amerikanische Schraubenwinden; Fig. 14 Brustzugmaschine; Fig. 15 Bockwinde (Kran) mit einfachem Vorgelege, gewöhnlichem Gesperre und Bandbremse; für große Lasten dienen Bockwinden mit doppeltem Vorgelege, Sicherheitsgesperre und Sicherheitstrommel- oder Schraubenbremse; Fig. 16 Elevator mit Hängeschalen für Hand- oder elektrischen Betrieb, zum Fördern von Ziegel, Mörtel u. dgl. in vertikaler Richtung nach auf- und abwärts; Fig. 17 Schwenkkran an Holzständer montiert, zum Aufziehen verschiedener Materialien; Fig. 18 Aufzugwinde (Haspel) mit Leitrollen, für Mörtelaufzüge, Brunnenschächte und dgl.; Fig. 19 Auslegwinde, für Dachdecker u. dgl. sehr geeignet; Fig. 20 und 21 Wandwinden; Fig. 22 Laufkatzen; Fig. 23 Klapprollen; Fig. 24 Drehbarer Haken an einer Kette; Fig. 25—29 Seilschlösser mit Haken oder Bügel; Fig. 30 Haken mit Sicherheitsverschußscheibe; Fig. 31 Hebzange für I-Träger; Fig. 32—35 Steinklauen und Zangen zum Heben von Steinquadern u. dgl.

Die Tafel XI enthält Zimmermannswerkzeuge, und zwar: Fig. 1 Zimmerbock zum Auflegen der zu bearbeitenden Hölzer, Fig. 2 Zimmermanns-

klammer zum Festhalten der Hölzer während der Bearbeitung; Fig. 3, 4, 6, 7, 8 und 10 verschiedene Hacken; Fig. 5 Winkeleisen; Fig. 9 Schlagschnur zum Vorzeichnen gerader Linien, z. B. für das Behauen der Hölzer; Fig. 11 Stemmeisen und Fig. 12 Hohleisen, beide in verschiedenen Breiten; Fig. 13 Lochbeutel zum Ausstemmen schmaler, tiefer Löcher oder Schlitzzapfen; Fig. 14 Balleisen zum Vorstemmen des Schlitzes für die Lappen der Aufsatzbänder (der Schlosser benützt hiezu den Kreuzmeißel); Fig. 15 Sägefeilen, *a*) dreieckige für Handsägen u. dgl., *b*) flache für Zugsägen; Fig. 16 Feilkloben zum Festklemmen des Sägeblattes beim Feilen; Fig. 17 Handsäge; Fig. 18 Zugsäge mit verschiedenen Sägezähneformen *a*) und *b*); Fig. 19 Schweifsäge; Fig. 20 Gratsäge; Fig. 21 Fuchsschwanz; Fig. 22 Lochsäge; Fig. 23 Spaltsäge zum Sägen von Hölzern, Pfosten u. dgl. parallel zur Holzfaser; Fig. 24 Spitzbohrer; Fig. 25 Nagelbohrer; Fig. 26 Schneckenbohrer und Fig. 27 Spiralbohrer; Fig. 28 Fugbank zum Festklemmen der Bretter beim Hobeln der schmalen Seiten (Fugen); Fig. 29 Schropp- und Fig. 30 Schlichthobel mit Handgriffen für zwei Mann; Fig. 31 Schränkeisen und Fig. 32 Schränkzange zum Verschränken, d. h. zum abwechselnden Seitwärtsbiegen der Sägezähne. Außer den genannten Werkzeugen benötigt der Zimmermann auch verschiedene Tischlerwerkzeuge als: Hobel, Hobelbank, Schleifsteine usw. (siehe Tafel XII und XIII).

Die Tafel XII enthält Tischlerwerkzeuge, und zwar: Fig. 1—15 verschiedene Hobel; ferner Fig. 16 Schleifstein; Fig. 17 Rutschstein im Holzkasten; Fig. 18 Abstreichstein für Wasser und Fig. 19 Abstreichstein für Öl zum Schleifen der Hobeisen; Fig. 20 Hobelbank mit dem dazu gehörigen Bankeisen (Fig. 21).

Das Schleifen des Hobeisens ist von besonderer Wichtigkeit für eine rasche und saubere Bearbeitung der Holzflächen; es wird in vielen Fällen auch von Fachleuten nicht richtig durchgeführt, nachdem auf einem stark abgenützten, unebenen Rutschstein das Eisen nicht vollkommen eben und im richtigen Schneidewinkel *S* von 20° (siehe Fig. 22, T. XII) zugeschliffen werden kann. Der Stein muß daher immer eben erhalten werden. Viel besser erfolgt das Schleifen auf einem rotierenden, kreisrunden Stein, welcher stets genau kreisrund erhalten bleiben muß, vermittelt einer Stellvorrichtung *St* (Fig. 16, T. XII) zum Auflegen des Hobeisens; dabei muß der Schneidewinkel von 20° genau eingehalten und das Eisen vollkommen eben abgeschliffen werden, wozu man sich auch einer Schleiflehre bedienen kann.

Das Abziehen des geschliffenen Hobeisens geschieht mit einem guten (Levantiner) Abziehstein (Streichstein), indem man zuerst durch einige Striche über den Streichstein den vom Drehstein am Hobeisen gebildeten Grat entfernt, sodann ist die ebene Fläche des Hobeisens (Schneideseite) so lange abzustreichen, bis sie nächst der Schneide eine ebene, blanke (also nicht verkratzte) Fläche bildet. Hierauf ist auf der anderen Seite an der abgeschliffenen Fläche (Fase) der Streichstein so anzusetzen, daß an der Schneide eine zweite Fase unter einem Winkel von 35° entsteht (Zuschärfungsfase *Z*, Fig. 22). Dieser Zuschärfungswinkel ist notwendig, weil der Stahl bei ästigem Holze und zu spitzem Winkel die Schneide nicht halten, eventuell auch Scharten bekommen würde.

Die Tafel XIII bringt weitere Tischlerwerkzeuge zur Darstellung, und zwar: Fig. 1 Winkelmaß, *a*) aus Holz, *b*) aus Eisen; Fig. 2 Gehrungsmaß aus Holz und Fig. 5 Gehrungsmaß aus Eisen; Fig. 6 Gehrungsschneidlade; Fig. 3 Schrägmaß; Fig. 4 Streichmaß; Fig. 15 Schneidmaß; Fig. 7 Schraubzwinge; Fig. 8 Bankknecht; Fig. 9 Schraubknecht zum Zusammenpressen geleimter Holzteile; Fig. 10 Schraubbock zum Aufleimen von Furnieren; Fig. 11 Gehrungsstoßlade und Fig. 12 Gehrungszwinge zum Festhalten der geleimten Gehrungen; Fig. 13 Leimtiegel; Fig. 14 Leimkocher, bei welchem der Tiegel in heißem Wasser steckt, damit der Leim nicht anbrennt; Fig. 16 verstellbare Gratsäge; Fig. 17 Putzhobel; Fig. 18 Schiffhobel mit verstellbarer Stahlsohle; Fig. 19 Kittfalzhobel zum Ver-

stellen; Fig. 20 Baileys Doppelhobel; Fig. 21 doppelter Schabhobel; Fig. 22 Schlägel; Fig. 23 Tischlerklippel; Fig. 24 Tischlerhammer; Fig. 25 Holzraspel; Fig. 26 Handschmitzer; Fig. 27 Schublehre, *a*) zum Messen von äußeren, *b*) zum Messen von inneren Durchmessern; Fig. 28 Klobsäge zum Spalten (Zersägen) von Pfosten, Bohlen u. dgl. in der Richtung der Holzfaser; Fig. 29 Schneckenbohrer; Fig. 30 Zentrumborher; Fig. 31 Ausreiber zur kegelförmigen Erweiterung der Bohrlöcher und Fig. 32 Bohrwinde zum Drehen der Bohrer Fig. 29, 30 und 31.

Die Tafeln XIV und XV zeigen Schlosser- und Schmiedewerkzeuge, und zwar Tafel XIV, Fig. 1 Hand-, Fig. 2 Kreuz- und Fig. 3 Vorschlaghammer; Fig. 4 *a—g* verschiedene Feuerhämmer zum Formen, Durchlochen usw. von glühendem Schmiedeeisen; Fig. 5 verschiedene Gesenke, welche dem gleichen Zwecke dienen und hiezu mit dem Dorn *D* in das im Amboß befindliche, korrespondierende Loch *D*¹ (Fig. 10) eingesteckt werden; Fig. 6 *a—i* Feuerzangen verschiedener Form und Größe zum Festhalten des glühenden Schmiedeeisens während des Schmiedens; Fig. 7 *a—d* Beiß-, Flach-, Spitz- und Zwickzange; Fig. 8 *a—c* Greif- und Spitzzirkel; Fig. 9 Schraubstock; Fig. 10 Amboß; Fig. 11 Sperrhorn; Fig. 12 Hebelschere; Fig. 13 Handschere; Fig. 14 Stockschere; Fig. 15 kleine Hebelschere; Fig. 16 Reifkloben zum Aufziehen von Radreifen; Fig. 17 Feilkloben zum Festschrauben kleinerer Erzeugnisse; Fig. 18 Bohrknarre (Bohrratsche) zum Löcher bohren; Fig. 19 französischer Schraubenschlüssel und Fig. 20 Universal-Mutterschlüssel, beide sind verstellbar, daher für jede Mutter geeignet; Fig. 21 und 22 sind Mutterschlüssel für bestimmte Größen der Schraubennuttern; Fig. 23 Schraubenzieher.

Tafel XV enthält Fig. 1—3 Schneidkluppen, und zwar Fig. 1 für große, Fig. 2 für mittlere und Fig. 3 für kleine Schraubengewinde; Fig. 8 Gewindbohrer für Schraubennuttern, *a*) Vorschneidebohrer für die erste Bohrung und *b*) Nachschneidebohrer für die Vollendung des Muttergewindes; Fig. 4 Schneideisen, dieses dient ebenfalls zum Schneiden kleinerer Schraubengewinde; Fig. 5 Metallspiralbohrer und Fig. 6 Herzbohrer, beide in verschiedenen Größen zum Bohren von Löchern, zu welchem Behufe sie in die Bohrmaschine (Fig. 31) oder in eine Bohrwinde (Fig. 28) oder Bohrspindel (Fig. 29) oder in eine amerikanische Brustleier (Fig. 30) eingespannt werden; Fig. 7 ist ein Ausreiber zur kegelförmigen Erweiterung der Bohrlöcher; er wird ebenfalls in eine Bohrvorrichtung, sowie der Bohrer, eingespannt; Fig. 9—13 zeigen die äußere Form verschiedener, feiner und grober Feilen, und zwar Fig. 9 Handfeile, Fig. 10 Vorfeile, Fig. 11 Quadratfeile, Fig. 12 Sägefeile, Fig. 13 Rundfeile; gröbere Feilen werden auch als Stoßfeilen und feinere als Schlichtfeilen bezeichnet; Fig. 14 ist ein Greif- und zugleich auch Lochzirkel, und zwar dient der obere Teil *a*) zum Abmessen von äußeren Umfängen, der untere *b*) zum Abmessen von Lochgrößen; Fig. 15 zeigt einen Universalzirkel für äußere und innere Abmessungen, der auch zusammengelegt und in der Tasche verwahrt werden kann; Fig. 16 zeigt eine Parallelfachzange, bei welcher der Draht *d—d*¹ parallel zur Zange durch diese durchgesteckt und festgehalten werden kann; Fig. 17 zeigt eine solche gleichzeitig als Zwickzange eingerichtete Parallelfachzange; Fig. 18 zeigt eine Zwickzange amerikanischen Systems; Fig. 19 und 20 zeigen zwei verstellbare Metallsägen; Fig. 21 zeigt einen Rohrabschneider für Gasrohre; Fig. 22 und 23 zwei verschiedene Gasrohrzangen zum Festhalten der Gasrohre beim Zusammenschrauben, wobei das eine Rohr in den Schraubstock Fig. 24 eingespannt wird; Fig. 25 zeigt einen Gasrohr-Schraubenschlüssel, welcher als Ersatz für die Rohrzange dient; Fig. 26 eine Winkelreibahle zum Erweitern von kleineren Löchern (Nietlöcher u. dgl.); Fig. 27 einen Kreuzmeißel (Einlaßbeisen) zum Vorstemmen beim Einlassen der Lappen von Aufsatzbändern.

Außer diesen Werkzeugen benötigt der Schlosser noch: Schmiedeeisen mit Gebläse (siehe Tafel 92), verschiedene Meißel, Durchschläge, Nietenzieher (siehe Tafel XVI, Fig. 3—7), dann Amboßstöcke, Werkbänke, Schleifsteine, Drehbänke usw.

Auf der T a f e l XVI sind die gebräuchlichsten S p e n g l e r w e r k z e u g e dargestellt: Fig. 1 *a* Alphabet- und Fig. 1 *b* Ziffernstanzen zum Einschlagen von Lettern oder Ziffern in die Bleche; Fig. 2 Aushauer-in verschiedenen Größen zum Schlagen (Aushauen) von größeren Löchern (als Unterlage beim Lochen oder Einschlagen von Lettern dienen Bleiplatten); Fig. 3 Spitzmeißel und Fig. 5 Lochmeißel zum Lochen der Bleche beim Nageln oder Nieten (unterlegt wird Blei oder Holz); Fig. 4 Flachmeißel, auch Scharfmeißel zum Teilen starker Bleche oder Eisenstäbe; Fig. 6 Nietenzieher zum Anziehen (Festschlagen) der zu nietenden Bleche vor der Bildung des Nietkopfes; Fig. 7 Kopfmeißel zur Bildung eines runden Nietkopfes; Fig. 8 viereckige Reibahle zum Erweitern kleinerer Löcher; Fig. 9 gerade und Fig. 10 gebogene Deckzange zum Biegen der Bleche beim Falzen u. dgl.; Fig. 11 Bleirohr-Schneidzange; Fig. 12 *a* gebogener und Fig. 12 *b* gerader Schaber zum Blankschaben der Bleche und zum Putzen (Abschaben) der Lötstellen bei Zinkblech; Fig. 13 Zinkreißer zum Teilen der Zinkbleche, indem man mit dem Reißer längs einer Führungsplatte eine geradlinige Vertiefung in die Zinkblechtafel eingraviert (reißt) und die Tafel durch Umbiegen auseinanderbricht; Fig. 14 Zinnfeile oder -Raspel; Fig. 15 Niet- oder Handhammer; Fig. 16—25 verschieden geformte Hämmer zu verschiedenartiger Formgebung der Bleche durch Hämmern auf dem Amboßstock (Fig. 38) oder Sickenstock (Fig. 35); sowohl die Hämmer als auch die Stücke sind an den Arbeitsflächen poliert; Fig. 26 Holzschlägel, ebenfalls zur Bearbeitung der Bleche, zumeist beim Biegen und Falzen; Fig. 27—29 gerade und gebogene Blechscheren; Fig. 30 Börtelisen verschiedener Größen zum Börteln (Abbiegen) von kreisrunden Blechen mit dem Holzschlägel; Fig. 31—33 verschieden geformte Fäuste, zu verschiedenartiger Formgebung (durch Hämmern der Bleche mit dem Holzschlägel oder Schlichthammer (außerdem gibt es aber noch anders geformte Fäuste); Fig. 34 Schweifstock; Fig. 35 Sickenstock; Fig. 38 Amboßstock und Fig. 37 Sperrhorn, alle als Unterlage bei verschiedenartiger Formgebung durch Hämmern; Fig. 36 Umschlageisen zum Umschlagen (Abbiegen) gerader Bleche durch Hämmern; die Werkzeuge Fig. 30—38 werden zum Gebrauche mit dem unteren, zugespitzten Teile in das Loch eines Holzklotzes (Arbeitsstock) eingeschlagen; Fig. 39 Schaleisen zum Falzen der Bleche, z. B. bei Dächern; Fig. 40 Benzin-LötKolben; Fig. 41 *a* gerader und Fig. 41 *b* hakenförmiger LötKolben, welche im LötOfen (Fig. 42) bei Holzkohlenfeuer mäßig erhitzt werden. Die LötKolben sind im unteren Teile Kupfer; sie werden zum Gebrauche erhitzt, dann an der Spitze blank gefeilt und mit LötZinn in Salmiak fein eingerieben (verzinkt).

Die T a f e l XVII enthält Werkzeuge für Zimmermaler, Anstreicher, Ziegel- und Schieferdecker und für Glaser.

Die Hauptwerkzeuge des Anstreichers und Zimmermalers sind die Pinsel verschiedener Form, Größe und auch verschiedener Gattung. Man unterscheidet zwei Hauptgattungen, und zwar Pinsel aus steifen Haaren (Schweinsborsten, Ziegen- und Hundehaaren) und Pinsel aus feineren Haaren (vom Dachs, Eichhörnchen, Marder usw.).

Für Z i m m e r m a l e r: Fig. 1 Handpinsel; Fig. 2 runde Plafondbürste, Fig. 3 W a n d s t r e i c h e r; ferner kleinere Pinsel (Fig. 12, 13 und 14) zum Ziehen von Linien usw. Außerdem benötigt er verschiedene Lineale, Leitern usw.

Für A n s t r e i c h e r: Fig. 5 und 6 die Farbreibplatte mit Läufer zum Zerreiben der Farben; diesem Zwecke dienen heute verschiedenartige Farbmühlen (Fig. 4); Fig. 7 Spachtel und Fig. 8 Kittmesser zum Abkratzen und Auskitten der anzustreichenden Flächen; zum Abschleifen nimmt man Bimsstein.

Für den gewöhnlichen Anstrich mit Ölfarbe dienen Borstenpinsel von kleineren Dimensionen (Fig. 9, 10 und 11, Faustpinsel genannt); für feinere Lackierarbeiten, dann zum Linienziehen usw. sind kleinere, feinere Pinsel (Fig. 12, 13 und 14) gebräuchlich; zur Herstellung der Holzmaserung dienen verschiedenartig geformte Pinsel (Fig. 15—20); ferner verschiedenartige Kämme aus Horn, Stahl, Leder u. dgl.,

eventuell auch Maserierapparate (Fig. 21), welche aber selten verwendet werden, da sich die auf der Lederrolle eingepreßte Maserung bei jeder Umdrehung wiederholt, daher gar keine Abwechslung in den Holzfasern und auch sonst wenig Vorteil bietet.

Zum Auftragen einer gleichmäßigen Musterzeichnung (patronieren) bedient sich der Zimmermaler und auch der Anstreicher der Malerpatronen, welche aus steifem Papier ausgeschnitten und mit Ölfarbe angestrichen sind.

Nach dem Gebrauche sind die Pinsel auszuwaschen, und zwar die Leimfarbenpinsel im Wasser, die Öl- und Lackfarbenpinsel im Terpentin, die Spirituslackpinsel im Spiritus, die Wasserglasfarbenpinsel im Wasser. Die Öl- und Lackfarbenpinsel müssen im Wasser aufbewahrt werden, damit sie nicht eintrocknen; man soll sie aber nur mit den Borsten ins Wasser stecken und den Holzgriff über die Wasseroberfläche hervorragen lassen. Die Wasserfarbenpinsel werden ausgewaschen und trocken aufbewahrt.

Hart gewordene Ölmalpinsel läßt man einige Tage in Terpentin liegen und wäscht sie dann in Lauge und im Wasser gründlich aus; die Lauge darf aber nur schwach verwendet werden, weil sie sonst die Borsten zerstört.

Ziegel- und Schieferdeckerwerkzeuge, und zwar: Fig. 22 Mörtelkübel; Fig. 23 Mörtelkelle; Fig. 24 Mörtelmulde; Fig. 25 Streichkelle; Fig. 26 Schieferhammer; Fig. 27 Schieferamboß; Fig. 28 Nageleisen; Fig. 29 Maurerpinsel. Außerdem benötigt der Ziegel- und Schieferdecker noch Mörtelreine, Mörtelkrücken, Mörtelschöpfer, Schaufeln, Nageltaschen, Sägen zum Teilen der Ziegelsteine, Maurerhammer, Steigleitern usw.

Glaserwerkzeuge: Fig. 30 Diamant zum Teilen der Glastafeln; Fig. 31 Glaserhammer; Fig. 32 Kittstreichmesser zum Einstreichen von Kitt in den Kittfalz; Fig. 33 Kittausschlagmesser zum Ausschlagen von altem, hart gewordenen Kitt; Fig. 34 Brösl zum Abbröckeln (Bröseln) abgeschnittener Glasstreifen von starken Tafeln; Fig. 35 Blechschere zum Schneiden der Blechstifte; außerdem benötigt der Glaser noch eine Beißzange, eventuell auch eine Flach- und Zwickzange.

IV. Anleitung zur Deponierung und Konservierung der Baustoffe, Baugeräte und Werkzeuge.

Die Deponierung der Baustoffe, Baugeräte und Werkzeuge auf den Bauplätzen, in Bauhöfen u. dgl. muß stets derart erfolgen, daß sie durch Witterungseinflüsse, Feuchtigkeit u. dgl. keinen Schaden erleiden, daß ferner eine nach den verschiedenen Sorten geordnete, übersichtliche Schichtung mit tunlichster Raumausnutzung die leichte Abzählung derselben gestatte und auch eine rasche Ausgabe ermögliche.

Je nach Beschaffenheit, Größe und dem Werte der Gegenstände kann die Aufbewahrung derselben entweder im Freien, unter Flugdächern, in Schuppen oder in vollständig geschlossenen Magazinsräumen erfolgen.

1. Baustoffe.

Im Freien werden bloß Steine, Ziegel, Sand, Schotter, gelöschter Kalk u. dgl., eventuell auch größere Bauhölzer und minderwertige Geräte aufbewahrt.

Bruchsteine und Quader sind in rechteckigen Figuren mit vertikalen Wänden bis 1,5 m hoch, möglichst dicht zu schichten.

Steinplatten können hochkantig an eine Wand gelehnt oder bei größeren Mengen in Figuren übereinander aufgeschichtet werden. Beim Aufschichten muß man zwischen die einzelnen Schichten Holzspäne, Stroh u. dgl. einlegen, um Brüche oder Beschädigungen an den Kanten zu vermeiden.

Mauerziegel werden zumeist in Stößen von 200—250 Stück aufgeschichtet; in jeder Lage 8 oder 10 Stück. Zur Erleichterung beim Abzählen pflegt

man auf jeden Stoß einen Ziegel hochkantig zu stellen und nach je 5, bezw. 4 Stößen, d. h. nach je 1000 Stück einen kleinen Zwischenraum zu lassen.

Dachziegel, Pflasterziegel und Dachschiefer werden hochkantig in mehreren Lagen übereinander geschichtet, wobei die Nasen der Dachziegel abwechselnd liegen. Zwischen den einzelnen Lagen und auch am Boden werden Latten oder schmale Bretter gelegt.

Sand und Erde schichtet man in 1,5 m hohe, rechteckige Figuren mit natürlichen Böschungen und sichert den Fuß der Böschungen, namentlich bei Sand, mit hochkantig gestellten Pfosten. Feiner Sand soll gegen Verwehung durch Winde geschützt, daher mit Brettern oder Reising bedeckt oder mit Kalkmilch bespritzt werden.

Schotter wird in prismatischen Figuren oder ähnlich wie Sand aufgeschichtet, bedarf aber keiner Versicherung an der Sohle.

Gebannter Kalk darf nur an trockenen, vor Regen und Feuchtigkeit vollkommen geschützten Orten auf Pfostenunterlagen aufbewahrt werden. Besser ist es, denselben möglichst bald abzulöschten und in Gruben aufzubewahren (einzusumpfen); siehe Kalklöschten Seite 47.

In Ermangelung von Kalkgruben kann der Kalk auch zu Pulver gelöscht und in Fässern aufbewahrt werden; siehe Löschen von magerem Weißkalk Seite 47.

Hydraulische Bindemittel müssen ebenfalls in vollkommen trockenen, vor Luftzug möglichst geschützten Räumen aufbewahrt werden. Die mit Papier ausgeschlagenen (innen belegten) Fässer sollen auf Brettunterlagen stehend gelagert und nicht höher als in zwei Reihen übereinander aufgeschichtet werden, weil oft durch das Treiben des Zementes, besonders bei Luftzug, die mittleren Faßreifen zerspringen und dann bei größerer Belastung Fässer zerdrückt werden könnten.

Bauholz soll nur in Ermangelung geeigneter Flugdächer im Freien deponiert werden, dann aber soll man hierfür eine möglichst vor Sonne und Wind geschützte Lage wählen, dasselbe auf Ziegelstöbe und darüber gelegte Kanthölzer so aufschichten, daß es nicht mit Erde in Berührung kommt und daß genügend Zwischenräume vorhanden sind, durch welche die Luft durchstreichen kann.

Geflößtes Holz ist so zu schichten, daß es bei mäßigem Luftzuge und geschützt vor großer Hitze langsam trocknen kann.

Rundholz und behauenes Stammholz wird nach Länge und Querschnitt möglichst sortiert und auf Kanthölzer in mehreren Lagen horizontal übereinander gelegt; zwischen den einzelnen Lagen werden kurze Lattenstücke eingelegt.

Zu rasches Austrocknen und die Entstehung größerer Trockenrisse an den Stirnseiten kann man durch Bekleben der letzteren mit Papier und Mehlkleister verhindern.

Schnittholz wird auf Kantholzunterlagen in 2—4 m hohen Stößen so aufgeschichtet, daß die einzelnen Lagen sich abwechselnd unter 90° kreuzen und daß zwischen den Hölzern überall Luft durchstreichen kann. Damit die Hölzer sich nicht werfen (verdrehen), wird der fertige Holzstoß oben mit Steinen entsprechend beschwert oder (in Schupfen) gegen die Decke verspreizt. (Siehe Fig. 15 auf T. I.)

Ordinäre Bretter oder Pfosten können im Freien aufgeschichtet, müssen aber durch über den Holzstoß vorspringende Flugdächer vor Regen geschützt werden. Feinere Bretter sollen in luftigen Schupfen oder Magazinsräumen aufgeschichtet werden.

Die Stirnenden der Bretter können zur Vermeidung stärkerer Trockenrisse mit Papier- oder Leinwandstreifen beklebt werden. Entstandene Risse pflegt man durch kleine Eisenklammern gegen weiteres Einreißen zu schützen.

Stangen werden zumeist stehend an eine Wand gelehnt.

Schindeln sollen in walzenförmigen Bündeln von je 25 oder 50 Stück liegend an trockenen, luftigen Orten aufbewahrt werden.

Schilfrohrbündel werden ebenfalls an trockenen, luftigen Orten, stehend an eine Wand gelehnt, aufbewahrt.

Eisen verlangt ein trockenes, mit Hohlboden versehenes Magazin, in welchem das Stangen(Stab)eisen stehend an eine Wand gelehnt, die übrigen Sorten aber liegend, die kleineren auf Stellagen aufbewahrt werden. Blank gefeilte Eisenteile sind mit Unschlitt oder reinem Vaseline gut zu bestreichen, damit sie nicht rosten.

Die übrigen Metalle leiden weniger von Feuchtigkeit, sind aber wegen ihres höheren Wertes gesichert aufzubewahren. Blank geputzte Gegenstände aus Messing, Kupfer u. dgl. werden zumeist mit einer Lackschichte vor Oxydation und gegen Verkratzen durch Einwickeln in Papier geschützt.

Glas soll in dunstfreien Räumen, wo möglichst gleichmäßige Temperatur herrscht, in Stroh, eventuell auch in Kisten verpackt, aufbewahrt werden.

Asphaltfilzplatten und Dachpappe dürfen nur an kühlen, schattigen und vor Regen geschützten Orten deponiert werden.

Die eingerollten, mit Asphalt getränkten Flächen müssen mit Sand oder zerkleinerten Korkabfällen gut bestreut, eventuell mit Packpapier belegt sein, damit sie nicht zusammenkleben. Die Rollen sind auf einer Bretterunterlage oder auf einer trockenen Sandschichte höchstens in zwei Lagen übereinander zu legen.

Leinöl, besonders aber Leinölfirnis und Ölfarbe muß vor Luftzutritt sorgfältig geschützt werden, weil sich sonst an der Oberfläche eine Haut (Linoxyn) bildet, welche an Dicke immer mehr zunimmt. Leinöl kann in verschlossenen Fässern deponiert werden. Firnis wird in Blechflaschen, die gut verkorkt sein müssen, aufbewahrt. Ölfarbe soll in unverdünntem Zustande in Blechgefäßen deponiert und an der Oberfläche mit einer Schichte Wassers bedeckt werden.

Terpentinöl soll in geschlossenen Blech-, Glas- oder Tonflaschen aufbewahrt werden.

2. Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte.

Die Werkzeuge sind nur in vollkommen brauchbarem Zustande zu deponieren, früher aber zu reinigen, eventuell zu schärfen.

Eisen wird vor Rost zu schützen sein, indem man die gewöhnlichen Eisenteile mit einem Firnisanstrich überzieht, die polierten Eisenteile, dann die Feilen, Sägen u. dgl. mit Rohvaselin oder Unschlitt, die Schraubengewinde mit feinem Öl gut einfettet. — Lederteile sind mit gutem Lederfett oder Rohvaselin durch Einreiben des Fettstoffes gut zu tränken. — Holzteile dürfen weder angestrichen, noch geteert werden.

Größere Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte können unter Flugdächern oder in Schupfen aufbewahrt werden; kleinere und wertvollere Gegenstände sind in trockenen, luftigen Magazinsräumen zu deponieren. Die kleineren Gegenstände sind auf Stellagen, die größeren am Boden nach den verschiedenen Sorten geordnet, so aufzuschichten, daß man sie von jeder Seite besichtigen oder abzählen kann, ohne die Schlichtung auseinander zu nehmen. Auf jeder Sorte sind Spitzzetteln anzubringen, auf denen die Stückzahl verzeichnet ist.

Seile, Schnüre, Sandsäcke, Hanfschläuche u. dgl. sind in luftigen und trockenen Magazinsräumen, am besten hängend aufzubewahren.

Gebrauchte Pinsel müssen rein ausgewaschen im Trockenen deponiert werden. Gebrauchte Ölfarben- und Öllackpinsel sollen mit den Borsten im Wasser stecken, siehe Anstreicherwerkzeuge.

Über den Magazinsstand soll ein genau geführtes Inventar zu jeder Zeit Aufschluß geben.

Jährlich, mindestens aber alle zwei Jahre, sollen die Werkzeuge, Requisiten und Baugeräte neuerdings abgezählt, umgeschlichtet und gereinigt, eventuell neu eingefettet werden.

I. Teil.

Der Aufbau

II. BAND.

Die Baukonstruktionslehre.

I. Teil: Der Aufbau.

II. Teil: Der Ausbau.

III. Teil: Umgestaltung, Instandhaltung und Demolierung bestehender Gebäude.

A. Erdarbeiten.

Je nach der größeren oder geringeren Schwierigkeit der Bearbeitung unterscheidet man folgende Erdgattungen:

1. Leichtes Erdreich, welches bloß mit der Schaufel ausgehoben werden kann, d. i. Humus, leichter Lehm, Sand und loser Schotter.

2. Mittleres Erdreich, zu dessen Aushebung man auch die Krappe benützt, z. B. Lehm, wässrer Schotter u. dgl.

3. Schweres Erdreich, d. i. jenes, welches nur mit der Krappe gelockert werden kann, z. B. harter Ton, Mergel, Kalkboden, Fels, grober Schotter.

4. In Bezug auf die Erdschichten unterscheidet man: die Erdaushebung in engen, bis zu 20 cm weiten Schichten und die Bodenaushebung in großen Dimensionen, z. B. in 1 m weiten Schichten. Erstere werden noch in Tafelschichten von 1 m Höhe abgebaut.

1. Erdaushebung.

Vor der Aushebung ist der Raum von dem etwa vorhandenen Strauchwerk oder Baugruben zu befreien, die oberen und Humusschichte abzuschneiden und für eventuelle spätere Verwendung sorgfältig in Figuren zu disponieren.

Je nach der Haltbarkeit des Bodens können die Aus- und Abgrabungen mit vertikalen oder geneigten Wänden (Höhlungen) bewirkt werden (Fig. 1 und 2, T. II). Wegen Einsturzgefahr sollen vertikale Erdwände nur bei sehr haltbarem Boden und nur bis 1,5 m Höhe bestehend bleiben, sonst sind solche Erdwände stets mit Böhrungen zu versehen (Fig. 3 und 4, T. II), d. h. mit Pfählen zu belegen und mit Balken entsprechend abzustreben.

I. Teil.

Der Aufbau.

I. Erd- und Steinbrecherarbeiten.

(Tafel 1.)

Bei den für verschiedene Zwecke vorkommenden Arbeiten im Erdboden unterscheidet man im allgemeinen den „Abtrag“ oder die „Aushebung“, d. h. die Ab- oder Ausgrabung im Erdboden und Ab- oder Aussprengung im Felsboden, dann den „Auftrag“ oder die „Anschüttung“, d. h. die Erhöhung des Erdbodens mit dem gewonnenen Erd- oder Steinmaterial. Unter Erdförderung versteht man den Transport des gewonnenen Materials zur Verbrauchsstelle.

Je nach der Beschaffenheit des Bodens, ob Erd- oder Steinmaterial, teilen sich die zur Bewältigung desselben notwendigen Arbeiten in Erd- und Steinbrecherarbeiten, zu denen auch die notwendigen Aussteckungen, Profilierungen und Erdbekleidungen gehören.

A. Erdarbeiten.

Je nach der größeren oder geringeren Schwierigkeit der Bearbeitung unterscheidet man folgende Erdgattungen:

Leichtes Erdreich, welches bloß mit der Schaufel ausgehoben werden kann, d. i. Humus, leichter Lehm, Sand und feiner Schotter.

Mittleres Erdreich, zu dessen Aushebung man auch die Krampe benötigt, z. B. Lehm, sandiger Schotter u. dgl.

Festes Erdreich, d. i. jenes, welches nur mit der Krampe gelockert werden kann, z. B. fester Ton, Mergel, Kalkboden, fester, grober Schotter.

In bezug auf die Kostenberechnung unterscheidet man: die Erdaushebung in engen, bis zu 4·00 m breiten Räumen und die Erdaushebung in großen Dimensionen, in über 4·00 m breiten Räumen. Erstere werden noch in Tiefenschichten von 2 zu 2 m geteilt.

1. Erdaushebung.

Vor der Aushebung ist der Boden von dem etwa vorhandenen Strauchwerk oder Baumwuchs zu befreien, die Rasen- und Humusschichte abzunehmen und für eventuelle spätere Verwendung seitwärts in Figuren zu deponieren.

Je nach der Haltbarkeit des Bodens können die Aus- und Abgrabungen mit vertikalen oder geböschten Wänden (Böschungen) bewirkt werden (Fig. 1 und 2, T. 1). Wegen Einsturzgefahr sollen vertikale Erdwände nur bei sehr haltbarem Boden und nur bis 1·5 m Höhe freistehend bleiben, sonst sind solche Erdwände stets mit Bölzungen zu versehen (Fig. 3 und 4, T. 1), d. h. mit Pfosten zu belegen und mit Balken entsprechend abzuspreizen.

In haltbarem Boden kann man auf zirka 1·00 m Tiefe mit vertikalen Wänden abwärts graben; die Wände werden dann stellenweise mit Pfosten belegt und mit Balken gegeneinander (Fig. 3) oder gegen die Sohle (Fig. 4) verspreizt. Erst nach vollkommen verlässlicher Bölzung kann man tiefer graben, muß aber in entsprechenden Entfernungen neuerdings bözlen, damit jede Einsturzgefahr ausgeschlossen werde.

Bei minder haltbarem Boden wird man nur auf Pfostenbreite tiefer graben und dann sofort bözlen, so daß die ganze Erdwand allmählich mit einem horizontalen Pfostenbelag versehen wird.

Sowohl die horizontalen Bölzungsriegel als auch die geneigten Streben müssen mit starken Keilen gegen die Erdwände, bezw. Sohle festgekeilt werden.

Bei schmalen Gräben verwendet man statt der hölzernen Verspreizungsriegel oft eiserne Spreizen mit entgegengesetzten Schraubengewinden (Fig. 5, T. 1).

Bei un haltbarem Erdreiche (Sandboden) muß entweder mit Böschungen gearbeitet werden oder es können die vertikalen Erdwände nach Art der hölzernen Schachtbrunnen (siehe Brunnenarbeiten) mit vertikalen Verzugsbrettern bekleidet werden, welche gegen horizontale Balken abgekeilt und je nach Bedarf einzeln nachgetrieben werden (Fig. 6, T. 1).

Für die Ableitung des Regen- oder Grundwassers muß stets Vorsorge getroffen werden, indem man der Sohle eine entsprechende Neigung gibt, das Wasser entweder durch Gräben direkt ableitet, auspumpt oder an geeigneten Orten Sickergruben anlegt, welche bis zur wasserdurchlässigen Schichte hinabreichen sollen.

Wird die bei der Aushebung gewonnene Erde zu Anschüttungen verwendet, so ist auf die den verschiedenen Bodenklassen eigentümliche und stets zu ermittelnde Erdvermehrung Rücksicht zu nehmen.

2. Erdförderung.

Nach der Förderweite und Fördermasse richtet sich das Förderungsmittel.

a) Das Überwerfen und Überschaufeln.

Dies wird angewendet, wenn das Material nur auf geringe Distanz oder Höhe zu fördern ist. Bei größeren Distanzen, bezw. Höhen, welche ein zwei- oder mehrfaches Überschaufeln nötig machen, wird diese Erdförderung nur bei Mangel an Raum zur Anlage von Rampen oder bei Mangel von Transportgefäßen angewendet.

b) Förderung mit Traggefäßen.

Über Stiegen, steile Böschungen oder auch bei Mangel an Fahrmitteln kann die Förderung mit Körben, leichten Eimern oder Säcken durch einen Mann oder mit Erdtragen durch zwei Mann bewirkt werden, wenn die Distanz nicht zu groß ist.

Je nach den lokalen Verhältnissen sind dabei verschiedene Arbeitsmethoden gebräuchlich, und zwar:

Der Kreislauf. Die Arbeiter tragen die gefüllten Transportgefäße von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz, entleeren sie dort und kehren mit den leeren Gefäßen wieder zurück. Damit keine Unterbrechung eintritt, muß stets ein Vorrat gefüllter Gefäße vorhanden sein.

Bei größeren Distanzen können auf halbem Wege die gefüllten Gefäße gegen die von einer zweiten Arbeitspartie zurückgebrachten entleerten Gefäße eingetauscht werden.

Die Kette. Die Arbeiter werden von der Erzeugungsstelle bis zum Abladeplatz auf entsprechende Distanz in zwei Reihen aufgestellt. Die Leute reichen sich von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz die vollen und zurück die leeren Gefäße.

Die Förderung aus der Tiefe kann mit ein oder zwei solchen Ketten und für größere Tiefen mit der Rolle, besser aber mit der Haspel bewirkt werden (siehe Brunnenarbeit).

c) Verführung mit Schiebtruhen.

Diese Förderungsart ist auf kürzere, nicht über 150 *m* lange Entfernungen und auch dann ökonomisch, wenn die Steigungsverhältnisse selbst auf weitere Distanzen die Anwendung von größeren Transportgefäßen unmöglich machen.

Für das Ausgraben und Aufladen soll eine eigene Arbeitspartie angestellt werden, welche nach entsprechenden Zeitintervallen mit der Schiebtruhenpartie abwechselt.

Im allgemeinen ist der Kreislauf üblich, doch ist auf größere Distanzen, besonders über Steigungen, die Verführung mit Stationswechsel auf je 50 bis 80 Schritt vorteilhaft.

Die Fahrbahn soll bei weichem und nassem Boden mit Gerüstpfosten belegt werden.

Rampen oder ansteigende Gerüstungen (Laufbrücken) sollen womöglich nicht steiler als 1 : 10 und für zwei Fahrreihen 2·50 *m* breit sein.

Die Laufbrücken müssen bei nasser Witterung und schlüpfrigem (tonigem) Materiale mit Querlatten auf Schrittweite versehen und mit Sand bestreut werden. Für die Räder sind selbstverständlich die Bahnen frei zu lassen.

d) Verführung mit zweirädrigen Karren.

Für den Transport größerer Erdmassen und bei Distanzen über 80 *m* ist die Förderung mit zweirädrigen Karren empfehlenswert. Auf ebenem oder fallendem Terrain können hiezu kleinere Handkarren von 0·15 bis 0·25 *m*³ Fassungsraum dienen, welche von 2 bis 4 Mann gezogen werden. Für größere Erdmassen und auf Steigungen sind Wipp- oder Sturzkarren — Kabs genannt — mit 0·50 bis 0·60 *m*³ Fassungsraum ökonomisch, welche von einem Pferde gezogen werden. Je vier, manchmal auch zwei Kabs (ein Zug genannt) werden von einem Mann geführt.

e) Verführen mit zweispännigen Wagen.

Diese Förderung kann erst bei Distanzen von über 300 *m* als ökonomisch bezeichnet werden, wenn die Steigung nicht zu groß ist und auf Straßen gefahren werden kann. Die Wagentruhen (Fig. 5, T. IX) haben einen Fassungsraum von zirka 1·00 *m*³. Jeder Wagen wird von einem Fuhrmanne geführt.

Bei Distanzen von 300—800 *m* ist es vorteilhaft, wenn für jedes Gespann zwei Wägen vorhanden sind, so daß das Aufladen nicht unterbrochen werden braucht und am Ladeplatz bloß umgespannt wird.

f) Verführung auf Rollbahnen.

Für größere Erdbewegungen, namentlich auf unebenem oder straßenlosem Terrain wird die Anlage von Schienensträngen (oft mit Überbrückungen) und der Transport mit Rollwägen (zum Umkippen eingerichtet) in den meisten Fällen sich als sehr praktisch erweisen. Je nach den Verhältnissen kann dabei der Betrieb mit Menschen, Zugtieren oder Maschinen bewirkt werden.

3. Erdanschüttung.

Die Grundlage jeder Anschüttung soll so beschaffen sein, daß letztere vollkommen sicher darauf ruhen und sich mit dem gewachsenen Boden verbinden kann. Hiezu ist die Bodenfläche entsprechend rau und von allen vegetabilischen Stoffen, welche einer Veränderung (Verwesung) unterworfen sind, frei zu machen. Demgemäß muß das Ausroden der Bäume und Sträucher samt Wurzeln, das Abheben der Rasendecke, das Ausfüllen tiefer Gruben oder Löcher und das Ebenen der Bodenfläche vorgenommen werden, damit dieselbe ein möglichst horizontales Lager bilde.

Nur bei sehr hohen Anschüttungen und festem Boden kann die Zurichtung des Grundes entfallen. Felsiger Boden ist insbesondere aufzurauen und sind in demselben, wenn er sehr geneigt ist, auch Stufen herzustellen. Schnee ist zu entfernen. Ist das Erdreich an der Oberfläche locker, schlammig und verschiebbar, also rutschig, so muß dieses ebenfalls entfernt werden. Sehr morastiger Grund ist durch Anlage von Entwässerungsgräben (Drainagen) zu entwässern, der etwa vorhandene Schlamm ist bis auf den festen Boden zu entfernen oder, wenn dies untunlich ist, durch in Wasser unlösliche Materialien wie: Steine, Schutt oder Senkfaschinen (in Lagen gekreuzt) so zu verdichten, daß der Boden eine genügend sichere Unterlage für die Anschüttung bilden kann.

Auf Abhängen erfordert die Ausführung von Anschüttungen ganz besondere Vorsicht, um Abrutschungen zu verhindern.

Die einfachsten Vorkehrungen zur Sicherung solcher Erdanschüttungen sind: bei mäßig geneigtem Boden die *Abtreppe* und bei stärker geneigtem die *Verzahnung* (Fig. 7a und b, T. 1). Bei ersterer erhalten die Treppen ein geringes Gefälle nach abwärts. Bei der Verzahnung erhält jede Stufe ein entsprechendes Längengefälle, welches — je nach der Feuchtigkeit des Bodens — durch mehr oder weniger zahlreiche Querleitungen (Querschlitze) unterbrochen wird. Die Querschlitze leiten das etwa vorhandene oder sich ansammelnde Wasser nach auswärts ab. Der Fuß der Böschung kann durch eine entsprechende Vorlage (Mauer usw.) gesichert werden.

Kommen bei Erdarbeiten auf geneigtem Terrain wasserführende Schichten vor, welche durchschnitten werden müssen, so sind noch vor Beginn der Abgrabung Sickergruben oder Saugröhren in entsprechender Entfernung vom Einschnittsrande anzulegen und die Wässer dahin abzuleiten, um durch diese Trockenlegung des Grundes Abrutschungen zu vermeiden. Die Herstellung dieser Entwässerungsanlagen geschieht nötigenfalls bergmännisch, d. h. durch Vortreiben von Stollen vom Tag aus oder aus Schächten, welche sodann mit Steinen angefüllt werden und so dem Wasser einen unschädlichen Weg vorschreiben.

Vor Beginn jeder Erdarbeit müssen grundsätzlich alle jene Momente genau erwogen werden, welche geeignet sind, eine schädliche Bewegung der Erdmassen zu veranlassen. Die geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung solcher Bewegungen dürfen unter keinen Umständen versäumt werden.

Jede Anschüttung wird je nach der Gattung der Erde und nach der Art der erfolgten Komprimierung derselben eine mehr oder minder starke Senkung (Setzung) erfahren.

Um diese Setzungen möglichst zu reduzieren, soll die Anschüttung lagenweise, in horizontalen, zirka 25 cm hohen Schichten erfolgen, jede Schichte etwas ausgeglichen und mit Erdstößeln festgestampft werden (*Lagenschüttung*).

Bei Anschüttungen, bei denen eine größere Setzung unschädlich ist, zum Beispiel bei langen Dämmen im Freien, kann die *Kopfschüttung* eintreten, d. h. es wird die Erde u. dgl. in höheren Lagen (1.00—2.00 m), selbst auf die ganze Höhe der Anschüttung, von einem Ende gegen das andere nach und nach fortschreitend, über den jeweiligen Kopf angeschüttet, wobei eine Verdichtung der Anschüttung bloß durch den Verkehr der Transportmittel (Schiebtruhen, Kabs usw.) über die bereits angeschütteten Teile erfolgt. Diese Art der Anschüttung ist besonders dann vorteilhaft, wenn das Beschüttungsmaterial in höheren Lagen gewonnen wird, z. B. wenn das Niveau der Anschüttung mit der Sohle der Abgrabung in gleicher Höhe liegt.

Die Setzungen der Anschüttungen werden um so größer sein, je größer die Volumvermehrung des Erdreiches bei der Auflockerung oder Gewinnung war. Auf die Setzungen muß man bei Anschüttungen Rücksicht nehmen, indem man die Höhe derselben bei denjenigen, die nicht gestampft werden, um $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$, wenn sie

in dünnen Lagen aufgeführt und sorgfältig gestampft werden, um $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{24}$ ihrer endgültigen Höhe vermehrt. Bei Dammschüttungen muß auch die Kronenbreite entsprechend vergrößert werden.

4. Ausstecken und Profilieren.

Jede Aushebung und Anschüttung ist vor Beginn derselben in den Begrenzungslinien mit Pföcken auszustecken, höhere Anschüttungen und tiefe Einschnitte sind außerdem mit Stangen und Latten zu profilieren. Als Basis für die Aussteckung dient eine hinreichend kotierte Aussteckungsskizze. Zuerst sind die Haupteinrichtungs- und Niveaupunkte auszustecken, an welche dann die Detailaussteckung und Profilierung anschließt.

Alle Profile sind nur senkrecht zur Böschungsebene zu schlagen, siehe Fig. 12, T. 1; es sind daher in den Verschneidungslinien der Böschungen keine Profile anzuordnen, weil bei der geringsten Verschiebung solcher Profile die genaue Böschung verloren geht.

Je nach der zu erwartenden Setzung des Anschüttungsmaterials sind auch die Profile um dieses Maß höher zu schlagen, damit nach erfolgter Setzung der Anschüttungskörper (Damm) die richtige Höhe besitze (Fig. 12 b, T. 1). Diese Setzung wird bei gestampfter Anschüttung erfahrungsgemäß bei Humuserde $\frac{1}{12}$ und bei sandigem oder schotterigem Boden $\frac{1}{24}$ der ganzen Höhe betragen.

Der Vorgang beim Profilieren ist folgender: Anknüpfend an die Hauptpunkte, werden an den Enden oder Brechungspunkten Vollprofile, d. h. über die ganze Anschüttung reichende Profile geschlagen; zwischen diesen Vollprofilen können die erforderlichen Zwischenprofile entweder auch als Vollprofile oder, wie bei höheren Anschüttungen, bloß als Halbprofile (Fußprofile), Fig. 10, T. 1, durch Einvisieren errichtet werden.

Bei sehr hohen Anschüttungen werden zu Beginn der Anschüttung nur die Fußprofile geschlagen (Fig. 12, T. 1) und diese mit dem Wachsen der Anschüttung nach und nach verlängert, bzw. erhöht.

Für die Anschüttung von Straßen-, Bahndämmen u. dgl. ist es üblich, außer den bei jeder Brechung notwendigen Hauptprofilen, Zwischenprofile auf je 20 m Distanz anzuordnen. Fig. 9—12 zeigen einige Profile für Einschnitte und Anschüttungen.

Ausstecken von Gebäuden (Fig. 8, T. 1).

Soll die Erdaushebung für die Keller oder Fundamente eines Gebäudes ausgesteckt werden, so sind zuerst in der Baulinie die beiden Eckpunkte des Gebäudes durch Pföcke mit Punktnägeln genau zu bezeichnen; diese Eckpunkte liegen in der über dem Sockel befindlichen Verputzebene (Mauerflucht).

Hierauf werden an der Hand des angefertigten Aussteckplanes in den Ecken die betreffenden Winkel aufgetragen und die rückwärtigen oder sonstigen Eckpunkte des Umfanges durch Messen genau bestimmt. Durch im Aussteckplane angegebene Sehnen- und Diagonalmessungen ist die Richtigkeit der ersten Aussteckung mehrmals zu prüfen, bis der erforderliche Grad der Genauigkeit erreicht ist. In angemessener Entfernung (1.00—1.50 m) von dem so ausgesteckten Umfange des Gebäudes wird das sogenannte Schnurgerüst geschlagen, und zwar zumeist nur bei den Ecken, eventuell noch für die Bezeichnung der Risalitmauern, selten längs des ganzen Umfanges.

Das Schlagen des Schnurgerüsts.

Außerhalb der Ecken des Gebäudegrundrisses werden 8—15 cm starke Pföcke oder Pfähle parallel zur Mauerflucht so eingeschlagen oder eingegraben, daß sie zirka 0.50—1.50 m über den Boden herausragen. In einer angenommenen, überall gleichen Höhe werden nun gesäumte Bretter horizontal angenagelt (Fig. 8 a, T. 1).

Bei stark abfallendem Terrain können die Schnurgerüste gruppenweise auch in verschiedenen Höhen angebracht werden, um sie nicht zu hoch über dem Bauhorizonte anlegen zu müssen.

Mit Hilfe von Trassierschnüren und dem Senkel werden nun die früher bestimmten Umfangsrichtungen auf die Bretter der Schnurgerüste übertragen und die Mauerdicken mit haltbaren Strichen oder Sägeschnitten aufgerissen (Fundament-, Sockel-, ebenerdiges Mauerwerk).

Man kann also jede Mauerstärke mittels zweier Schnüre in richtiger Lage markieren und mit Hilfe des Lotes auf die Fundamente herabsenkeln.

Vor Beginn der Aushebung werden die Begrenzungslinien derselben mit Pfosten belegt (Fig. 8 b, T. 1), welche im Terrain mit Pföcken befestigt, eventuell auch nur mit aufgelegten Steinen beschwert werden. Dadurch wird nicht nur die Aushebungsfigur am Terrain bezeichnet, sondern es sind auch die Kanten der Aushebung gegen Abtreten u. dgl. geschützt.

Sind so die Fundamentgruben bezeichnet, werden die Schnüre an den Schnurgerüsten entfernt und die Aushebung kann beginnen. Die Schnurgerüste bleiben aber so lange stehen, bis die Mauerflucht durch einige in den Ecken verlegte Ziegelscharen fixiert ist.

5. Erdbekleidungen.

Die Böschungen der Anschüttungen und Einschnitte müssen durch eine entsprechende Verkleidung vor der zerstörenden Wirkung der Witterungseinflüsse geschützt werden. Die gebräuchlichen Erdbekleidungen bezwecken zumeist, einen raschen Graswuchs auf der Böschungsebene zu erzielen. Hierzu dient das Plackwerk und die Rasenziegelbekleidung.

Das Plackwerk wird gleichzeitig mit der Anschüttung ausgeführt, indem man an der Böschungsebene das Anschüttungsmaterial lagenweise sorgfältig feststampft und in jeder Lage nach dem Feststampfen eine Reihe Queckenwurzeln einlegt (wildes Plackwerk).

Bei schottrigem oder lehmigem Material muß für das Plackwerk Humus verwendet werden. In diesem Falle wird auch das Plackwerk regelmäßiger, d. h. in dünneren Lagen und mit sorgfältiger Abskarpierung der Böschungsebene ausgeführt (regelmäßiges Plackwerk). Hierzu sind in den Profillatten auf je 10 cm Höhe Kerben eingeschnitten (Fig. 13 a, T. 1), an welche für die Ausführung jeder einzelnen Lage eine Schnur gespannt wird, welche als Richtungslinie für die genaue Abskarpierung der Böschungsebene dient.

Bei trockenem Erdmaterial soll jede Lage Queckenwurzeln gleich nach dem Legen ordentlich begossen werden. Flache Böschungen können außerdem noch mit Grassamen besät werden, wozu aber die Böschungsebene mit dem Rechen etwas aufzurauen ist.

Die Bekleidung mit Rasenziegeln wird bei flachen Böschungen mit Deckrasen (Fig. 13 b, T. 1) und bei steilen Böschungen mit Kopfrasen (Fig. 13 c und d, T. 1) hergestellt. Die Rasenziegel werden 20×30 cm groß geschnitten oder mit der Schaufel gestochen.

Bei Deckrasenbekleidung werden die Ziegel mit der Grasfläche nach oben reihenweise und nach der Schnur in Verband gelegt und an der Oberfläche mit dem hölzernen Schlägel flach geklopft. In besonderen Fällen (steilen Böschungen) kann jeder Ziegel außerdem mit zwei kleinen Pföcken angeheftet werden. Die Bekleidung mit Deckrasen soll erst dann durchgeführt werden, bis der vollständig aufgeschüttete Erdkörper auch die unvermeidlichen Setzungen durchgemacht wird.

Die Kopfrasenbekleidung wird zumeist gleichzeitig mit dem Aufschütten der Böschung hergestellt. Die Ziegel werden lagenweise mit der Grasfläche nach unten (Fig. 13 e, T. 1) in Verband gelegt, jeder Ziegel flachgeklopft

und eventuell mit zwei Haftpflocken befestigt. Auf diese Weise werden die einzelnen Scharen nach der Schnur übereinander aufgebaut. Die oberste Schar schließt, mit der Grasfläche nach oben gerichtet, die Böschung ab. Schließlich wird die Böschungsebene mit der Skarpierschaufel eben abgestochen (skarpirt). Ist die Erde trocken, so muß jede einzelne Schar nach deren Ausführung begossen werden.

B. Steinbrecherarbeiten.

Den felsigen Boden teilen wir in drei Klassen, und zwar: Lockere Felsen, welcher so arg zerklüftet ist, daß man ihn mit der Brechstange loslösen kann; mittleren Felsen, welcher nur teilweise zerklüftet ist, so daß zu dessen Lostrennung auch Sprengmittel verwendet werden müssen; festen Felsen, welcher zuerst mit Sprengmitteln zerklüftet und dann mit Stangen gebrochen werden muß.

Wo das Sprengen nicht zulässig ist, z. B. in der Nähe von Gebäuden, kann das Ausbrechen bei mittleren und festen Felsen auch mit Meißeln und Keilen bewirkt werden. Das Abtrennen von größeren Werkstücken geschieht mit eisernen Keilen, siehe Steinmetzarbeiten.

1. Steinbrechen.

Zum Steinbrechen dienen eiserne, 1·00—2·00 *m* lange Brechstangen, Steinkrampen und eiserne Keile. Unter Ausnützung der vorhandenen Klüfte, Lassen usw. werden die lockeren oder durch vorherige Sprengung zerklüfteten Felsstücke entweder mit der Krampe oder Brechstange abgebrochen oder mit Keilen abgekeilt und sodann abgeräumt.

2. Steinsprengen.

Beim Steinsprengen werden in den abzutrennenden Felsen zuerst Löcher gebohrt, diese mit einem Sprengmittel (Pulver, Dynamit, Ekrasit u. dgl.) teilweise gefüllt (geladen), sodann verdämmt, das heißt mit Sand, Steinpulver oder Wasser vollgefüllt und schließlich wird das Sprengmittel entzündet.

Zum Bohren bedient man sich zumeist des Meißelbohrers (Fig. 8, T. 19), welcher entweder als Schlagbohrer mit 0·50—1·00 *m* Länge oder als Stoßbohrer mit 2—3 *m* Länge gebraucht wird; Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 9 und 10, T. 19) sind seltener in Verwendung.

Der Ansatz für den Beginn der Bohrarbeit wird zuerst mit dem Spitzzeisen entsprechend hergerichtet (zugebürstet), worauf das Bohren mit einem kurzen Schlagbohrer begonnen, mit einem längeren Schlagbohrer fortgesetzt und bei tiefen Bohrlöchern erst mit dem Stoßbohrer vollendet wird.

Der Schlagbohrer wird gewöhnlich von einem Arbeiter geführt und von einem oder zwei Mann mit eisernen Schlägeln getrieben; bei Bohrlöchern von geringer Tiefe kann ein Mann mit der linken Hand den Bohrer, mit der rechten Hand die Schläge führen (einmännisches Bohren).

Nach jedem Schlag muß der Bohrer entsprechend gedreht werden, damit das Bohrloch kreisrund werde und der Bohrer sich im Bohrloche nicht einzwänge. Der Stoßbohrer wird von zwei Mann gehandhabt, indem diese den Bohrer unter fortwährender, entsprechender Drehung im Bohrloche heben und wieder hinein stoßen. Anfänglich wird das Bohrloch naß gehalten, wodurch die Leistung bedeutend erhöht und auch das Räumen des Bohrloches erleichtert wird. Erst zum Schlusse wird trocken gebohrt, damit das Bohrloch austrockne und die Ladung nicht verderbe, falls diese vor Nässe geschützt werden muß (Pulver). Die Entfernung des Bohrschlammes oder Bohrpulvers geschieht mit dem Raumkratzer und dem Raumlöffel (Fig. 11, T. 19). Mit dem schraubenförmigen Raumkratzer wird der dicke Schlamm zuerst aufgelockert und dann mit dem Raumlöffel aus dem Bohrloche gehoben.

Die Anlage des Bohrloches, d. h. dessen Richtung und Tiefe, hat einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung der Bohrmine. Fig. 14, T. 1, bringt verschiedene Bohrlochanlagen zur Darstellung. Bei vertikalen Anbruchflächen soll das Bohrloch möglichst parallel zur Wandfläche angeordnet sein (Fig. 14 *a*), in welchem Falle die gestreckte Ladung ebenfalls parallel zur Wandfläche läuft und der Widerstand des abzusprengenden Wandteiles in jedem Teile der Ladung der gleiche ist. Es wird also die Kraft des Sprengmittels in jedem Teile des Bohrloches voll ausgenützt, daher auch die Wirkung der Mine die beste sein.

Wo die Verhältnisse eine derart günstige Anlage der Bohrmine nicht ermöglichen, wie z. B. bei Fig. 14 *b* und *c*, muß das Bohrloch unter einem spitzen Winkel zur Anbruchwand angelegt werden, welcher je nach der Festigkeit des Steines zwischen 30 und 45° betragen kann; auf ähnliche Art erfolgt auch die Anlage der Bohrlöcher bei horizontalen Anbruchflächen (Fig. 14 *e*).

Die Weite und Tiefe sowie die senkrechte Richtung des Bohrloches zur Anbruchwand — letztere Vorgabe genannt — müssen in einem gewissen Verhältnis zueinander und zur Größe der Ladung stehen.

Bei einer Bohrlochweite von 40 mm für Pulver, 35 mm für Ekrasit und 25 mm für Dynamit kann je nach der Festigkeit des Gesteines die Höhe der Ladung bei Pulver höchstens $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ und bei den anderen, stärkeren Sprengmitteln $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{3}$ der ganzen Bohrlochtiefe betragen. Die Vorgabe soll bei Pulverminen das $1\frac{1}{2}$ —2fache der Ladungshöhe (je nach der Festigkeit des Steines) betragen; daraus ergibt sich dann auch die Tiefe des Bohrloches. Bei zu großer Bohrlochtiefe wird häufig, wie in Fig. 14 *d* dargestellt, eine sogenannte Pfeife im unteren Teile des Bohrloches stehen bleiben.

Handelt es sich um Gewinnung von möglichst großen Steinen, so wird man stärker wirkende Sprengmittel vermeiden und die angegebene Ladungshöhe noch vermindern. Das Gestein wird in diesem Falle bloß zerklüftet und muß dann noch abgebrochen werden, während bei starken Ladungen oder stärkeren Sprengmitteln das Gestein stark zerrissen und zum größten Teile von der Mine herausgeschleudert wird, somit nur wenig Abraum erübrigt.

Die Ladung der Bohrlöcher darf nur in festes (nicht lassiges) Gestein eingebracht werden, damit die Mine bei den Lassen nicht ausblase; die Bohrlöcher müssen also bei lassigem Gestein möglichst senkrecht zu den Lassen stehen; auf keinen Fall dürfen sie in vorhandenen Zerklüftungen oder parallel zu diesen angelegt werden.

Das Zünden der Bohrminen erfolgt häufig mit der englischen Zündschnur, wovon 1 m 100 Sekunden brennt, so daß man bei entsprechender Zündschnurlänge noch Zeit gewinnt, einen geschützten Ort aufzusuchen. Bei größerem Betriebe empfiehlt sich die elektrische Zündung oder jene mit detonierender Zündschnur. Andere Zündungen werden seltener gebraucht.

Mit der Zündschnur ist eine Sprengkapsel entsprechend zu verbinden und in die Ladung einzuführen.

Das Sprengmittel selbst wird lagenweise (Ekrasit und Dynamit in Papierpatronen) in das Bohrloch eingebracht und mit einem hölzernen Ladstock mäßig festgedrückt, damit es das Bohrloch vollkommen ausfülle, dabei ist aber — besonders bei Dynamit, welches schon bei + 8° C gefriert und dann durch stärkeren Druck leicht entzündbar ist — besondere Vorsicht geboten. Gefrorene Dynamitpatronen sollen daher vor der Einführung in das Bohrloch etwas erwärmt werden, indem man sie einfach einige Minuten in der Tasche behält oder bei größerem Bedarf in eigenen Wärmeapparaten auftaut.

Die oberste Patrone wird unmittelbar vor dem Laden mit der Sprengkapsel verbunden (adjustiert) und mit einem aufgesetzten Pfropf aus Werg, Moos, Papier oder Letten mit dem hölzernen Ladstock vorsichtig in das Bohrloch geschoben. Der übrige Teil des Bohrloches wird entweder mit Lehm, Letten oder Erde lagen-

weise ausgefüllt und mit dem Ladstock festgestampft (fester Besatz) oder mit Sand vollgefüllt (loser Besatz). Beim festen Besatz wird die erste Schichte nur mäßig gedrückt, die übrigen Lagen aber immer stärker festgestampft. Bei Anwendung von Sprengkapseln ist dabei Vorsicht geboten, weil diese durch Schlag sich leicht entzünden.

Der feste Besatz wird meistens nur bei Pulverminen angewendet, während der lose Besatz für brisante Sprengmittel mit Rücksicht auf deren leichte Entzündbarkeit durch den Schlag empfehlenswerter erscheint.

In manchen Fällen kann bei Dynamit- oder Ekrasitladung der Wasserbesatz vorteilhaft werden, dabei muß die Zündleitung mit der Sprengkapsel wasserdicht verbunden werden. Das Dynamit bedarf keines besonderen, wasserdichten Verschlusses, indem selbst feuchtes Dynamit explodiert, nur darf es nicht so lange unter Wasser bleiben, bis die Abscheidung des Nitroglyzeringehaltes erfolgt. Beim Wasserbesatz wird nach eingebrachter Ladung und Zündleitung der übrige Teil des Bohrloches einfach mit Wasser vollgefüllt.

Das Zünden der Bohrminen erfolgt zumeist während der üblichen Arbeitspausen, unmittelbar nach dem Laden. In der Regel werden alle Bohrlöcher gleichzeitig oder nur in geringen Zwischenpausen gezündet. Das gleichzeitige Zünden erfolgt durch elektrische Zündung von einem außerhalb der Streuungsgrenze gelegenen oder gedeckten Orte mit einer frei liegenden Drahtleitung oder durch die detonierende Zündschnur, wobei die von sämtlichen Bohrlöchern ausgehenden Schnüre an einer Stelle (Herd) vereinigt und dort mit einer entsprechend langen englischen Zündschnur verbunden werden. Gewöhnlich erhält jedoch jede Bohrmine eine entsprechend lange englische Zündschnur und wird dann das Zünden jeder einzelnen Mine von einem oder von zwei Mann rasch nacheinander vorgenommen.

Sollte eine Bohrmine versagen, so kann sie neuerdings gezündet werden, mißlingt aber auch dieser Versuch, so werden Pulverminen durch Eingießen von Wasser ersäuft, Ekrasit- und Dynamitminen durch daneben angelegte Bohrminen zur Explosion gebracht.

Nach erfolgter Sprengung werden die losgetrennten Steine mit Brechstangen, Steinkrampen und Keilen abgebrochen, wobei sämtliche beim Anschlag hohl klingenden Steine abgebrochen werden müssen, bevor neue Bohrlöcher dort angelegt werden.

II. Zimmermannsarbeiten.

(Tafel 2—5.)

Die Zimmermannsarbeiten umfassen im allgemeinen alle Holzarbeiten gröberer Natur, bei denen die Verbindungen der einzelnen Konstruktionsteile in der Regel mit Eisen (Klammern, Nägel, Schraubenbolzen u. dgl.) verstärkt werden, während bei den Tischlerarbeiten die Verbindungen meistens verleimt werden.

Das Holz kommt entweder in unbearbeitetem Zustande als Rundholz oder in behauenen als Kantholz oder als Schnittholz in Gestalt von Balken, Pfosten, Brettern, Latten u. dgl. zur Verwendung.

Der Zimmermann besorgt sowohl die Zurichtung des Bauholzes als auch dessen Verbindung zu Konstruktionen, welche bei möglichster Materialersparnis die größte Stabilität und Tragfähigkeit besitzen sollen.

Die Arbeiten des Zimmermannes umfassen demnach:

Das Zurichten des Holzes, um demselben die verlangte zweckmäßige Form zu geben; das Abbinden, d. h. das gehörige Zuschneiden, Verbinden und teilweise Zusammenstellen der Teile eines Zimmerwerkes und das Aufstellen oder Aufschlagen, d. h. das Zusammenstellen des abgeordneten Zimmerwerkes.

A. Zurichten des Bauholzes.

(Tafel 2.)

Zum Behauen oder Beschlagen des Rundholzes wird der entrindete Stamm möglichst wagrecht auf zwei Zimmerböcke gelegt und an den Enden festgeklammert (Fig. 1, T. 2); durch den Mittelpunkt des Stammes wird sodann an den beiden, senkrecht abgeschnittenen Enden eine Lotrechte mit dem Senkel und eine Wagrechte mit dem Winkeleisen vorgezeichnet. Diese Hilfslinien ermöglichen das *Vorreissen* eines quadratischen oder rechteckigen Querschnittes (Fig. 2 a oder b, T. 2) für den Balken, dessen Seitenflächen in je einer Ebene liegen. Nach dem Vorreißen des Balkenquerschnittes erfolgt das Abschnüren des Balkens, hiezu wird der Stamm so gewendet, daß zwei Balkenseitenflächen lotrecht liegen; diese werden dann am Stammumfang mit einer in eine Wasserfarbe (Rötel) getauchten Schnur bezeichnet (abgeschnürt), indem man die Schnur längs der Linie *ab* und *cd* mäÙig spannt, in der Mitte etwas emporhebt und an den Baumstamm aufschnellen läÙt.

Nun werden an den vertikal liegenden Balkenseitenflächen mit der Bandhacke (Fig. 3, T. XI) auf zirka 60 cm Entfernung bis nahe zum Schnurschlag reichende Kerben eingehauen, die zwischen den Kerben haftenden Schwarten grob abgehackt und endlich die ganze Fläche bis zum Schnurschlag mit dem Breitbeil (Fig. 4, T. XI) rein abgebeilt. Das Behauen der beiden anderen Seitenflächen geschieht auf dieselbe Weise, nur muß der Balken umgekantet werden, damit die zu behauenden Flächen vertikal zu liegen kommen.

Ein nach vorstehendem behauener Balken wird „*vollkantig*“ behauen genannt.

Für untergeordnete Zwecke (Gerüstholz u. dgl.) wird das Rundholz zumeist nur auf zwei Seiten oder auch auf allen vier Seiten, jedoch ohne scharfe Kanten, „*waldkantig*“ behauen.

Das größte Tragvermögen für einen aus Rundholz herzurichtenden rechteckigen Balken erreicht man dann, wenn man das Verhältnis der Breite zur Höhe, $b : h = 5 : 7$ macht. Das gebräuchlichste Gevierte ist das mit dem Verhältnis $b : h = 3 : 4$. Die Konstruktion dieser Querschnitte im Kreise ist in den Fig. 2 a und 2 b, T. 2, dargestellt.

Das *Schneiden* des Holzes zu Balken, Pfosten usw. erfolgt entweder maschinell in Sägewerken oder durch Handarbeit, indem der Stamm auf manns hohe Gerüste festgeklammert und in der Richtung des Schnurschlages mit der Spaltsäge (Fig. 23, T. XI) von zwei Mann durchsägt wird. Hierbei steht ein Mann unter und ein Mann auf dem Gerüste. Beide ziehen die Säge längs der aufgeschnürten Linie in vertikaler Richtung so lange auf- und abwärts, bis der Schnitt durchgeführt ist.

Kurze Stämme, die nicht übermäßig dick und nicht besonders ästig sind, können mit der Band- oder Waldhacke und mit hölzernen Keilen *gespalten* werden, wenn eine genaue Einhaltung gewisser Querschnitte nicht unbedingt nötig ist.

Das *Abbinden* erfolgt zumeist am Zimmerplatze. Die zusammengehörigen Teile müssen dabei durch Einhacken oder Einbrennen von je gleichen Ziffern kenntlich gemacht werden, damit sie beim späteren *Aufstellen* oder *Aufschlagen* des abge bundenen Zimmerwerkes, das erst auf der Baustelle erfolgt, leicht gefunden werden und eine Verwechslung ausgeschlossen bleibt.

B. Holzverbindungen.

Jede künstliche Zurichtung der Hölzer zum Zwecke ihrer Verbindung untereinander heißt eine Holzverbindung. Die Art und Weise, wie die einzelnen Holzverbindungen auszuführen sind, richtet sich selbstverständlich nach der Lage der Hölzer in den Konstruktionsteilen und der hiedurch bedingten Inanspruchnahme, d. h. ob dieselben gedrückt, gezogen oder gebogen werden. Darnach kann man

vier Hauptgattungen von Verbindungen unterscheiden, und zwar: 1. **Verlängern** der Hölzer; 2. **Verbreitern** der Hölzer; 3. **Verstärken** der Hölzer, um ihr Tragvermögen zu erhöhen; 4. **Verknüpfen** der Hölzer, wenn diese in verschiedener Richtung zusammentreffen oder sich kreuzen.

Alle Holzverbindungen sollen in ihrer Ausführung möglichst einfach sein und müssen, um die geforderte Festigkeit zu besitzen, genau ineinander passen. Dies bedingt vor allem, daß das Holz gut ausgetrocknet sei. Die Verbindungen können außerdem noch durch Anwendung von eisernen Klammern, Bändern, Schienen, Platten, Schuhen, Nägeln, Schraubenbolzen und anderen Eisenbestandteilen verstärkt werden.

Man trachtet immer, die Dimensionen der Hölzer so zu wählen, daß sie an zwei gegenüberliegenden Seiten bündig, d. h. in einer Ebene liegen. Wo dies aus konstruktiven Gründen nicht angeht, wird eine Seite bündig gelegt und in dieser Bundseite auch die Bezeichnung der Hölzer bezüglich ihrer Zusammengehörigkeit vorgenommen.

Vor der Ausführung muß jede Holzverbindung mit dem rechten Winkel an dem Umfange der Hölzer genau vorgezeichnet werden, wozu die Stirnflächen der zu verbindenden Enden — ausgenommen schiefwinkelige Verbindungen — senkrecht zur Längsachse abgesägt werden.

1. Verlängern der Hölzer.

(Tafel 2.)

Dieses kann erfolgen: durch das Stoßen, Anblatten und Aufpfropfen.

a) **Durch das Stoßen** werden zumeist horizontal oder wenig geneigt liegende Balken verlängert, welche ihrer ganzen Länge nach oder wenigstens an der Verbindungsstelle unterstützt sind. Fig. 3, T. 2 zeigt den **geraden Stoß**, bei welchem die zu verlängernden Hölzer einfach mit den Hirnflächen aneinanderstoßen und oft, namentlich wenn sie einem Zuge ausgesetzt sind, mit eisernen Schienen oder Laschen nach Fig. 4 und 5 oder auch nur mit Klammern verstärkt werden. Wo es die Verhältnisse gestatten, kann der gerade Stoß auch mit Holz- zangen (Fig. 13) verstärkt werden.

Fig. 6 zeigt den **schiefen Stoß**, welcher ebenfalls, wie der gerade Stoß, mit Eisen verstärkt werden kann.

Werden die Hölzer auf Zug in Anspruch genommen, so kann man in Ermanglung von eisernen Schienen oder Laschen auch den geraden Stoß mit eingesetztem Hakenstück (Fig. 7) anwenden. Diese komplizierte Verbindung muß mindestens fünf Balkenhöhen lang gemacht werden, um möglichst große Abscherungsflächen zu erzielen. Die in der Figur angedeuteten Keile aus hartem Holze dienen zum Spannen der Verbindung.

b) **Das Anblatten**. Dieses ist eine solidere Verbindung von zu verlängernden Balken gleichen Geviertes als das Stoßen. Hierbei hat man zu unterscheiden:

Das **gerade Blatt** (Fig. 8), welches für ruhige Belastung, z. B. für Mauerbänke bei Dachstühlen, Schwellen u. dgl. geeignet ist. Um ein Verschieben der Hölzer zu verhindern, werden dieselben „**verbahrt**“, d. h. die Verbindung wird mit zwei, zirka $2\frac{1}{2}$ cm starken, hölzernen Nägeln verstärkt, welche am besten in der Diagonale (in $\frac{1}{3}$ Längenteilung derselben) angeordnet werden.

Das **schiefe Blatt** (Fig. 9) unterscheidet sich vom geraden nur durch den schiefen Schnitt. Der tragende Querschnitt der Balken ist hier in der Mitte der Verbindung gleich der halben Querschnittsfläche und nimmt gegen die Mitte der Balken zu, so daß an den Enden der Verbindung die Tragfähigkeit größer ist als beim geraden Blatt.

Das gerade Hakenblatt (Fig. 10) sichert die Holzverbindung gegen Längenverschiebung, die Balken erleiden aber eine bedeutende Schwächung; diese Verbindung wird auch verbohrt, und zwar in der Längsachsenrichtung.

Beim schiefen Hakenblatt (Fig. 11) soll ebenfalls durch die ineinandergreifenden Haken ein Auseinanderziehen der Balken in der Längsrichtung verhindert werden, nachdem aber die Abscherungsflächen xy und $x'y'$ sehr klein sind, so wird diese Verbindung nur eine geringere Beanspruchung auf Zug gestatten als die vorige; dafür ist hier der tragende Querschnitt der Balken an den Enden der Verbindung größer.

Beim schiefen Hakenblatt mit Keil (Fig. 12) soll außerdem durch die Keile die Verbindung entsprechend gespannt werden, was aber mit Rücksicht auf die ebenfalls geringen Abscherungsflächen xy mit Vorsicht geschehen muß. Für starken Zug ist eine Verbolzung der Verbindung unerlässlich.

c) Das Aufpfropfen wird bei vertikalen oder sehr wenig geneigten Hölzern (Piloten, Ständern usw.) angewendet. Die Art und Weise, wie die Hölzer verlängert werden, richtet sich darnach, ob dieselben eingerammt, d. h. in den Boden eingetrieben werden sollen oder nicht. Pfähle, welche eingerammt werden, verbindet man mit einem geraden Stoß und einem in der Mitte eingebohrten, eisernen Dorn von etwa 300 mm Länge und 30 mm Dicke (Fig. 14); die Stoßfuge deckt ein aufgezogener Eisenring; derselbe verhindert das Aufbürsten der Stoßflächen beim Einrammen. Zur Sicherung gegen Zug können über den Stoß eiserne Klammern eingeschlagen werden.

Fig. 15 zeigt eine in Deutschland gebräuchliche Art, wobei der Stoß mit vier Klammern verbunden ist, welche wieder mit zwei aufgezogenen Reifen festgehalten werden.

Fig. 16 stellt eine in England gebräuchliche Art dar, bei welcher um die beiden Köpfe des Stoßes ein eiserner Zylinder greift, welcher in der Mitte einen Boden hat, der zwischen die Stoßflächen zu liegen kommt.

Die in Fig. 17 dargestellte, in Frankreich gebräuchliche Art, mit viertelkreisförmiger Überblattung ist nicht zu empfehlen, weil der durch die Verbindung geschwächte Pfahl beim Einrammen leicht zerbrechen kann. Für hohe Pfähle, welche mehr dem seitlichen Ausweichen widerstehen sollen und nicht mit bedeutender Kraft eingerammt werden müssen, wäre sie noch anwendbar.

Pfähle, welche nicht eingerammt werden, können mit der geraden Überblattung verbunden und mit Bolzen verschraubt, eventuell noch mit eisernen Reifen verstärkt werden (Fig. 18).

Die schlitzartige Aufpfropfung (Anblattung), Fig. 19, kann bei Kanthölzern Anwendung finden; das Holz wird dabei aber sehr geschwächt, daher das gerade Blatt den Vorzug verdient.

2. Verbreitern der Hölzer.

(Tafel 2.)

Die Verbindung der Balken, Bohlen, Pfosten und Bretter an den Stoßflächen ihrer Langseiten, eventuell zu ganzen Wänden kann durch das Fugen (bezw. Messern und Kalfatern), Spunden, Falzen und Federn geschehen.

a) Beim Fugen (Fig. 20) werden die Stoßfugen der Pfosten oder Bretter senkrecht zur Holzoberfläche eben und glatt gehobelt, die Bretter stumpf aneinander gestoßen, fest aneinander gepreßt und zumeist an Unterlagshölzer u. dgl. festgenagelt. Bei Blockwänden oder Dippeldecken (Fig. 28) werden die aneinander stoßenden Balken, bezw. Dippelbäume, an den Stoßflächen durch zirka 15 cm lange, 2·5 cm dicke, zumeist harte Holzdübel verbunden, welche auf 1·50—2·50 m Entfernung angeordnet und senkrecht zu den Stoßflächen eingebohrt werden. Bei Dippeldecken ist dies von großer Wichtigkeit, weil dadurch die einzelnen Träme zu einem

Ganzen verbunden erscheinen und eine ungleichmäßige Belastung sich auf einen größeren Teil der Decke verteilt.

Können die Dübel nicht senkrecht zu den Stoßflächen angeordnet werden, wie z. B. beim Auswechselln einzelner schadhafter Träme, so sind sogenannte Kreuzdübel (Fig. 28, rechte Seite) von oben einzubohren, welche den gleichen Zweck, wenn auch in geringerem Maße, erfüllen.

Beim Messern (Fig. 21) stehen die Stoßflächen nicht senkrecht, sondern schief zu den Holzflächen.

Kalfatern (Fig. 22) nennt man das wasserdichte Verschließen der Fugen, z. B. beim Schiffbau.

Die Säume der Stoßfugen werden an der Wasserseite schräge abgehobelt. In diese klaffenden Fugen werden mit dem Kalfatereisen entweder trockenes Baummoos oder zu einem leichten Stricke gedrehtes Werg oder sonst stark quellende Körper fest eingetrieben und darüber eine dünne Leiste von zähem Eichen- oder Birkenholz mit eisernen Klammern (Fröschen) befestigt. Statt Moos oder Werg kann man die Fugen auch mit weichem Holze (Weide, Linde oder Pappel) verschließen, welches in die Fuge, passend zugearbeitet, hineingepreßt und auch mit Fröschen befestigt wird; durch das Aufquellen des weichen Holzes im Wasser werden die Fugen dicht abgeschlossen. Bei beiden Arten werden die Fugen zur vollkommenen Dichtung mit einem siedenden Gemenge von gleichen Teilen Pech, Teer und Unschlitt oder mit einem Gemenge von 2—3 Teilen Steinkohlenteer und 1 Teile Baumharz bestrichen, darüber wird noch ein mit dieser Mischung getränkter Jute- oder Leinwandstreifen geklebt.

b) Spund en nennt man jene Verbindung, bei der die Hölzer an den Stoßflächen auf die ganze Länge mit einem Teile ihres Querschnittes ineinander greifen. Der eingreifende Teil heißt Feder und der ausgearbeitete heißt Nut oder Spund.

Die Quadratspundung (Fig. 25) ist nur bei stärkeren Hölzern gebräuchlich, während für schwächere Hölzer die Keilspundung (Fig. 23) oder die stumpfe Keilspundung (Fig. 24) vorteilhafter ist, wobei die Federn gleichseitige, bei Fig. 24 abgestumpfte Dreiecke bilden.

c) Das Falzen (Fig. 26) wird nur bei schwachen Hölzern (Brettern), wo eine Spundung nicht mehr ausführbar ist, und meist nur bei vertikaler Lage derselben gebraucht.

d) Das Federn (Fig. 27) unterscheidet sich von der Quadratspundung nur dadurch, daß an beiden Stoßflächen die Nut ausgearbeitet und in diese eine gut passende, zumeist harte Holzleiste (Feder) eingetrieben wird.

3. Verstärken der Hölzer.

Legt man zwei vierkantige Balken von gleichem Querschnitte, ohne jede Verbindung übereinander, so wird dieser doppelte Balken auch das doppelte Tragvermögen des einfachen Balkens besitzen. Verbindet man jedoch die übereinander gelegten Balken derartig fest miteinander zu einem Ganzen, daß kein Verschieben der Balken eintreten kann, so wird dadurch das Tragvermögen bedeutend vergrößert, weswegen man einen derart zusammengesetzten Balken einen verstärkten Balken nennt.

Nach den Lehren der Baumechanik wächst nämlich das Tragvermögen eines Balkens von bestimmter Breite im quadratischen Verhältnisse der Balkenhöhe. Darnach wird also z. B. die Tragfähigkeit eines aus drei Einzelbalken zusammengesetzten, verstärkten Balkens, dessen Höhe somit $3h$ ist, sich zur Tragfähigkeit eines einzelnen Balkens wie $(3h)^2 : h^2 = 9h^2 : h^2$ verhalten, also neunmal so groß als die Tragfähigkeit des Einzelbalkens sein, während drei lose übereinander gelegte Balken nur eine dreimal so große Tragfähigkeit als der einzelne Balken besitzen. In Wirklichkeit wird infolge Schwächung des Holzes bei Ausarbeitung der Ver-

bindungen die Tragfähigkeit eines verstärkten Balkens um zirka $\frac{1}{9}$ geringer sein als die berechnete Tragfähigkeit.

Man hat also durch das Verbinden der Balken ein Mittel, auch für größere Spannweiten, bezw. Belastungen Holzbalken als Träger verwenden zu können.

Diese Verstärkung der Balken kann erfolgen: a) Durch die Verzahnung, b) durch die Verdübelung, c) durch Einlegen von Klötzeln und d) durch Armierung mit Zuhilfenahme von Eisen.

a) Verzahnte Balken oder gesprengte Rosse.

(Fig. 29, T. 2.)

Die übereinander liegenden Hölzer greifen sägezahnartig ineinander und sind überdies durch Schraubenbolzen verbunden. Zwischen das Hirnholz der Zähne legt man manchmal Eisenplatten oder man treibt eichene Keile ein, um das gegenseitige Einpressen der Hirnholzflächen zu vermindern. Die Gesamthöhe eines verzahnten Balkens soll $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{12}$ der freien Länge nicht überschreiten. Die Länge der Zähne beträgt gewöhnlich das Doppelte und die Höhe derselben $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ der Trägerhöhe.

Verzahnte Balken werden zumeist auf folgende Art hergestellt: Die übereinander liegenden Balken werden zuerst auf $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{200}$ ihrer Länge durchgebogen (gesprengt), indem selbe entweder in der Mitte unterstüzt und an beiden Enden mit Winden oder Ketten hinabgedrückt werden oder indem man sie an beiden Enden auflagt und in der Mitte entsprechend belastet. Nun werden von der Mitte der Balken gegen beide Enden vertikale Teilstriche in gleichen, der doppelten Trägerhöhe entsprechenden Entfernungen vorgerissen, sodann werden die Zähne mit einer der Höhe und Länge derselben entsprechenden, linealartigen Schablone *S* vorgezeichnet, indem man diese mit einer Diagonalen an zwei Schnittpunkte der vertikalen Teilungslinien mit den Tramauflagerflächen anlegt und den Umfang der Schablone an den Trämen genau vorreißt. Die vorgerissenen Dreiecke werden sodann genau ausgearbeitet, die Balken in gebogener (gesprengter) Lage mit den Zähnen aufeinander gelegt und auf die 1—2fache Zahnlänge mit Schraubenbolzen entsprechend verbunden.

Der obere Balken kann auch aus zwei Teilen bestehen, in welchem Falle nur der untere Balken gesprengt und der obere in der Mitte gestoßen wird, wie es die Fig. 29 zeigt.

Ein Nachteil der verzahnten Balken ist der, daß man durch das Ausschneiden der Zähne an Höhe, daher auch an Tragfähigkeit verliert.

Wenn das Holz vollkommen gut ausgetrocknet ist, die Zähne sehr genau ineinander passend ausgearbeitet, eventuell mit Eisenplättchen an den Hirnholzflächen belegt sind, ferner die Schraubenbolzen genau in die Bohrlöcher passen und gut angezogen sind, so kann die Tragfähigkeit eines solchen verstärkten Balkens nur $\frac{1}{9}$ geringer als die eines vollen Balkens von gleichen Dimensionen, wie beide Balken zusammen, angenommen werden. Da aber dieser Voraussetzung in den seltensten Fällen entsprochen wird und auch das Schwinden des Holzes nachträgliche Lockerung verursacht, so ist diese sehr zeitraubende Verstärkung der Hölzer durch neuere, weniger komplizierte Konstruktionen nach und nach verdrängt worden.

b) Verdübelung.

Durch die Verdübelung wird einerseits die volle Balkenhöhe ausgenützt und andererseits die Unverschieblichkeit der miteinander verschraubten Balken auf sehr einfache Weise durch Eintreiben von verschieden geformten, harten Holzkeilen (Dübeln) in entsprechende Ausnehmungen der Träme erzielt.

Nachdem die Verschiebung zweier aufeinander liegender, belasteter Balken derart erfolgt, daß die Verschiebung gegen die Enden immer mehr zunimmt, in

der Mitte aber gleich Null ist, so sollte man dementsprechend die Dübeln gegen die Enden zu, immer näher aneinander rücken; in der Praxis aber genügt die Anordnung der Dübeln an den äußeren Balkenvierteln, während in der Mitte die Balken bloß verschraubt werden. Dadurch wird auch der Balken in der Mitte, also in dem am meisten beanspruchten Teile, in seiner vollen Stärke erhalten.

Es können 2—5 Balken durch Verdübelung miteinander verbunden werden und es empfiehlt sich auch hier, den einzelnen Balken eine Sprengung wie bei der Verzahnung zu geben.

Die Fig. 30, T. 2, zeigt die Verdübelung mit prismatischen Dübeln (Zahndübeln), wobei die $\frac{1}{5}$ Balkenhöhe dicken und eine Balkenhöhe langen Zähne in den äußeren Balkenvierteln in Abständen gleich den beiden Balkenhöhen so eingesetzt werden, daß sich Hirnholz gegen Hirnholz stemmt, nach welcher Richtung die Holzfasern die größte Druckfestigkeit besitzen.

In Fig. 31, T. 2, ist die Verdübelung mit Doppelkeilen (Keildübeln) dargestellt, bei welcher wieder in den äußeren Balkenvierteln in Abständen gleich den beiden Balkenhöhen in rechteckige, $\frac{1}{5} h$ hohe Ausnehmungen harte Doppelkeile eingetrieben werden, nachdem früher die beiden Balken locker verschraubt wurden. Nach dem Eintreiben der Keile werden erst die Schraubenmuttern fest angezogen.

Gegenwärtig ist die in Fig. 32, T. 2, dargestellte Verdübelung gebräuchlich, bei welcher die Balken mit Zwischenräumen von $\frac{1}{10} h$ übereinandergelegt und durch Schraubenbolzen verbunden werden.

Um dieselben fest anziehen zu können, werden bei den Schraubenbolzen zwischen die Balken Brettstücke eingelegt. Vor dem Eintreiben der Keile sollen sämtliche Verbindungsbolzen nur lose, nach dem Eintreiben der Doppelkeile aber möglichst stark angezogen werden. Für die harten Doppelkeile sind die Löcher $\frac{4}{5} h$ bis h breit und $\frac{3}{10} h$ hoch zu machen.

Diese Konstruktion bezweckt die Gewinnung größerer Balkenhöhen, also auch einer größeren Tragfähigkeit des verstärkten Balkens und die Möglichkeit eines raschen Austrocknens an den verdübelten Stellen, was bei Trägern, welche im Freien eingebaut werden, von großer Wichtigkeit für die Dauer des Holzes ist.

Ausgeführte Zerbrechungsversuche von verstärkten Trägern haben ergeben, daß die Vermehrung der Reibung zwischen den aufeinander gelegten Balken durch festeres Anziehen der Schraubenbolzen zur Verstärkung des Balkens nur wenig beiträgt, daher ist es besser, die Balken nach Fig. 32, T. 2, mit Zwischenräumen aufeinander zu legen.

c) Klötzeholzträger.

Durch Aufeinanderlegen mehrerer Balken mit größeren Zwischenräumen, in welche von Strecke zu Strecke kurze Balkenstücke — Klötzeln genannt — teilweise in die Balken versetzt, eingelegt und mit den Balken verschraubt werden, entstehen die sogenannten Klötzeholzträger (Fig. 33, T. 2). Die Klötzeln sind aus dem gleichen Material zu erzeugen wie die Balken und müssen genau in die Balkenausschnitte passen, sind daher etwas größer zu schneiden und genau abzuhobeln. Die einzuhaltenden Dimensionen sind aus der Figur ersichtlich.

Die Vorzüge der Klötzeholzträger gegenüber den verdübelten Balken bestehen darin, daß die Gesamthöhe der Träger größer ist, wodurch ein größeres Tragvermögen bei einfacherer Konstruktion erreicht wird und daß die durch die Schraubenbolzen unmittelbar festgehaltenen Klötzeln sich nicht so leicht lockern können wie die Dübel, welche bloß zwischen den Bolzen angeordnet sind.

d) Armierte Träger.

Durch die Anordnung von eisernen Zugstangen, etwa nach Fig. 34, T. 2, können Balken ein- oder auch mehrmals unterstützt werden, wodurch auch deren Tragvermögen bedeutend erhöht wird. Zum Anspannen der ganzen Konstruktion müssen die Zugstangen an den Enden mit starken Schraubengewinden versehen sein.

4. Verknüpfen der Hölzer.

(Tafel 3.)

Sind zwei oder mehrere Hölzer in sich kreuzender Lage zu verbinden, so nennt man die hiezu erforderliche Holzverbindung Verknüpfung.

Diese kann erfolgen, und zwar durch: a) Überblattung und Überschneidung, b) Verzapfung, c) Versatzung, d) Verkämmung, e) Aufklauung und f) Anschiftung.

a) Die Überblattung.

Bei dieser Verbindung werden gleich starke Balken je zur Hälfte des Balkenquerschnittes ausgeschnitten und mit den Einschnitten so übereinandergelegt, daß sie bündig, d. h. mit ihren oberen und unteren Flächen in eine Ebene zu liegen kommen. Ungleich starke Hölzer werden so überblattet, daß sie nur mit einer Balkenseite bündig liegen; dabei ist zu beachten, daß das tragende (untere) Holz niemals zu stark ausgeschnitten (geschwächt) werde. Fig. 1 zeigt die volle Überblattung, wenn beide Hölzer über die Verbindungsstelle hinausreichen; Fig. 2 eine solche, wenn das eine Holz bloß anstößt, also in der Verbindung endet und Fig. 3 eine Ecküberblattung, bei welcher beide Hölzer in der Verbindung enden. Die zwei letzteren Verbindungen müssen zur Verhinderung einer Seitenverschiebung verbohrt werden. Dürfen die zu verbindenden Hölzer nicht um den halben Querschnitt geschwächt werden, handelt es sich also bloß darum, dieselben gegen eine seitliche Verschiebung zu sichern, so wird in jedem Holze nur zirka 4 cm des Querschnittes herausgearbeitet; es entsteht so die teilweise Überblattung (Fig. 4), bei welcher die Hölzer selbstredend nicht bündig liegen können.

Darf ein Holz in seinem Querschnitt gar nicht geschwächt werden, so wendet man die Überschneidung (Fig. 5) an; bei dieser ist nur ein Balken ausgeschnitten und muß einer Verschiebung in der Richtung des ganzen Holzes auf andere Weise vorgebeugt werden, z. B. durch Anordnung eines Schraubenbolzens.

Die hakenförmige Ecküberblattung (Fig. 6) soll gegen ein seitliches Ausweichen der Hölzer sichern; die Abscherungsfläche des eingearbeiteten Hakens ist aber viel zu klein, um einen größeren Zug auszuhalten.

Die Überblattung nach Fig. 7 mit ganzem und nach Fig. 10 und 11 mit halbem Schwalbenschwanz sichert gegen das Herausziehen der Hölzer, wird aber meist dennoch verbohrt.

Die schräge Ecküberblattung nach Fig. 8 verhindert das Herausziehen der Hölzer nur nach einer Seite, muß daher verbohrt werden.

Bei dem in Fig. 9 dargestellten Tirolerschnitt ist das Herausziehen der Hölzer nach keiner Seite möglich, daher eine Verbohrung überflüssig.

b) Die Verzapfung.

Die Verzapfung wird meistens angewendet, wenn von den zu verknüpfenden Hölzern mindestens eines am Kreuzungspunkte endet. Das anstoßende Holz wird mit einem entsprechend zugearbeiteten Zapfen in ein korrespondierendes Zapfenloch des anderen Holzes gesteckt. Diese Verbindung ist mit Rücksicht auf den meistens kleinen Zapfenquerschnitt in dieser Richtung weniger fest und hat auch den Nachteil, daß sich bei im Freien verwendeten Hölzern in den unteren Zapfenlöchern Wasser ansammeln kann, welches zur raschen Fäulnis des Holzes Anlaß bietet. Gegen seitliche Verschiebung kann die Verzapfung durch Verbohrung, Verschraubung, am besten aber durch eiserne Bänder gesichert werden.

Fig. 12 zeigt den einfachen, geraden Zapfen; er ist $\frac{1}{3} b$ breit und $\frac{1}{3} h$ hoch.

Fig. 13 stellt den zurückgesetzten oder geächselten Zapfen dar, welcher bei Ecken gebraucht wird; derselbe ist so dimensioniert wie der gerade Zapfen; der fehlende Teil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche ein Quadrat.

Der Scherzapfen nach Fig. 14 wird häufig zur Verbindung der Dachsparren am First gebraucht. Der Ausschnitt beträgt $\frac{1}{3}$ der Holzbreite und heißt Gurgel, das hineinpassende Stück ist der Zapfen.

Der Kreuzzapfen (Fig. 15) leistet mehr Widerstand gegen Verschiebung und wird $\frac{1}{4} h$ hoch gemacht. Derselbe hat bei Anwendung im Freien den Vorteil, daß er keine Wassersäcke bildet; er wird daher häufig zur Verbindung von Ständern mit Schwellen angewendet.

Der schräge Zapfen (Fig. 16) wird bei Hölzern (Streben u. dgl.), die unter schiefen Winkeln zusammentreffen, gebraucht. Um das etwa eingedrungene Regenwasser aus dem Zapfenloche ableiten zu können, macht man das Zapfenloch nach einer Seite tiefer und bohrt ein Loch nach außen durch.

Fig. 17 zeigt den doppelten, geraden Zapfen, welcher nur bei sehr starken Hölzern verwendet wird.

Der Blattzapfen (Fig. 18) und der Seitenzapfen (Fig. 19) lassen eine gute Verbindung von Ständern mit Schwellen und Klappen zu. Sie werden im Hochbau selten, im Wasserbau öfter angewendet.

Der Jagdzapfen (Fig. 20). Dieser ist sonst gleich dem schrägen Zapfen und wird bei fertig aufgestellten Konstruktionen angewendet, wenn diese durch schräge angeordnete Hölzer (Büge) zu verspreizen sind. Der schräge Zapfen des unteren Endes, des Buges, wird in das entsprechende Zapfenloch gesteckt; der an dem oberen Ende zugearbeitete Zapfen muß nach der Sehne $a b$ eines Kreisbogens zugeschnitten sein, dessen Mittelpunkt in c , dem Endpunkte des anderen Zapfens liegt und dessen Radius gleich der Länge des Buges ist, damit letzterer durch entsprechende Schläge in das korrespondierende Zapfenloch getrieben (gejagt) werden kann. Eine gute Verbohrung ist für diese Verbindung unerlässlich.

Bei Wasserbauten, wenn es sich darum handelt, Kappen gegen den Auftrieb des Wassers zu sichern, wendet man den sogenannten Grundzapfen (Fig. 21) an; diese Verbindung besteht darin, daß man das Zapfenloch durch die Kappenhöhe reichen läßt, dasselbe nach oben erweitert und den Zapfen durch Eintreiben von Keilen spaltet, so daß derselbe das Zapfenloch ganz ausfüllt.

c) Die Versatzung.

Stößt ein Balken mit dem Hirnholze unter schiefem Winkel an die Langseite eines anderen, so können diese Hölzer, statt mit dem schrägen Zapfen, dessen geringer Querschnitt leicht abgeschert werden könnte, durch eine Versatzung verbunden werden, welche außerdem in ihrer Fortsetzung mit dem schrägen Zapfen oder auch mit Bolzen, eisernen Bändern u. dgl. verstärkt werden kann.

Die einfache Versatzung (Fig. 22) wird $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6} h$ tief gemacht und in der Winkelhalbierung abgeschlossen. Bei spitzen Winkeln muß diese Verbindung unbedingt mittels Klammern oder Schraubenbolzen verstärkt werden, um ein Herausspringen zu verhindern. Die Schraubenbolzen können senkrecht zur schiefen oder horizontalen Balkenrichtung angeordnet werden. Letztere Anordnung ist besser, da die Bolzen hierbei nicht zu sehr in Anspruch genommen und die Hölzer auch in die Verbindung hineingezogen werden.

Bei der einfachen Versatzung mit Zapfen (Fig. 23) ist die Tiefe der Einlassung $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ der Höhe des versetzten Balkens; der Zapfen wird so dimensioniert, wie dies früher angegeben wurde.

Bei starken Hölzern und kleinerem Neigungswinkel ist als solidere Verbindung die doppelte Versatzung mit oder ohne Zapfen zu empfehlen (Fig. 24). Bei der

doppelten Versatzung muß der innere Absatz tiefer liegen. Man macht gewöhnlich $\frac{1}{6} h$ die äußere und $\frac{1}{4} h$ die innere Versatzung, während der eventuelle Zapfen $\frac{1}{3} h$ tief ist und auf $\frac{1}{3} b$ Stärke gearbeitet wird. Das Verstärken der Verbindung mit Schraubenbolzen ist immer notwendig.

Die zurückgesetzte Versatzung mit oder ohne Zapfen nach Fig. 25 wird angewendet, wenn der tragende Balken keinen oder zu wenig Vorkopf besitzt. In der Praxis wird meist nur die rückwärtige Versatzung ausgeführt, die vordere aber weggelassen.

Die Überblattung mit Versatzung nach Fig. 27 ist eine einfache Verbindung, welche hauptsächlich bei einer Kreuzung unter spitzem Winkel gemacht wird. Die Versatzung kann hierbei doppelt oder einfach sein.

d) Die Verkämmung.

Diese Verbindung ist nicht bündig und hat lediglich den Zweck, die Verschiebung von sich kreuzenden Balken zu verhindern. Man macht daher in beiden Balken auf 3—5 cm Tiefe verschiedenartige, ineinander passende Ausschnitte (Kämme). Bei dieser Anordnung können die Balken sich wieder vollkommen kreuzen oder es können ein oder auch beide Balken an der Kreuzungsstelle enden. Die am häufigsten vorkommenden Verkämmungen sind: der gewöhnliche Kamm (Fig. 28), der Kreuzkamm (Fig. 29) und der halbe oder ganze schwalbenschwanzförmige Kamm (Fig. 30), letzterer besonders dann anzuwenden, wenn das aufzukämmende Holz bei der Kreuzung endet. Außer diesen kann man den Kämmen noch verschiedene andere Formen geben.

e) Das Aufklauen.

Dieses ist eine Verbindung der Hölzer, welche eintritt, wenn ein Balken den zweiten an der Kante kreuzt (Fig. 31) oder wenn ein Balken mit seinem Hirnholz auf die Kante eines zweiten Balkens stößt (Fig. 32). Um das Aufspalten der Klaue in Fig. 32 zu verhüten, schaltet man ein gerades Mittelstück, den sogenannten Steg, ein.

f) Das Anschiften.

Diese Verbindung besteht in nichts anderem, als in einem Anschmiegen des Hirnholzes eines Balkens an das Langholz eines anderen Balkens derselben Art (Fig. 33). Die ebene Fläche, an der die Verbindung stattfindet, heißt Schmiegefläche. Eine entsprechende Verstärkung mittels langer Nägel (Schiftnägel), Klammern usw. ist stets notwendig.

Schließlich sei noch die zumeist bei Tramwechsellern gebräuchliche, sogenannte Überblattung mit Brüstung erwähnt. Diese Verbindung kann nach Fig. 34 mit „Rast“, mit „Zapfen“ oder einfach durch schiefen Schnitt erfolgen, muß aber stets mit Klammern, Schienen u. dgl. hinreichend verstärkt werden.

C. Häng- und Sprengwerke.

(Tafel 4.)

Die Häng- und Sprengwerke dienen zur Unterstützung frei aufliegender, langer Balken und zur Übertragung der Belastung auf die Endwiderlager.

Erfolgt diese Unterstützung durch eine oberhalb des Tragbalkens angebrachte, geeignete Holzkonstruktion so, daß der Balken an einem oder mehreren Punkten an diese Konstruktion gleichsam aufgehängt erscheint, so entsteht ein Hängwerk. Wird aber der Tragbalken an einem oder mehreren Punkten durch eine unterhalb angebrachte Holzkonstruktion unterstützt, so ist dies ein Sprengwerk.

Erfolgt die Unterstützung des Tragbalkens in beiden Fällen an einem Punkte, so entsteht ein einfaches, an zwei Punkten ein doppeltes und an mehreren Punkten ein zusammengesetztes Häng-, bezw. Sprengwerk (T. 4, Fig. 1, 4—7 und Fig. 27—29).

Vereinigte Häng- und Sprengwerke nennt man jene Konstruktionen, bei welchen beide kombiniert erscheinen (T. 4, Fig. 2 und 3).

1. Hängwerke.

Das einfache Hängwerk (Fig. 1, T. 4) besteht aus dem Haupt- oder Bundbalken (Tram) *B*, der Hängsäule *H* und den Streben *S*.

Bei dieser Konstruktion kann sich der Hauptbalken in der Mitte nicht durchbiegen, weil er an die Hängsäule aufgehängt ist und diese wieder durch die beiden Streben an der Abwärtsbewegung gehindert wird. Letzteren gibt man eine Neigung von 30—45° gegen den Bundtram.

Das doppelte Hängwerk (Fig. 4, T. 4) hat außer dem Hauptbalken *B* und den beiden Streben *S* zwei Hängsäulen *H* und einen Spannriegel *R*.

Das mehrfache (zusammengesetzte) Hängwerk kann verschieden konstruiert werden. In Fig. 5 besteht es aus zwei einfachen Hängböcken (1, 2, 3, 6 und 3, 4, 5, 7), deren innere Streben sich gegen die Mitte des Bundbalkens stützen und aus einem darüber befindlichen großen, einfachen Bock (*A*, *B*, *C*, 3), dessen Hängsäule den Druck von den kleinen (inneren) Streben aufnimmt.

In Fig. 6 ist über einem doppelten Hängwerke (1, 2, 3, 4, 5 und 6) ein einfaches Hängwerk (*A*, *B*, *C*, *D*) angeordnet, dessen Hängsäule aber nur bis zum Spannriegel reicht. Eine solche Konstruktion kann bei einem Dachstuhl vorkommen, woselbst der Spannriegel gleich die Last einer oberen Etage tragen muß.

In Fig. 7 reicht die Hängsäule des großen, einfachen Hängwerkes bis zum Hauptbalken herab, wodurch derselbe in drei Punkten aufgehängt erscheint.

Hängwerke finden im Hochbau häufige Anwendung; man kann Räume von 7—10 *m* mit dem einfachen und bis zu 15 *m* mit dem doppelten Hängwerk überdecken.

Detailverbindungen beim Hängwerk. Die Mittellinien dreier zusammenstoßender Balken sollen tunlichst in einem Punkte zusammentreffen, damit keine Verdrehung derselben stattfinden kann (Fig. 13 *a*, T. 4). Man bezeichnet eine solche Konstruktion als „harmonische Konstruktion“.

a) Die Verbindung der Streben mit dem Hauptbalken kann durch die einfache oder doppelte Versatzung (mit oder ohne Zapfen) erfolgen (Fig. 8, 9, T. 4). Bei starken Hängwerkskonstruktionen wird oft ein Schuh aus hartem Holze am Ende des Bundtrams aufgelegt, mit diesem verdübelt und verbolzt (Fig. 10, T. 4). Dieser Schuh, in welchen die Streben versetzt werden, verhindert die sonst unvermeidliche Schwächung des Bundtrams durch die Versatzung und kann bei eingetretener Schadhaftheit leicht ausgewechselt werden.

Bei leichterem Konstruktion kann der Schuh auch nach Fig. 11 angeordnet werden, wobei die Strebe nur stumpf an die Hirnseite des Schuhes anstoßt und mit diesem durch Klammern verbunden wird. Auch eiserne Schuhe, etwa nach Fig. 12, T. 4, können zur Verwendung gelangen.

Bei kleinerem Winkel (unter 35°) müssen die Streben mit dem Bundtram immer verbolzt werden, wobei der Boden entweder senkrecht zur Richtung der Streben oder besser senkrecht zum Bundtram gestellt wird. Bei leichteren Hängwerkskonstruktionen erfolgt die Verstärkung oft auch nur durch Klammern.

b) Die Verbindung der Streben mit den Hängsäulen erfolgt ebenfalls mit der einfachen oder doppelten Versatzung (mit oder ohne Zapfen) und Verstärkung mit Schraubenbolzen nach Fig. 13 *a* und *b*, T. 4. Darf aber die Hängsäule aus konstruktiven Gründen nicht über die Streben hinausreichen, so geschieht die Verbindung meistens nach Fig. 14, T. 4, indem man die Streben

mit dem Hirnholz gegen Hirnholz aneinanderstoßen läßt, die Hängsäule an die unteren Seiten der Streben anschiffet und darüber eine eiserne Kappe mit Schraubenbolzen befestigt. Durch Einlegen einer Eisenblechplatte zwischen dem Hirnholze der beiden Streben kann das Ineinanderpressen der Hirnholzflächen verhindert werden.

Besteht die Hängsäule aus zwei Balken (Fig. 15, T. 4), so umfaßt sie entweder die Streben mittels Bildung eines Vorkopfes oder es kann die Verbindung ähnlich wie in Fig. 14, T. 4, erfolgen.

Beim doppelten Hängwerk wird die Verbindung der Hängsäulen mit Streben und Spannriegel in analoger Weise vorgenommen, wie beim einfachen Hängwerk; siehe Fig. 22—26, T. 4.

c) Bei der Verbindung der Hängsäule mit dem Hauptbalken ist zu beachten, daß die Hängsäule den Hauptbalken niemals belasten darf, es muß daher zwischen diesen Hölzern ein kleiner Spielraum bleiben, damit bei eventueller Setzung des Hängbockes die Hängsäule nicht auf den Hauptbalken drückt. Das Aufhängen des Hauptbalkens an die Hängsäule erfolgt zumeist mit eisernen Bändern nach Fig. 16, T. 4, wobei das eiserne Band den Hauptbalken umfaßt und an die Hängsäule festgeschraubt wird oder nach Fig. 17, T. 4, nach welcher zwei an den unteren Enden mit Schraubengewinden versehene Hängeisen, die unten eine durchlochte Flacheisenschiene tragen, auf welcher der Bundtram aufliegt, an die Hängsäule mit Bolzen festgeschraubt werden.

Diese letztere Art ermöglicht das Anspannen der ganzen Konstruktion durch Anziehen der Schraubenmutter. Da aber die ganze Last nur von den beiden Schraubenmuttern getragen wird, so müssen diese dementsprechend stark und hoch sein.

2. Sprengwerke.

Je nachdem der Hauptbalken einmal, zweimal oder mehrmals unterstützt wird, unterscheidet man einfache, doppelte und mehrfache Sprengwerke (Fig. 27, 28 und 29, T. 4).

Das einfache Sprengwerk besteht aus dem Hauptbalken *B* und den Sprengstreben *S*, die doppelten und mehrfachen, außerdem noch aus Spannriegeln (Sprengriegeln) *R*.

Die Unterstützung des Hauptbalkens kann entweder direkt durch die Streben erfolgen (Fig. 27, T. 4), wobei jeder Balken zwei Streben erhalten muß, oder es kann (Fig. 28, T. 4) ein Unterzug *U* angeordnet werden, welcher nur unter den Randbalken von den Streben unterstützt wird und den dazwischen liegenden Hauptbalken als Auflager dient.

Sprengwerke finden wegen des starken Schubes, den die Streben auf die Widerlager ausüben, im Hochbau nur selten Anwendung.

Detailverbindungen der Sprengwerke. Feste, solide Verbindungen der Hauptkonstruktionshölzer und unverrückbare Stützpunkte für die beiden Streben sind unerlässlich, da sonst leicht Setzungen eintreten.

a) **Verbindung der Streben mit dem Hauptbalken.** Bei einem einfachen Sprengwerke stoßen die Streben stumpf zusammen oder greifen mit kurzen Zapfen in den Hauptbalken ein (Fig. 31, T. 4); es können hiefür auch eiserne Schuhe (Fig. 33, T. 4) verwendet werden. Befindet sich unter dem Hauptbalken ein Unterzug, so werden die Streben aufgeklaut (Fig. 32, T. 4). Bei doppelten Sprengwerken, bei welchen es sich bloß um die Unterstützung einzelner Balken handelt, können die Streben einfach mit dem Bundtram versetzt und mit Klammern oder Schraubenbolzen verstärkt werden (Fig. 34, T. 4). Besser ist die Anordnung eines Spannriegels nach Fig. 28, T. 4, welcher gleichzeitig den Hauptbalken verstärkt und mit diesem entweder verklammert, verbolzt oder auch verdübelt wird. Die Sprengstreben stoßen dann im Halbierungswinkel stumpf, eventuell mit einer kleinen Rast an die Hirnholzflächen des Spannriegels, Fig. 28, T. 4 und Detail I.

Mehrfache Unterstützungen können durch Kombination mehrerer Sprengwerke, etwa nach Fig. 29, T. 4, gebildet werden. Fallen hiebei die Streben so lang aus, daß sie leicht schwingen können, so ordnet man vertikale oder geneigte Zangenhölzer Z zur Versteifung an, welche die Streben umfassen und mit diesen verbolzt werden.

Sind mehrere solche Sprengwerke nebeneinander angeordnet, wie z. B. bei Brücken, so ist auch für eine gute Querverbindung gegen seitliches Ausweichen vorzusorgen. Für diesen Zweck können z. B. Querträger zwischen Hauptbalken und Spannriegel, etwa nach Fig. 35, T. 4, eingelegt und mit diesen verkämmt und verbolzt werden.

b) Verbindung der Streben mit den Widerlagern. Je nachdem die Endwiderlager aus Mauerwerk oder Holz sind, ist auch der Anschluß der Strebenfüße an diese verschieden. Bei gemauerten Widerlagern soll die Auflagerfläche tunlichst senkrecht zur Strebe gerichtet und mit Stein oder Eisen derart armiert sein, daß der Strebendruck auf eine hinreichend große Mauerfläche verteilt und der zulässige Druck auf das Mauerwerk nicht überschritten werde. Für den ungehinderten Abfluß des in die Verbindung etwa eindringenden Regenwassers muß hinreichend gesorgt werden, damit die Strebenfüße nicht anfaulen. Sie dürfen daher niemals eingemauert werden.

Einige Beispiele sind in Fig. 36, 37 und 38, T. 4, gegeben, und zwar stößt der Strebenfuß in Fig. 36 gegen zwei in Portlandzement gemauerte Ziegelrollscharen und in Fig. 37 und 38 gegen entsprechende Quadern, wobei die Strebenfüße auch in eisernen Schuhen stecken können.

Sind die Widerlager aus Holz gebildet, wie dies bei Brückenprovisorien, Gerüstungen usw. vorkommt, so werden die Streben nach Fig. 39, T. 4, in den Ständer versetzt und mit Bolzen verschraubt. Für solidere Konstruktionen können auch eiserne Schuhe, etwa nach Fig. 40, T. 4, verwendet werden. Auch können quer über die Ständer Gurthölzer (Fig. 30, T. 4) festgeschraubt werden, gegen welche die Strebenfüße stumpf anstoßen, eventuell mit den Ständern leicht verzapft werden. Bei Mittelfeldern wird diese Konstruktion, wie Fig. 30, T. 4, darstellt, auf beiden Seiten durchgeführt.

3. Vereinigte Häng- und Sprengwerke.

Bei diesen liegt die tragende Konstruktion teils ober, teils unter dem Hauptbalken, welcher gewöhnlich aus zwei schwächeren Balken besteht, die anderen Hölzer zangenartig umfaßt und mit diesen verbolzt wird (Fig. 2 und 3, T. 4).

Bei Anordnung des einfachen Hängwerkes (Fig. 3) wird der Bundbalken B in der Mitte durch die Hängsäule H und außerdem noch an zwei Stellen durch die Streben S unterstützt. Bei Anordnung eines doppelten Hängebockes nach Fig. 2, T. 4, wird der Bundbalken an vier Stellen unterstützt.

Die Strebenfüße stützen sich gegen die Widerlagsständer W , welche für diesen Druck entsprechend stark dimensioniert sein müssen. Sie werden mit den Ständern versetzt, eventuell auch verzapft und zumeist auch verbolzt.

Die als Doppelzangen angeordneten Bundbalken werden mit den Ständern, Streben und Hängsäulen verbolzt, eventuell auch überschritten. Die Versatzung der Streben und des Spannriegels mit den Hängsäulen, eventuell auch eine Verzapfung und Verstärkung mit Eisenbändern erfolgt auf die bei den Hängwerken erläuterte Art. Durch eine feste Verknüpfung der Kreuzungsstellen mit entsprechenden Schraubenbolzen werden unverrückbare Dreiecke geschaffen, welche die Konstruktion im Zustande des Gleichgewichtes erhalten.

Bei vereinigten Häng- und Sprengwerken können die Tragbalken auch durch voneinander unabhängige Häng-, bezw. Sprengwerke unterstützt werden.

Bezüglich des Unterschiedes zwischen Häng- und Sprengwerken bestehen in der Literatur Meinungsverschiedenheiten. Die im vorhergehenden angewendeten Bezeichnungen sind bei den Zimmermannsarbeiten üblich. Bei größeren Konstruktionen (besonders im Brückenbau) nennt man vielfach, unter Bedachtnahme auf die Wirkung der Streben, **Sprengwerke** jene Konstruktionen dieser Art, bei welchen — ähnlich wie bei Bogenbrücken — der Horizontalschub, der von den Streben auf die Endauflager ausgeübt wird, nach außen gerichtet ist; dagegen **Hängwerke** solche Konstruktionen, bei denen dieser Horizontalschub — ähnlich wie bei Hängebrücken — nach innen gerichtet ist.

Nach dieser Bezeichnung wären Fig. 41—43, T. 4, **einfache Sprengwerke** mit Bahn oben, bzw. Bahn in der Mitte, bzw. Bahn unten; Fig. 44—46, T. 4, **doppelte Sprengwerke** mit Bahn oben, bzw. Bahn in der Mitte, bzw. Bahn unten; Fig. 47—49, T. 4, **einfache Hängwerke** mit Bahn oben, bzw. Bahn in der Mitte, bzw. Bahn unten; Fig. 50—52, T. 4, **doppelte Hängwerke**, mit Bahn oben, bzw. Bahn in der Mitte, bzw. Bahn unten.

Bei dieser Art der Unterscheidung gibt es noch weitere allgemeine Merkmale, welche für die Konstruktion und Wirkungsweise der Spreng-, bzw. Hängwerke charakteristisch sind, und zwar: 1. Bei den Sprengwerken sind die Streben gegen die Mitte ansteigend, bei den Hängwerken gegen die Mitte fallend. 2. Bei den Sprengwerken sind die Streben auf Druck, bei den Hängwerken auf Zug beansprucht.

D. Wände.

(Tafel 5.)

HolzWände können entweder ganz aus Balken bestehen oder bloß aus einem Gerippe von Balken, dessen Zwischenräume mit Brettern, Ziegeln oder anderen Materialien ausgefüllt werden.

Die HolzWände für Hochbauzwecke müssen sorgfältig vor Feuchtigkeit geschützt werden. Sie sind daher nicht direkt auf die Erde, sondern auf gemauerte und gegen das Aufsteigen der Erdfeuchte gut isolierte, 30—45 cm hohe Sockelmauern zu stellen. Bei den Holzverbindungen und den Hirnholzflächen muß dem Eindringen von Niederschlägen entsprechend vorgebeugt werden.

Der Einbau der Feuerungsanlagen und Rauchschröte erfordert mit Rücksicht auf die Feuersgefahr bei HolzWänden besondere Vorsicht.

Geeignete Anstriche schützen gegen die Zerstörung durch Witterungseinflüsse, eventuell auch gegen Feuersgefahr (siehe Anstreicherarbeiten).

Nach der Konstruktion unterscheidet man: 1. BlockWände, 2. Spund- und PfahlWände, 3. Riegel- oder FachwerkWände, 4. Bretter- und PfostenWände.

1. BlockWände.

BlockWände werden aus horizontal übereinander gelegten, mindestens an beiden Auflagerflächen behauenen Rundhölzern gebildet, welche an den Kreuzungsstellen eine teilweise Überblattung erhalten (Fig. 1, T. 5). Solider wird die Konstruktion mit waldkantig behauenen Hölzern (Fig. 2, T. 5) ausgeführt; vollkantige Hölzer (Fig. 3 und 4, T. 5) kommen seltener zur Anwendung.

An den Kreuzungsstellen werden die Hölzer meistens mit der teilweisen Überblattung und einem über die äußeren Wandflächen vorragenden, zirka 30 cm langen Vorkopf verbunden (Fig. 1 und 2, T. 5). Bei Anwendung von Kantholz ist ein Vorkopf nicht gebräuchlich und werden dann die Kreuzungsstellen entweder voll überblattet und verbohrt (Fig. 3, T. 5) oder mit einer Verzinkung versehen (Fig. 4, T. 5).

Nachdem bei einem Objekte der Sockel in der Regel nach oben in einer horizontalen Ebene abschließt, so muß bei Anwendung der teilweisen Überblattung

an zwei gegenüberliegenden Wänden mit einem Balken von halbem Querschnitt begonnen werden, damit alle untersten Hölzer am Sockel voll aufliegen können; dasselbe gilt auch beim Abschlusse der Wand in der Deckenhöhe.

Die Balken sollen durch die ganze Wandlänge durchlaufen, nur bei langen Wänden können sie abwechselnd gestoßen werden, müssen aber dann auch auf zirka 2 m Entfernung mit abwechselnd schachbrettförmig verteilten Dübeln derart verbunden werden, daß ein seitliches Ausbiegen oder Herausfallen einzelner Balken nicht möglich ist.

Die Tür- und Fensteröffnungen werden seitlich durch Ständer begrenzt, welche mit den unten und oben die Öffnungen abschließenden Balken verzapft werden. Diese Ständer sind an der Wandseite mit einer durchlaufenden Nut versehen, in welche die anschließenden Wandhölzer mit durchlaufenden Zapfen eingreifen (Fig. 2, T. 5).

Die Fugen der aufeinander liegenden Balken sollen mit Werg oder Moos gut ausgestopft werden, damit Wind und Regen nicht durchdringen können; auch können über die Fugen schwache Latten genagelt werden.

Die Hirnholzflächen an den Außenwänden sollen mit aufzunagelnden Brettern bedeckt werden, damit das Niederschlagwasser in die Poren des Holzes nicht eindringen kann. In den meisten Fällen, besonders aber an der Wetterseite, wird es sich empfehlen, die ganze Außenwand abzudecken. Das geschieht am einfachsten mit Baumrinde, besser aber mit Schindeln oder vertikal anzuordnenden Brettern.

Die inneren Wandflächen können vorteilhaft mit einer gefalzten Bretterverschalung bekleidet werden. Die Herstellung eines Stukkaturverputzes würde sich nicht empfehlen, weil dieser beim Trocknen und Schwinden des Holzes reißen und teilweise abfallen würde.

Blockwände sind nur in holzreichen Gegenden ökonomisch, wo andere geeignete Baumaterialien nicht vorhanden oder teuer sind. Sie geben bei guter Dichtung der Fugen trockene und warme Unterkunftsräume.

2. Spund- und Pfahlwände.

Diese Wände dienen meistens dazu, eine in nassem Boden oder unter Wasser anzulegende Bau- oder Fundamentgrube vor dem Eindringen des Wassers zu schützen oder der Fundamentsohle einen Schutz gegen Unterwaschungen zu bieten. Diesen Zwecken entsprechend müssen solche Wände möglichst gut abgedichtet und so stark ausgeführt werden, daß sie dem auftretenden Wasserdruck widerstehen.

Bei geringem Wasserdruck und geringer Wandhöhe genügen zur Ausführung dieser Wände Bohlen mit 10—15 cm Dicke; bei größerem Wasserdruck und hohen Wänden muß man hierzu Balken (Pfähle) von mindestens 20 cm Stärke verwenden (P f a h l w ä n d e). Die Bohlen werden an den anschließenden Langseiten mit der Keil- oder stumpfen Keilspundung versehen (Fig. 8, T. 5). Die Pfähle können ebenfalls mit einer Spundung versehen sein (Fig. 9 b, T. 5), meistens werden sie aber ohne Spundung möglichst dicht aneinander geschlossen; die etwa noch klaffenden Fugen werden dann mit Werg oder Moos verstopft.

Die Bohlen oder Pfähle müssen, da sie in den Boden eingetrieben (eingerammt) werden, armiert, d. h. an der unteren Seite entsprechend zugespitzt und bei hartem oder steinigem Boden außerdem noch mit Eisenschuhen beschlagen werden (Fig. 9 a und b, T. 5).

Bei Herstellung einer Spund- oder Pfahlwand werden die Pfähle in der Richtung der auszuführenden Wand vertikal nebeneinander aufgestellt und mit einer zangenartigen, auf kurzen, in den Boden eingetriebenen Ständern aufgesetzten, festen Zwinke (Fig. 8, T. 5) gehalten, wobei zwischen die Pfähle und Zangenhölzer nach Bedarf Keile eingetrieben werden, so daß alle Pfähle dicht aneinander schließen und auch vertikal stehen. Eine so aufgestellte Partie von 20—25 Pfählen wird sodann einzeln und vorsichtig von den Enden gegen die Mitte der Partie in den

Boden eingerammt, so daß der letzte, mittlere Pfahl gleichsam als Schlußkeil wirkt. Ist die Einrammungstiefe von zirka 1.00 *m* erreicht, so kann die feste Zwinge entfernt werden. Bei über 2 *m* langen Pfählen wird außer der festen Zwinge noch eine lose Zwinge nahe am oberen Ende der Pfähle mit Bolzen an die Endpfähle, eventuell auch an einem Mittelpfahl festgeschraubt. Diese Zwinge dient gleichfalls als Führung beim Einrammen der Pfähle und wird, wenn die richtige Führung sicher erreicht ist, wieder abgenommen.

Sind alle Pfähle auf die gehörige Tiefe eingerammt, so werden die Köpfe derselben geradlinig abgeschnitten, mit einem durchlaufenden Zapfen versehen und auf diesen ein entsprechend genuteter Balken (Holm) aufgesetzt (Fig. 8, T. 5). Es können aber die abgesägten Balkenköpfe auch nur durch beiderseits mit Bolzen angeschraubte Balken zangenartig festgehalten werden.

Nachdem das Eindringen des Wassers in die Baugrube durch eine einfache Spundwand selten ganz verhindert werden kann, so wird zumeist hinter dieser ein wasserdichter Lehm- oder Tonschlag ausgeführt oder es werden zwei parallel laufende Spundwände auf entsprechende Entfernung voneinander aufgestellt, der Zwischenraum dann mit wasserdichtem Material ausgestampft (Fangdämme). (Siehe Fundierung unter Wasser.)

Spundwände können auch zur Umschließung von Räumen im Hochbau Verwendung finden. In diesem Falle werden die vertikal nebeneinander aufgestellten Spundpfähle — hier Ständer genannt — in den Fuß- und Kappschwellen verzapft, (Fig. 6, T. 5); werden hiebei die Ständer nicht gespundet, wie Fig. 5, T. 5 zeigt, so nennt man diese Wand eine *Ständerwand*.

3. Riegel- oder Fachwerkwände.

Diese bestehen aus einem Gerippe von Balken, welches derart konstruiert sein muß, daß es für sich allein genügend Festigkeit und Tragfähigkeit besitzt.

Die Zwischenräume zwischen den Balken (Fache) können entweder mit Mauerwerk ausgefüllt werden oder es wird das ganze Gerippe an beiden Seitenflächen mit Brettern (Pfosten) in horizontaler oder vertikaler Lage verschalt. Im ersteren Falle nennt man diese Wände *Riegel- oder Fachwerkwände*, im letzteren Falle *verschaltete Wände*.

a) Das Gerippe.

Dasselbe wird für Riegel- und für verschaltete Wände in gleicher Weise hergestellt.

Die Fig. 10, T. 5, stellt einen Teil des Gerippes einer Riegelwand für zwei Geschosse dar. Die hiebei vorkommenden Hölzer haben folgende Benennung:

a und *a*₁ Fußschwelle des unteren, bzw. oberen Geschosses, *b* und *b*₁ Kappschwelle des unteren, bzw. oberen Geschosses, *c* Eckständer, *d* Bundständer (hinter denselben eine Abteilungswand im Inneren), *e* Tür-, Fenster- und Zwischenständer, *f* Querriegel, *g* Streben, *h* Brüstungsriegel (bei Fenstern), *h*₁ Sturzriegel (bei Türen und Fenstern), *i* Geschoßbalken oder Deckenträme, *J* Ort- oder Giebelbalken (gleichzeitig auch Kappschwelle des unteren, Schwelle des oberen Geschosses und Deckentram); für letzteren Zweck muß er als Auflager für die Sturzverschalung etwas breiter gehalten werden.

An Stelle der Giebelbalken kann man auch, wie in der Längswand, eigene Kapp- und Fußschwellen anordnen, wobei der anschließende Geschoßbalken als Wechsel (hinter der Mauerflucht liegend) ausgebildet wird, von dem aus kurze Tramstücke (Stiche) zwischen die zwei Schwellen durchreichen.

Die Fußschwellen des Erdgeschosses müssen auf einen mindestens 30 *cm* hohen, gut fundierten und gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit isolierten Mauerwerksockel, etwa nach Fig. 10, T. 5, aufgelegt werden. Bei Ziegelmauerwerk wird der Sockel oben mit einer Rollschale abgedeckt und unter diese eine Isolierschicht aus Asphaltpappe u. dgl. angeordnet.

Die Zwischenräume des Gerippes (Fache) werden bei Riegelwänden durch halbziegelstarkes Mauerwerk ausgefüllt. — Die Gerippbölzer werden gewöhnlich so dimensioniert, daß sie untereinander an beiden Wandflächen bündig sind und an der Außenseite zirka 2 *cm* über die Mauerflucht vorragen. Unserer Normalziegelbreite entsprechend, sind folgende Holzstärken gebräuchlich:

Für die Schwellen 13/16 und 16/16 *cm*, für die Eck- und Bundständer 16/16 *cm*, für die Zwischenständer, Streben und Riegel 13/16 *cm* und für die Kappschwellen 16/16 und 16/20 *cm*.

Die Schwellen werden manchmal breiter gehalten und über die innere Wandfläche vorspringen gelassen, um dadurch gleichzeitig ein Auflager für die Fußbodenbretter zu schaffen (Fig. 14, T. 5) oder es können für diesen Zweck seitwärts an die Schwellen auch schmale Pfosten angenagelt werden.

Die Austeilung der Ständer erfolgt nach dem gegebenen Gebäudegrundrisse derart, daß außer den Eckständern bei jeder Scheidewand ein Bundständer und zwischen diesen die nötigen Tür-, Fenster- und Zwischenständer in der Weise angeordnet werden, daß einerseits die einzelnen Felder nicht über 2·00 *m* breit sind und andererseits in der Fassade eine Gleichmäßigkeit herrscht. Sollte ein Bundständer die letztere stören, so kann derselbe unabhängig von der Außenwand unmittelbar hinter dieselbe gestellt werden.

Gegen eine seitliche Verschiebung der Wände, namentlich gegen den Winddruck, werden an den Wandenden Streben in symmetrischer Anordnung aufgestellt. Bei nicht allzu langen Wänden genügt an jeder Ecke eine Strebe. Müssen aber, z. B. bei langen Wänden, Schwellen und Kappen gestoßen werden, so wird bei jedem Schwellenstück ein Strebenpaar anzuordnen sein. (Man denke sich in Fig. 10, T. 5, die Riegelwand über den Bundständer *d* hinaus noch einmal aufgetragen.)

Die Versatzung und Verzapfung der Streben in den Schwellen und Kappen muß von den Ständern mindestens 8—10 *cm* abstehen.

Mitunter werden die Streben kreuzweise angeordnet. Durch die Überblattung solcher, in der Mitte sich kreuzender Streben erfahren diese jedoch eine bedeutende Schwächung. Man läßt daher besser die eine Strebe voll durchlaufen, während die andere, aus zwei Stücken bestehend, an der Kreuzungsstelle in die durchgehende Strebe verzapft wird.

Die zur horizontalen Unterteilung der Felder dienenden Quer-, Sturz- und Brüstungsriegel werden in die Ständer und Streben verzapft, die Sturzriegel wegen größerer Tragfähigkeit außerdem auch versetzt. Die Höhe der Zwischenfelder soll womöglich 1·5 *m* nicht übersteigen.

Die Schwellen und Kappen werden an den Ecken überblattet und an den Stößen entweder bloß gerade gestoßen und verklammert oder (bei stärker auftretendem Zug) überblattet und verbolzt.

Die Sohle der Zapfenlöcher in den Fußschwellen soll nach einer Seite oder gegen die Mitte etwas geneigt und mit einem von der tiefsten Stelle nach außen führenden Bohrloch versehen sein, durch welches das eindringende Regenwasser wieder abfließen kann.

Bei den Ständern kann übrigens statt des einfachen, vorteilhaft der Kreuzzapfen angewendet werden, bei welchem eine Entwässerung entfällt.

Bei Riegelwänden für Stallungen, Remisen u. dgl. muß zur Vermeidung von Stufen die Fußschwelle des Eingangstores oft tiefer gelegt werden als die übrigen Schwellen der Wandkonstruktion. In diesem Falle reichen die beiden Torständer bis zur versenkten, am besten aus Eichenholz erzeugten Torschwelle (Fig. 20, T. 5), mit welcher sie durch den einfachen oder Kreuzzapfen verbunden werden; eventuell können noch an beiden Seiten kurze Streben angeordnet werden, welche gleichzeitig als Radabweiser dienen.

Bei zweigeschossigen Fachwerkwänden sollen die Ständer der zwei Geschosse immer übereinander angeordnet und die Wandflächen stets bündig sein.

Die Eck- und Bundständer werden gewöhnlich stärker gehalten, erstere werden dann nach Fig. 15, T. 5, ausgewinkelt, damit sie mit den übrigen Hölzern bündig liegen, während die Bundständer zum Teile in die Scheidewand eingreifen (Fig. 16, T. 5).

Nach Fig. 10, T. 5, sind auf der Kappe des unteren Geschosses die Deckenträume des oberen Geschosses und auf diesen die Schwelle des oberen Geschosses aufgekämmt. Dadurch kommen drei horizontale Balkenlagen übereinander, weshalb durch das Zusammenpressen dieser Langhölzer unangenehme Setzungen entstehen können. Es ist daher vorteilhafter, die Eck- und Bundständer als Doppelständer durch beide Geschosse durchzuführen und die Verbindung derselben mit den horizontalen Konstruktionshölzern entweder nach Fig. 12 oder nach Fig. 13, T. 5, herzustellen und mit Eisenbändern oder Bolzen zu verstärken. Die Eckständer werden in diesem Falle aus vier verholzten Balken gebildet (Fig. 18, T. 5).

Die übrige Wandkonstruktion des Obergeschosses erfolgt in analoger Weise wie die des unteren Geschosses.

Wird das untere Geschoß gemauert, das obere aber mit Riegelwänden ausgeführt, so kann man letztere zirka 15—20 cm über die Mauerhäupter des unteren Geschosses, etwa nach Fig. 11, T. 5, vortreten lassen.

Soll eine freitragende Riegelwand hergestellt werden, so kann dies mittels einer Hängwerkkonstruktion nach Fig. 19, T. 5, geschehen.

b) Das Ausmauern der Fache.

Dasselbe wird gewöhnlich mit Ziegeln bewirkt, wobei nur schwache Lagerfugen anzuwenden sind, damit nicht allzu große Setzungen eintreten. Die Mauerhäupter liegen zumeist 2 cm hinter der Holzwandfläche. Die Kanten der Wandhölzer werden abgefast und die Hölzer an der Außenseite zumeist mit Ölfarbe gestrichen.

Eine solide Verbindung des Mauerwerkes mit dem Holzgerippe kann durch Annageln von Dreieckleisten (Frikctionsleisten) an die Gerippthölzer nach Fig. 10 a, T. 5, erreicht werden. Die anschließenden Ziegel des Füllmauerwerkes müssen dann entsprechend der Leiste zugehauen werden.

Die inneren Wandflächen werden gewöhnlich ganz verputzt, wozu das Holzgerippe zuerst mittels Berührung u. dgl. für die Aufnahme dieses Verputzes hergerichtet sein muß (Stukkaturarbeit). An den Außenflächen wird nur das Mauerwerk verputzt oder meist nur verbrämt, so daß das Holzgerippe sichtbar bleibt.

Die Riegelwände können auch mit Gipsdielen, Spreitafeln oder Korksteinen verkleidet werden; siehe dünne Wandkonstruktionen bei Maurerarbeiten. Die dickeren Sorten der genannten Baustoffe können auch zum Ausmauern der Riegelwandfelder verwendet werden, wobei die Gipssteine wie gewöhnliche Ziegel in einem Mörtel aus Leimgips verlegt und sowohl gegenseitig als auch an den Gerippthölzern mit verzinkten Eisennägeln befestigt werden.

4. Bretter-, Pfosten- und Bohlenwände.

Diese bestehen im allgemeinen aus einem Gerippe von Balken oder Staffelhölzern, dessen Zwischenräume mit Brettern, Pfosten oder Bohlen ausgefüllt werden.

Bei Wänden, welche bloß einen Raum unterteilen, z. B. bei Keller-, Dachboden-, Magazinsräumen u. dgl. genügt eine einfache Verschalung, welche auf ein entsprechendes Gerippe aus Balken oder Staffelhölzern, meistens vertikal (stehend) festgenagelt, eventuell auch mit Fugleisten versehen wird. (Einfache Bretterwände.)

Wände, welche auch warm halten sollen (z. B. bei Wohnbaracken), erhalten zumeist an der Außenseite eine stehende und an den inneren Wandflächen eine liegende Verschalung mit Fugleisten. (Doppelte Bretterwände.) Der Raum zwischen beiden Wandverschalungen kann mit Sägespänen, Torf, Kohlenlösch u. dgl. ausgefüllt werden.

Für Scheidewände dienen manchmal auch doppelte, nach Fig. 25, T. 5, in gekreuzter Lage verschaltete Bretterwände, ohne Gerippe, welche an beiden Wandflächen stukkaturt werden. (Verschaltete und stukkaturte Wände.)

Stärkere Wände können aus Bohlen oder Pfosten in der Weise hergestellt werden, daß man eine stärkere Riegelwand macht, die Ständer, wie Fig. 7, T. 5, zeigt, mit entsprechenden Nuten versieht und in diese die Pfosten oder Bohlen liegend einschiebt, diese aber früher an den Stößen mit einem Falz versieht, damit weder Wind noch Regen durch die Fugen eindringen können. Beim Anschlusse an die Ständer kann man die Fuge mit einer innen aufzunagelnden Dreieckleiste decken. Gegen den Winddruck müssen an den Ecken Streben oder eiserne Zugbänder in der Diagonalen, etwa wie Fig. 7, T. 5, zeigt, angeordnet werden.

Bei allen diesen Wänden müssen die äußeren Wandflächen so hergestellt sein, daß die Niederschlagwässer nicht in die Konstruktion eindringen können. Bei Bretterwänden wird man daher die Bretter in der Regel stehend anordnen und die Fugen mit Fugleisten nach Fig. 24 *a* an den äußeren Wandflächen, manchmal auch an beiden Seiten, überdecken. In Ermanglung von Fugleisten können die Bretter auch, wie Fig. 24 *b* Taf. 5, zeigt, mit Übergreifung (gestürzt) angeordnet werden. Die Bretter können aber auch nach Fig. 22 horizontal, mit Übergreifung an die Ständer festgenagelt werden.

Zum Festnageln der stehend angeordneten Bretter müssen in entsprechenden Entfernungen (zirka 1.5 *m*) Querriegel in die Ständer verzapft werden.

Wände, welche bloß untergeordnete Räume (Keller, Dachböden usw.) unterteilen, können auch aus Latten hergestellt werden, indem man diese stehend auf Lattenbreite voneinander an die Querriegel des Gerippes festnagelt (Lattenwände). Sonst ist die Herstellungsweise wie bei Bretterwänden.

Bretter- und Lattenwände dienen auch zu Einfriedungen als Bretterplanke, bzw. Staketen. Hiezu werden lärchene oder besser eichene Ständer auf 2—3 *m* voneinander entfernt, nach der gewünschten Richtung in den Boden eingegraben, und letzterer gehörig festgestampft. Damit sie nicht so leicht anfaulen, werden sie auf Eingrabungstiefe mit Teer angestrichen, manchmal nur über Feuer angekohlt. Am oberen Ende (Kopf) erhalten sie manchmal eine Abdeckung mit Blech oder mit einem Brettstück.

In die Ständer werden unten und oben schwächere Riegel verzapft oder überblattet, an welche die Bretter oder Latten, 5—10 *cm* vom Boden abgehend, festgenagelt werden. Über diese Nagelung werden schmale, schwache Bretter (Fatschen), manchmal auch nur Flacheisen festgenagelt, siehe Fig. 21 und 23, T. 5. Wenn nötig kann auch der freie Raum über dem Boden durch ein an die Ständer festzunagelndes, stärkeres Sockelbrett gedeckt werden.

Die Fig. 22, T. 5, zeigt eine Bretterplanke, bei welcher die Bretter horizontal, mit Übergreifung an die Ständer genagelt sind, daher die Querriegel entfallen. Die Ständer dürfen hier höchstens 2 *m* voneinander entfernt sein, da sonst die Bretterverschalung ausbiegen würde.

III. Gerüste.

(Tafel 6 und 7.)

Gerüste dienen im allgemeinen zur Ermöglichung der Ausführung von Bauarbeiten in höheren oder tieferen Lagen.

Man unterscheidet gewöhnliche Baugerüste für die in kurzer Zeit und mit leichteren Materialien auszuführenden Bauten; Versetzgerüste zum Heben und Verschieben von Quadern u. dgl. bei Monumentalbauten; Gerüstbrücken zum Transporte von größeren Erdmassen u. dgl. und Lehrgerüste für die Herstellung von Gewölben, Eisenbetonkonstruktionen und sonstigen modernen Decken usw.

Alle Gerüste sind bei möglichster Ökonomie nur aus gesundem, tragfähigem, tunlichst schlankem, leichtem Holze herzustellen. Rundstämme werden zwecks leichter Handhabung und bequemerer Arbeit zumeist waldkantig behauen.

1. Bock- oder Schragengerüste.

Dieser bedient man sich bei Höhen bis zu 4·00 *m*, bei leichtem Baumaterialie selbst bis zu 6·00 *m*.

Die hierzu erforderlichen Mauerböcke (Fig. 1, T. 6) werden in Entfernungen von zirka 2·00 *m* senkrecht zur Wand aufgestellt und die Bockkappen ihrer ganzen Länge nach mit 4—5 *cm* dicken Gerüstpfosten belegt, dabei sollen die Stöße der Pfosten oberhalb der Böcke zirka 20 *cm* übergreifen und die Randpfosten mit Nägeln oder Klammern angeheftet werden.

Die gewöhnlichen Mauerböcke (Fig. 1) haben eine Höhe von 0·80—1·60 *m*. Höhere Mauerböcke macht man meistens aus drei Teilen, und zwar so, daß die beiden Füße in die Bockkappe lose eingezapft werden, daher zum Abnehmen eingerichtet sind (Fig. 2, T. 6). Diese Mauerböcke werden mit einer kleinen Neigung gegen die Wand aufgestellt und gegen dieselbe gut verspreizt (Fig. 3, T. 6). Bei größerer Höhe können auch mehrere Böcke mit entsprechender Sorgfalt übereinander gestellt werden (Fig. 3, T. 6), doch müssen dann alle Böcke gut verspreizt und an den äußeren Rändern Fußpfosten, eventuell auch Brustwehren angeordnet werden.

2. Langtennengerüste.

An den Außenfronten von Neubauten errichtet man gewöhnlich die Langtennengerüste, indem auf 2·00—3·00 *m* vom Gebäude und 3·00—4·00 *m* voneinander entfernt, möglichst lange, runde oder waldkantige Stämme — *Langtennen* genannt — (Fig. 4, T. 6) lotrecht aufgestellt und zirka 1·00 *m* tief in den Boden eingegraben werden. Damit sie in den Boden nicht einsinken, stellt man sie auf fest eingestampfte Steine oder auf fest gelagerte Brettstücke. Neben den Langtennen *a* werden die Ständer oder Anschifter *b* ebenfalls auf festgelagerte Pfostenstücke aufgestellt und an die Langtennen festgeklammert. Auf diese Ständer werden senkrecht zur Wand die *Tragbalken* oder *Riegel c* mit einer kleinen Neigung gegen die Wand und zirka 0·40 *m* tief in oder auf die Mauern gelegt und mit den Ständern fest verklammert. Auf die Tragbalken werden parallel zur Wand 1·00—1·50 *m* voneinander entfernt, die *Langbalken* oder *Polster d* gelegt und an die Riegel festgeklammert. Senkrecht darauf werden in Entfernungen von zirka 1·00 *m* schmale, kurze Pfostenstücke, *Streue* oder *Spateln e* genannt, gelegt, auf welche dann ein Belag aus 4—5 *cm* starken Gerüstpfosten *f*, entsprechend der Gerüstbreite, zu liegen kommt, der mit Nägeln an die jeweiligen Unterlagen festgeheftet wird.

Oft werden die Langtennengerüste nach Fig. 5 α , T. 6, derart ausgeführt, daß die Ständer an der der Mauer zugekehrten Seite der Langtennen zu stehen kommen und auf diese Ständer die Tragbalken, über die ganze Mauerlänge reichend, gelegt und mit den Ständern verklammert werden. Die Querriegel *d* können hier an beliebigen Stellen angeordnet werden. Gewöhnlich legt man sie paarweise bei jeder Fensteröffnung auf den Tragbalken und auf die Fensterbrüstung auf. Wo letztere zum Auflegen der Riegel nicht hinreichen, müssen eigene Riegellöcher in der Mauer ausgespart werden, die man nach Entfernung der Gerüste wieder zumauert.

Man kann auch, wie in Fig. 5 β , T. 6, gezeigt, einen zweiten Tragbalken längs der Mauer in gleicher Höhe mit dem anderen anordnen und mit Ständern unterstützen, welche an die Wand gelehnt und an diese festgeklammert werden. Auf die beiden Tragbalken legt man in entsprechenden Entfernungen voneinander die Querriegel *d* und auf diese direkt den Pfostenbelag *g*. Diese Ausführung empfiehlt

sich bloß bei vollen Bruchstein- oder Quadermauern, bei welchen Riegel-löcher schwierig zu vermauern sind.

Zur Verbreiterung des Gerüststockes (bei Materialaufzügen, Laufbrücken usw.) können die Riegel mit dem ganzen Belage nach Fig. 5 *a*, T. 6, auch über die Langtennen hinausreichen, eventuell können zur Unterstützung der vorragenden Riegel, Streben angeordnet oder besondere Langtennen außerhalb aufgestellt werden.

Aus Sicherheitsrücksichten sind an der inneren Seite der Langtennen unmittelbar über dem Pfostenbelag Fußpfosten und auf 1 *m* über den Pfostenbelag Bretter *h* (Brustwehren oder Scheuladen) anzunageln.

Die Gerüstetagen werden bei Wohngebäuden in der Fußbodenhöhe eines jeden Stockwerkes, sonst aber nach je 4·00 *m* Höhe angeordnet. Für Arbeiten zwischen diesen Etagen benützt man vorübergehend verschieden hohe Bockgerüste.

Bei Mangel an Gerüstpfosten kann der Pfostenbelag der unteren Etagen nach der Aufmauerung abgenommen und für die oberen Etagen verwendet werden.

Dem Fortschreiten der Putzarbeiten entsprechend, werden die einzelnen Gerüstetagen, von oben beginnend, nach und nach entfernt und die Riegellöcher vermauert.

Transport der Baumaterialien auf Langtennengerüsten. Die Verbindung der einzelnen Etagen untereinander erfolgt gewöhnlich im untersten Geschoße mittels rampenartiger Laufbrücken, in den oberen und bei Raummangel auch in den unteren Geschossen mittels Leitern.

Die zur untersten Gerüstetage führende Laufbrücke erhält gewöhnlich ein Profil, ähnlich wie in Fig. 6, T. 6, dargestellt ist. Die Breite und Neigung der Laufbrücke richtet sich nach der Frequenz derselben, bezw. nach dem Materialtransport. Für den Transport von schwerem Material soll die Fahrbahn der Laufbrücke 2·00—3·00 *m* Breite und höchstens 15—20% Neigung erhalten. Wird über die Brücke nur leichtes Material getragen oder dient sie bloß als Kommunikation, so kann sie mit geringerer Breite und größerer, selbst bis 30%, manchmal auch bis 40% Neigung und dementsprechend auch mit schwächerer Konstruktion angelegt werden. Die Unterstützung erfolgt gewöhnlich durch Ständerjoch oder Böcke. Das in Fig. 6, T. 6, dargestellte Ständerjoch besteht aus den beiden Ständern *a*, der Kappschwelle *b* und der Strebe *c*. Die Kappschwelle dient zur direkten Unterstützung der Tragbalken *d*, auf welche die Streu *e* und dann der Pfostenbelag *f* gelegt und mit Klammern, bezw. Nägeln befestigt wird. Zu beiden Seiten der Brückenbahn wird noch das Geländer (*g h*) hergestellt und mit Streben *s* gestützt. Bei schwächerer Konstruktion kann die Streu entfallen und der Pfostenbelag direkt quer oder diagonal auf die Tragbalken gelegt werden.

Die Laufbrücken werden entweder senkrecht zur Länge der Langtennengerüste angelegt, wenn die Raumverhältnisse es gestatten, oder in der Längsrichtung der Gerüste, wobei man eventuell eine Reihe der Ständer an die Langtennen festklammern kann.

Für Laufbrücken, welche mehrere Gerüstetagen miteinander verbinden, stellt man außerhalb der Gerüstlangtennen noch eine Reihe Langtennen auf und befestigt die notwendigen Schwellen auf die beiden Langtennenreihen, bezw. auf daneben angeordnete Ständer. Die Laufbrücke führt in diesem Falle in Wendungen (wie bei zweiarmigen Stiegen) bis zur obersten Gerüstetage; bei jeder Wendung muß — wie bei Stiegen — eine horizontale Verbindung beider Rampenarme angeordnet werden. Die Geländerpfosten (Brustwehren) werden an die Langtennen oder an eigens hiefür aufgestellte, kurze Ständer festgenagelt.

Zur Verhinderung des Ausgleitens muß der Pfostenbelag eventuell mit Sand oder Asche bestreut werden. Bei steileren Laufbrücken sind auf den Pfostenbelag außerdem schmale Querleisten (Schrittleisten) auf Schrittlänge aufzunageln.

Erfolgt die Kommunikation zwischen den einzelnen Gerüstetagen mittels Leitern, so müssen in dem Pfostenbelage der einzelnen Gerüstetagen genügend

große Öffnungen freigelassen werden, durch welche die Leitern noch 1,5 m über den Etagenbelag emporreichen und dort mittels Klammern befestigt werden. Hierbei sollen zwei Leitern nebeneinander aufgestellt werden, die eine zum Hinauf-, die andere zum Herabsteigen.

Der Transport der Baumaterialien auf die einzelnen Gerüstetagen kann auf verschiedene Weise erfolgen; gewöhnlich werden Ziegel und Mörtel mittels Elevatoren, Holz, Eisenträger u. dgl. mittels Winden (Kranen) aufgezogen. Die Ziegel werden bei niederen Bauten oft auch nur hinauf „geschupft“, d. h. von einem niederen auf das höhere Gerüste geworfen, dort von Arbeitern aufgefangen und aufgestapelt oder sie werden, von auf einer Leiter übereinander sitzenden Arbeitern, von einem zum anderen hinaufgereicht, „gehandelt“. Manchmal geschieht der Transport auch mittels Schiebtruhen oder bei schwerem Material mit Rollwägen u. dgl.

3. Leitergerüste.

Für ganz geringe Belastungen, z. B. bei Fassadenrenovierungen u. dgl. dienen zumeist Leitergerüste, die entweder mit gewöhnlichen Leitern (Fig. 8, T. 6) oder nach neuerer Art mit eigens hiezu vorbereiteten Gerüstleitern (Fig. 9, T. 6) hergestellt werden.

Aus gewöhnlichen Leitern kann die Eingerüstung nach Fig. 8, T. 6, auf folgende Art bewirkt werden: Durch die Dachbodenfenster oder durch herzustellende Öffnungen in der Dachfläche werden kurze, starke Balken (Ausschußriegel) in Entfernungen von zirka 3 m über die Dachtraufe vorgeschoben und mit dem Dachgehölze fest verspreizt und verklammert. An der Außenseite jedes Riegels wird sodann eine Rolle angebunden, mit dieser eine genügend hohe Sprossenleiter aufgezogen, letztere in lotrechte Stellung gebracht und an den Ausschlußriegel festgebunden und der Bund gegen Abrutschen mit Klammern angeheftet. (Kurze Leitern können mit Schnürleinen auf die nötige Länge zusammengebunden werden.) Ist bei jedem Ausschlußriegel eine Leiter aufgestellt, so legt man in passenden Höhen Pfosten *b* auf die Leitersprossen und bindet 1 m über diese Pfosten schmale Bretter *c* (Brustwehren oder Scheuladen) an die Wangen der Leitern fest. Ist der Raum zwischen dem Gerüstweg und der Gebäudewand breiter als 40 cm, so wird der Gerüstweg verbreitert, indem man schmale Riegelhölzer *a* in der Verlängerung der tragenden Sprossen an den Leitern festbindet und auf etwa vorspringende Mauer- teile aufliegt oder nach Fig. 8, T. 6, mit Streben *s* unterstützt. Auf diese Riegel werden mit 20 cm Übergreifung die Pfosten *e* gelegt und festgebunden.

Sämtliche Leitern müssen an der Außenseite mit diagonal angeordneten Latten oder Stangen so verbunden werden, daß diese mit den Leitern fixe Dreiecke bilden, welche seitliche Schwankungen sicher verhindern. Die Befestigungen sollen beim Leitergerüste nur mit Schnürleinen geschehen, weil Nägel und Klammern durch das fortwährende Schwanken der Gerüstung gelockert werden und die Klammern das Holz der Leitern schwächen, eventuell auch spalten würden.

Bei den neuartigen Leitergerüsten (Fig. 9, T. 6) werden alle Verbindungen mit Schraubenbolzen bewirkt, weswegen das betreffende Gerüst- materiale hiezu besonders hergerichtet sein muß. Die Wangen der Leitern sind mit Löchern versehen, durch welche die nötigen Schraubenbolzen eingeschoben werden, die entweder den Pfostenbelag samt Verbreiterung tragen oder die Scheu- laden und Streben festhalten. Diese Gerüste werden bei hohen Gebäuden ohne Ausschlußriegel aufgestellt und jede Leiter nur in den Fensteröffnungen durch Verspreizungen *n*, *n'* (Fig. 9) festgehalten.

Die unterste Etage wird in belebten Straßen über die Leitern hinaus ver- breitet, damit etwa herabfallende Gegenstände dadurch aufgefangen werden. Hiezu wird ein entsprechend langes, schmales Brett *a b* (Fig. 9, T. 6) hochkantig an jede Leiter festgeschraubt und am äußeren Ende mit einem Brettstück *a c* nach

oben an die Leiter gleichsam aufgehängt. Die Fugen des Pfostenbelages dieser Etage müssen mit schmalen Brettern überdeckt werden, um das Durchfallen von Gegenständen zu verhindern; den äußeren Rand des Belages schließen hochkantig gestellte Bretter ab.

Die Kommunikation zwischen den einzelnen Etagen erfolgt direkt über die Leitern. Das notwendige Baumaterial wird bei den Leitergerüsten gewöhnlich mittels Rollen aufgezogen.

Die Leitergerüste dürfen durch Deponierung von Baumaterialien nicht überlastet werden.

4. Hängegerüste.

Für geringe Ausbesserungen oder Fassadefärbungen usw. bedient man sich mit Vorteil der Hängegerüste (Fig. 10, T. 6); es sind dies Gerüste in der Form eines Hängestuhles, welche mit zwei verstellbaren Zugvorrichtungen (Flaschenzügen) an genügend starke Ausschubriegel aufgehängt werden. Der Hängestuhl besteht aus einem Pfostenboden, einem Geländer und je einem Hängeisen an beiden Enden. An den Hängeisen sind die Zugvorrichtungen befestigt, welche den Arbeitern gestatten, durch Drehen der an jeder Zugvorrichtung befindlichen Kurbel das Gerüste vom Hängestuhle aus in jede beliebige Höhe zu stellen.

Die Bestandteile dieser Gerüste müssen besonders solid und genügend tragfähig sein.

Die Baumaterialien und Werkzeuge werden über eine am Hängestuhl angebrachte Rolle aufgezogen. Die größte zulässige Belastung durch Arbeiter ist auf jedem Hängestuhl aufgeschrieben.

Jedes Hängegerüst muß durch geeignete Vorrichtungen (Anbinden) gegen seitliche Schwankungen gesichert sein.

Man kann die Hängestühle von einzelnen Firmen gegen Bezahlung der Abnutzungskosten fallweise ausleihen, eventuell besorgt die Firma auch das Aufstellen derselben.

5. Ausschub- oder schwebende Gerüste.

Für Arbeiten an einzelnen Fassadestellen können vorteilhaft Ausschub- oder schwebende Gerüste (Fig. 11, T. 6) benützt werden. Es werden durch die Fenster- oder sonstige Maueröffnungen Balken *a* (Ausschubbäume) hinausgeschoben, im Innern auf einen Mauerbock *b* mit einer kleinen Neigung nach innen aufgelegt, gegen den Plafond mit einem lotrecht stehenden Balken *c* abgespreizt und gegen seitliche Verschiebung durch einen aufgeklammerten Balken *d* gesichert. Auf diese Ausschubbäume wird der Pfostenbelag *f* so befestigt, daß derselbe nicht aufkippen kann; um diesen Belag wird ein leichtes aber sicheres Geländer *g* hergestellt. Auf die Fensterbrüstung wird zur Verhinderung der Abnutzung derselben ein entsprechendes Brettstück gelegt.

Diese Ausschubgerüste dürfen nicht übermäßig belastet werden. Das Baumaterial wird gewöhnlich den Arbeitern von der Öffnung aus zugereicht, von der aus auch der Austritt aus dem Gebäude auf das Gerüst erfolgt.

Ähnliche Ausschubgerüste wird man häufig auch bei Stockwerkaufsetzungen anwenden, um das Aufstellen höherer Langtennengerüste zu ersparen. Auch zum Abtragen von Gebäuden werden dieselben benützt. In diesem Falle werden für die Ausschubbäume *a* in der Fußbodenhöhe eigene Maueröffnungen durchgestemmt (Fig. 12, T. 6); die Ausschubbäume werden dann mittels Streben *b* gegen die Mauer oder gegen untere Gerüste gestützt und an der inneren Mauerflucht mit festgeklammerten Balken *c* gehalten. Solche Gerüste müssen im allgemeinen stärker konstruiert werden und ein höheres Geländer (*g*, *h*, *s*) zur Verhinderung des Herabfallens von Schutt und Ziegeltrümmern erhalten.

Die Ausschußgerüste eignen sich auch zu Verputzarbeiten bei hohen Feuermauern u. dgl.; hiebei werden die einzelnen Gerüststöcke nach vollendeter Arbeit, von oben beginnend, abgetragen und die ausgesparten Riegellöcher darnach vermauert.

6. Bewegliche Gerüste.

Für Arbeiten in langen, hohen Galerien oder an langen, hohen Mauern können mit Vorteil bewegliche, d. h. verschiebbare Gerüststühle, etwa nach Fig. 3 oder 4, T. 7, zur Verwendung gelangen. Diese Gerüststühle sind auf Bohlen oder Schienen gelagert und längs der ganzen Galerie, bezw. Wand, verschiebbar, machen daher eine vollständige Eingerüstung entbehrlich.

7. Herstellung der Baugerüste.

Die Baugerüste werden von Maurern, besser aber von eigenen, sogenannten „Gerüstarbeitern“ oder geübten Zimmerleuten hergestellt. Die Gerüsthölzer, die leicht, jedoch genügend stark und vollkommen gesund sein müssen, läßt man stumpf aneinanderstoßen oder übergreifen und verbindet sie mit Gerüstklammern oder Nägeln. Die Belagsbretter sind besonders dicht aneinander zu schließen; deren Randbretter sind solide mittels Nägeln und Klammern an die Unterlagen zu befestigen, während die mittleren Bretter nur an den Enden mit je einem Nagel angeheftet werden brauchen. Behufs Schonung des Gerüstmaterials soll man Balken und Pfosten möglichst in den vorhandenen Längen, ohne sie zuzuschneiden, verwenden. Rundstämme werden zwecks leichterer Handhabung meist waldkantig behauen.

Bezüglich richtiger Anordnung der Gerüstklammern ist folgendes zu beachten: Im allgemeinen sind die Klammern derart einzuschlagen, daß sie nur auf Zug beansprucht werden und kein Verdrehen derselben stattfinden kann. (Siehe z. B. die Klammern k in Fig. 4, T. 6.) Da beim Einschlagen der keilförmigen Spitzen der Klammern die zu verbindenden Holzteile (z. B. a und b , Fig. 13, T. 6) immer mehr zusammengezogen und schließlich an den Berührungsfächen bei n n' aneinandergepreßt werden, so nützt man diesen Vorteil womöglich auch aus. Schlägt man z. B. nach Fig. 4, T. 6, bei Befestigung der Ständer (Anschifter) einzelne Klammern in der Richtung k_1 ein, so ziehen dieselben die Anschifter herab und pressen sie an die unteren Riegel c fest an. Diese Klammern müssen daher zuerst eingeschlagen werden.

An Stelle der Anschifter werden auch eiserne Träger oder Stützklammern zum Befestigen der Riegel an die Langtennen benützt (Fig. 7, T. 6). Diese ermöglichen zwar ein beliebiges Heben und Senken des Gerüststockes, sind aber nicht so sicher wie die Anschifter.

B. Versetzgerüste.

Zum Versetzen schwerer Konstruktionsteile (Quadern) bei größeren Bauten sind vom Zimmermann *abgebundene Versetzgerüste* (Fig. 1 und 2, T. 7) notwendig, welche eine solidere, planmäßig ausgeführte, mit Schraubenbolzen verstärkte Konstruktion erfordern.

Das System eines abzubindenden Gerüsts richtet sich nach dem Zweck, welchem es dienen soll. Seine Tiefe ist so anzunehmen, daß außer dem Raume für die aufzuführenden Mauern auch genügend Platz zum Aufwinden sämtlicher Baumaterialien vorhanden sei. Das Gerüst muß vollkommen frei stehen, darf also nicht auf den herzustellenden Mauern aufruhen.

Fig. 1, T. 7, zeigt ein solches Gerüst für Hochbauten. Die Ständer werden gewöhnlich vor der Mitte der Fenster- und Türöffnungen innen und außen paar-

weise aufgestellt, dann mit durch die Öffnungen reichenden Querriegeln und Streben so verbunden, daß der Raum zur Aufführung der Mauern ganz frei bleibt. Die Ständer *a* ruhen auf Langschwellen *b* und diese auf Querschwellen *b*¹ aus hartem Holze (manchmal auch auf steinernen Sockeln); sie erhalten eine solche Länge, daß sie durch zwei Etagen reichen und die Stöße sich in den Etagen übergreifen. Auf jedem Stoß ruhen die Tragbalken *c* und auf diesen die Riegel *d*; gegen Schwankungen schützen die Querstreben *e* und die Langstreben *f*. Alle Hölzer werden, wie in Fig. 1 angedeutet, mit Schraubenbolzen verbunden. Auf die Tragbalken *c* können bei jedem Fenster beliebig viele Riegel gelegt werden, auf welchen dann der Pfostenbelag ruht (in der Figur nicht gezeichnet). Auf den obersten Tragbalken *c*¹ sind Schienen befestigt, auf welchen die Räder der Aufzugwinde laufen.

In den meisten Fällen, z. B. bei größerer Fensterentfernung, legt man, wie beim Langtennengerüste, auf die Riegel entsprechend viele Langbalken, auf diese die Streu (Spateln) und darauf den Pfostenbelag.

Die weitere Gerüstung innerhalb der einzelnen Etagen erfolgt mittels Mauerböcken.

Die Ständer können auch nur einfach, wie in Fig. 2, T. 7, angeordnet werden. Sie reichen dann nur von einer Etage zur anderen; zwischen deren Stoß liegt der Tragbalken, welcher samt den Ständern von einem Zangenpaar umfaßt wird, das an die Ständer verbolzt ist. Die Riegel können auch als Doppelzangen auf beiden Seiten der Ständer angeordnet werden. Die Eckständer werden in beiden Fällen aus vier Balken gebildet.

Bei sehr hohen Gerüsten (für Türme u. dgl.) wird man auch noch zur Sicherung gegen Windstoß lange Streben anordnen und der Gerüstung im unteren Teile eine möglichst große Basis geben müssen.

C. Gerüstbrücken.

Für den Transport größerer Erd- oder Steinmassen über trockene oder nasse Gräben, über schmale Täler u. dgl. werden oft entsprechende Überbrückungen auszuführen sein, die im allgemeinen so wie hölzerne, provisorische Brücken hergestellt werden.

Über schmale Gräben werden die den Brückenbelag tragenden Balken bloß auf zwei Langschwellen gelegt; für breitere Gräben sind außerdem zur Unterstützung der Brücke die erforderlichen Ständerjoche nach Fig. 5, T. 7, herzustellen. Bei tiefen Gräben, bei denen die unterstützenden Joche zu hoch ausfallen würden, kann eine Unterstützung der Tragbalken mit einfachen oder doppelten Sprengwerken erfolgen. Hängwerke oder zusammengesetzte Balken sind für derart provisorische Überbrückungen schon zu kompliziert.

Gerüstbrücken über unebenes oder versumpftes Terrain, für auf Schienen laufende Rollwägen können nach Fig. 5, T. 7, hergestellt werden. Die Ständer *a* werden je nach ihrer Höhe 0.80—1.50 *m* tief in den Boden eingegraben oder eingerammt, auf die erforderliche Höhe abgesägt und auf diese die Kappschwellen *b* aufgezapft und mit den Ständern verklammert. Gegen seitliche Schwankungen wird, über sämtliche Ständer eines Joches reichend, eine zangenartige Strebe *c* mit diesen verbolzt. Auf den Kappschwellen liegen die erforderlichen Tragbalken *d* und auf diesen die Querriegel *e*, welche die Schienen und den Bohlen- oder Pfostenbelag *f* aufnehmen. Sind keine Schienen erforderlich, so kann der Bohlen- oder Pfostenbelag unter Weglassung der Querriegel direkt auf die Tragbalken gelegt werden.

IV. Maurerarbeiten.

Allgemeines über Benennung und Verband der Mauern.

Unter Mauerwerk versteht man übereinander gelegte Schichten von Steinen, die gewöhnlich durch ein Verbindungsmittel (Mörtel) zu einem Ganzen verbunden sind.

Zu den Maurerarbeiten gehören alle zur Herstellung von Mauern samt deren Verputz erforderlichen Arbeiten sowie die verschiedenen Versetzarbeiten.

Das Mauerwerk kann aus natürlichen oder aus künstlichen Steinen oder aus Stampf- und Gußmassen (Beton u. dgl.) hergestellt werden.

Je nach den bei Herstellung von Mauern zur Verwendung gelangenden Baumaterialien unterscheidet man: Ziegel-, Bruchstein-, Quadermauerwerk, gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk, schließlich Beton- und Pisémauerwerk.

Die seitlichen Flächen einer Mauer heißen Wandflächen oder Wände. Die sichtbaren Wandflächen, die nicht durch anschließende Erde u. dgl. verdeckt sind, daher rein bearbeitet werden, nennt man Mauerhaupter. Der Ausdruck „Wand“ wird auch allgemein gebraucht, z. B. Scheidewand, Erdwand, Riegelwand, Bretterwand usw.

Diejenigen Flächen eines Mauersteines, auf welchen der Druck des Mauerwerkes lastet, heißen Lagerflächen. Die Berührungsflächen eines Steines mit den Nachbarsteinen, die keinen Druck auszuhalten haben, heißen Stoßflächen.

Der Raum zwischen den Lagerflächen heißt Lagerfuge, jener zwischen den Stoßflächen Stoßfuge. Die am Mauerhaupter sichtbaren Mörtelfugen nennt man Mörtelbänder.

Liegt der Mauerstein mit seiner Längendimension parallel zur Längsrichtung der Mauer, so nennt man ihn Läufer, liegt er dagegen senkrecht darauf, so wird er Binder genannt. Je nachdem in einer Schar am Mauerhaupter Binder oder Läufer sichtbar sind, nennt man sie „Binder- oder Läuferschar“.

Um einen möglichst stabilen Mauerkörper zu erlangen, müssen die Bausteine in gutem Verband, d. h. in zweckmäßiger Anordnung neben- und übereinander gelegt werden. Die Stoßflächen sind so anzuordnen, daß sie in den aufeinanderfolgenden Steinlagen (Scharen) nicht zusammenfallen, sondern daß die Stoßfuge immer auf volle Steine zu liegen kommt — „Vollaufluge“ — und womöglich auf die Mitte der unten und oberhalb liegenden Steine trifft.

Je nach Form und Lage des Mauerwerkes unterscheidet man:

- A. Stehendes Mauerwerk, bei welchem die Höhe größer ist als die Breite;
- B. Liegendes Mauerwerk, welches im Verhältnis zur Länge und Breite eine sehr geringe Höhe hat (Pflasterungen, Estriche usw.).
- C. Schwebendes Mauerwerk (Gewölbe, Steindecken und Gesimse), welches durch die Form der Bausteine und durch deren gegenseitige Verbindung frei schwebend erhalten wird.

A. Stehendes Mauerwerk.

Das stehende Mauerwerk (die Mauern) erhält je nach seiner Lage und Bestimmung verschiedenartige Benennungen, und zwar:

Umfassungsmauern, das sind jene Mauern, welche einen Raum einschließen (umfassen).

Hauptmauern, so nennt man alle Mauern, welche Decken tragen, gleichgültig ob diese Umfassungs-, Scheide- oder Mittelmauern sind.

Scheidemauern, welche bloß zur Unterteilung einzelner Räume dienen.

Mittelmauern, das sind jene Hauptmauern, welche das Gebäude parallel zur Längennachse unterteilen, im Verein mit den Hauptmauern die Deckenkonstruktion tragen und die meisten Rauch- und Ventilationsschlote aufnehmen.

Seiten- oder Stirnmauern, welche das Gebäude an der Schmalseite (Stirnseite) abschließen. Der Abschluß eines Gebäudes gegen das Nachbargebäude, den Nachbargrund, wird durch die **Feuermauer** gebildet.

Brandmauern, welche längere Gebäude durchqueren, um die rasche Fortpflanzung einer Feuersbrunst zu verhindern. Sie müssen alles Holzwerk vollständig trennen und bis über die Dachfläche emporggeführt werden.

Widerlagsmauern, an welche sich die Gewölbekonstruktionen stützen; **Endwiderlager**, das sind Mauern, die nur auf einer Seite von der Gewölbekonstruktion belastet sind; **gemeinschaftliche Widerlager** hingegen auf beiden Seiten.

Bekleidungsmauern; sie dienen lediglich zum Schutze von Böschungen gegen Verwitterung.

Stütz- oder Futtermauern, welche zum Schutze von Anschüttungen oder Böschungen gegen Einsturz dienen.

Pfeiler, das sind Mauern von kleinem, horizontalem Querschnitt und verhältnismäßig großer Höhe. Runde Pfeiler nennt man **Säulen**.

Werden Pfeiler anschließend an eine Mauer mit dieser in Verband hergestellt, so nennt man sie **Wandpfeiler**, in der Architektur auch **Lisenen**. **Wandpfeiler**, welche dem Druck einer Erdwand oder eines Gewölbes (z. B. bei Kirchen) entgegenwirken, nennt man **Strebpfeiler** oder **Kontreforts**.

Verband im stehenden Mauerwerke. Dieser erfolgt nach den früher angegebenen Direktiven. Die Lagerflächen werden aus Stabilitätsrücksichten horizontal angeordnet. Die Steine sollen nicht hochkantig gestellt werden, sondern immer die größte Fläche als Lagerfläche bekommen (flachkantig).

In besonderen Fällen — z. B. als oberer Abschluß einer freistehenden Mauer — kann es jedoch angezeigt sein, etwa hiezu verwendete Ziegelsteine auf die schmalen Flächen (hochkantig) aufzustellen.

Je nachdem eine Schichte Steine flach- oder hochkantig gelegt wird, unterscheidet man eine **liegende** oder **stehende** Schar von Steinen. Eine stehende Ziegelschar nennt man **Rollschar**.

1. Ziegelmauerwerk.

(Tafel 8.)

Die Ziegel eignen sich zufolge ihrer regelmäßigen Form, ihres geringen Gewichtes, der hinreichenden Festigkeit, der guten Verbindungsfähigkeit mit dem Mörtel, dann deshalb, weil sie den Schall und die Wärme schlecht leiten, in besonderer Weise als Bausteine. Sie ermöglichen einen raschen Baufortschritt und bilden gegenwärtig das hauptsächlichste Baumaterial für unsere Wohnhäuser.

Unser Normalziegel ist 6,5 cm hoch, 14 cm breit und 29 cm lang. Für 1 m³ gerades Ziegelmauerwerk braucht man daher bei 5% Bruchannahme und Berücksichtigung der 1 cm dicken Mörtelbänder rund 300 Stück Ziegel. Der Mörtel beträgt dabei zirka 0,20 m³.

Die zur Verbandherstellung notwendigen Teilsteine macht sich der Maurer durch Zerkleinern von gewöhnlichen Ziegeln selbst, indem er diese der Länge oder Breite nach teilt. Wird der ganze Ziegel (Fig. 1 a, T. 8) nach der Breite in die Mitte geteilt, so erhält man halbe Steine (Fig. 1 c, T. 8). Wird so ein Stein noch halbiert, so erhält man Viertelsteine (Fig. 1 b, T. 8). Wird nur ein Viertelstein abgetrennt, so bleibt ein Dreiviertelstein übrig (Fig. 1 d, T. 8). Teilt man den Stein der Länge nach in die Hälfte, so erhält man die Kopf- oder Riemstücke (Fig. 1 e, T. 8).

Die Mauerstärken werden stets nach Abstufungen der Ziegelbreite ausgeführt und demgemäß, inklusive Dicke der Stoßfugen, 15, 30, 45 cm usw. stark benannt und so auch in den Plänen kotiert.

Die gewöhnlichen Mauerdicken sind:

$\frac{1}{2}$ Stein stark	= 15 cm;	ohne Verputz	genau 14 cm;	mit 2 + 2 = 4 cm	beiders.	Verputz	18 cm
1	" "	" "	" "	" "	" "	" "	33 cm
$1\frac{1}{2}$	" "	" "	" "	" "	" "	" "	48 cm
2	" "	" "	" "	" "	" "	" "	63 cm
$2\frac{1}{2}$	" "	" "	" "	" "	" "	" "	78 cm
usw.							

a) Ziegelverbände.

Für die Ausführung des Ziegelmauerwerkes gelten folgende Regeln:

1. Es sind möglichst nur ganze Ziegel zu verwenden; Teilsteine sind nur dort anzuwenden, wo es für den Verband notwendig ist. Bruchstücke sollen nur in beschränktem Maße vermauert und in der Mauer entsprechend verteilt werden.
2. Im Innern der Ziegelmauern sollen in allen Scharen, also sowohl in Binder- als auch in Läufer-scharen, nur Binder angewendet werden.
3. Die Stoßfugen sollen in jeder Schichte, sowohl nach der Längen- als auch nach der Querrichtung der Mauer durchlaufen.
4. Die Stoßfugen der übereinander liegenden Schichten müssen im ganzen Mauerwerke „voll auf Fug“ angeordnet sein.

Je nach der Lage der Stoßfugen gegeneinander unterscheidet man verschiedene Ziegelverbände, und zwar: den Schornstein- oder Läuferverband, den Binder- oder Kopfverband, den Blockverband, den Kreuzverband, den gotischen oder polnischen Verband, den holländischen Verband und den Strom- oder Festungsverband.

Die Verschiedenheit der einzelnen Verbände zeigt sich in der verschiedenen Anordnung des Fugennetzes, wodurch ganz charakteristische Figuren an dem Mauerhaupt und bei der sogenannten Abtreppung und Verzahnung sichtbar werden.

Unter **Abtreppung** versteht man ein Mauerende, welches sich ergibt, wenn man von dem Endsteine der obersten Schichte ausgehend, alle jene Steine der unteren Schichten abhebt, die sich, ohne den Verband zu zerstören, abheben lassen.

Die **Verzahnung** oder **Verschmattung** ist jene Art des vertikalen Abschlusses einer Mauer, bei welcher die Endsteine jeder zweiten Schichte, gleichsam als Zähne über die vertikale Abschlußfläche hervorragen und zur Herstellung der Verbindung mit später aufzuführenden, anschließenden Mauern oder Mauerteilen dienen. Die zwischen den Zähnen zurückspringenden, d. h. vertieft liegenden Teile des Mauerhauptes nennt man zurückgesetzte Schmatzen.

Der **Schornstein- oder Läuferverband** (Fig. 2, T. 8). Dieser besteht nur aus ein Ziegel breiten Läufer-scharen, deren Stoßfugen auf halbe Ziegel-länge gegeneinander verstellt sind. Die Abtreppung und Verzahnung erfolgt regelmäßig nach Halbsteinen. Dieser Verband dient nur zur Aufführung von schwachen Mauern (Scheidemauern) und der Schornsteine.

Der **Binder- oder Kopfverband** (Fig. 3, T. 8). Bei diesem sind in allen Scharen, am Haupt und auch im Innern, nur Binder angeordnet. Die Abtreppung und die Verzahnung haben gleiche Stufen-, bzw. Zahnbreiten, und zwar gleich der halben Ziegelbreite.

Dieser Verband wird meistens bei ein Stein dicken Mauern gebraucht.

Der **Blockverband** (Fig. 4, T. 8). Derselbe besteht aus abwechselnden Läufer- und Binderschichten, wodurch förmliche Blöcke am Mauerhaupt sich ergeben. Die Abtreppung ist ungleichförmig, jedoch symmetrisch, mit abwechselnden Stufenbreiten von $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ Ziegellänge. Die Verzahnung ist regelmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge.

Der Blockverband unterscheidet sich vom Binderverband eigentlich nur an dem Haupte, im Innern des Mauerwerkes verschwindet der Unterschied. Die Fig. 4 *a*, T. 8, zeigt den Blockverband in der Ansicht des Mauerhauptes, die Fig. 4 *b*, *c*, *d* und *e* den Grundriß für verschiedene Mauerstärken bei einem rechtwinkligen Mauerabschlusse und bei ebensolchen Ecken.

Der Kreuzverband (Fig. 5, T. 8), *a* Ansicht, *b*, *c*, *d* und *e* Grundrisse verschiedener Mauerstärken.

Er besteht ebenfalls aus abwechselnden Läufer- und Binderschichten, jedoch findet noch ein weiterer Fugenwechsel statt, indem alle Binderschichten durchaus gleiche Lager erhalten, von den Läufercharen aber jede zweite um $\frac{1}{2}$ Steinlänge verschoben ist. Die Abtreppung ist hiebei gleichmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge. Die Verzahnung ist eine symmetrische, mit halber Ziegelbreite, jedoch mit dreimal wechselnden Tiefen.

Der gotische oder polnische Verband (Fig. 6, T. 8), *a* Ansicht, *b* und *c* Grundrisse. Hier wechseln in jeder Schichte Binder und Läufer. Die Abtreppung ist gleichmäßig mit $\frac{3}{4}$ Ziegellänge, die Verzahnung ebenfalls gleichmäßig mit $\frac{1}{4}$ Ziegellänge.

Dieser Verband hat den Nachteil, daß im Innern der Mauern die Stoßfugen stellenweise Fug auf Fug fallen. Für reine Ziegelmauern hat derselbe daher keinen Wert, dagegen ist er bei einer Ziegelverkleidung von Bruchsteinmauerwerk (Fig. 6 *c*, T. 8) ganz gut anwendbar.

Der holländische Verband (Fig. 7, T. 8), *a* Ansicht, *b* Grundriß. Dieser Verband unterscheidet sich vom gotischen dadurch, daß immer eine Binderschichte mit einer polnischen Schichte wechselt. Es entstehen so Blöcke am Mauerhaupt, wie beim Blockverband, welche durch Binderscharen voneinander getrennt sind.

Der Strom- oder Festungsverband (Fig. 8, T. 8). Bei diesem wechseln mit zwei oder vier Läufer- und Binderschichten zwei oder vier Stromschichten ab, bei denen die Stoßfugen mit dem Mauerhaupten einen Winkel von 45° oder 60° bilden. Die Mauerhäupter sind entweder im Block- oder Kreuzverbande ausgeführt.

Bei diesem Verband findet der Fugenwechsel am häufigsten statt, weswegen man ihn auch hauptsächlich bei besonders dicken und ausgedehnten Mauern, z. B. bei Stütz- und Festungsmauern verwendet. Im Hochbau wird er manchmal im Fundament in unterster Lage, als sogenannte Kreuzschar angeordnet.

Verband bei Mauerenden. Bei Mauerenden ist der Abschluß nach den Verbandarten verschieden durchzuführen, und zwar:

a) Beim Schornsteinverbande erfolgt der Abschluß durch Halbsteine (Fig. 2 *a* und *b*, T. 8).

b) Beim Binder- oder Kopfverbande muß jede zweite Schichte mit $\frac{3}{4}$ Steinen abgeschlossen werden (Fig. 3 *a* und *b*, T. 8).

c) Beim Blockverbande muß jede Läufer- oder Binderschichte mit soviel $\frac{3}{4}$ Steinen abgeschlossen werden, als die Mauerdicke ein Vielfaches der halben Steinlänge ist. In den Binderschichten richtet sich der Abschluß nach der Mauerstärke. Bei ein Ziegel starken Mauern legt man ganze Binder bis ans Ende (Fig. 4 *b*, T. 8); bei $1\frac{1}{2}$ Stein starken Mauern muß man vier Stück $\frac{3}{4}$ Steine anwenden, um die Fugen zu decken (Fig. 4 *c*, T. 8); bei stärkeren Mauern ordnet man an den Mauerhäuptern je zwei Stück $\frac{3}{4}$ Steine und dazwischen so viele ganze Binder an, als Platz haben (Fig. 4 *d* und *e*, T. 8).

Statt mit $\frac{3}{4}$ Steinen kann man auch mit Kopfstücken die Mauerenden bilden. Hiebei gehen die Läufer- oder Binderschichten mit ganzen Steinen durch, während in die Binderschichten vor den letzten Steinen Kopfstücke eingeschaltet werden (Fig. 9 *a* bis *d*, T. 8). Bei ein Stein starken Mauern sind am Ende der Binderschichten nur ganze

Steine (Fig. 9 c, T. 8), bei stärkeren Mauern wieder vier Stück $\frac{3}{4}$ Steine anzuwenden (Fig. 9 d, T. 8).

d) Beim Kreuzverbande wird in jeder zweiten Läuferschichte bei ein Ziegel starken Mauern ein Binder, bei stärkeren Mauern, neben dem $\frac{3}{4}$ Ziegel $\frac{1}{2}$ Ziegel eingelegt, welche den Fugenwechsel für den Übergang vom Block- zum Kreuzverbande bewirken.

Der Abschluß mit Kopfstücken erfolgt beim Kreuzverband in gleicher Weise wie beim Blockverband, siehe Fig. 9 a bis d, T. 8.

Für die anderen Verbandarten ergibt sich die Konstruktion der Mauerenden auf ebenso einfache Weise.

Verband bei Mauerkreuzungen (Fig. 10 a bis d, T. 8).

Bei Mauerkreuzungen müssen die Läufercharen der sich kreuzenden Mauern stets durchgehen, während die Binderscharen an die Kreuzung anstoßen. Die Stoßfugen dürfen dabei im einspringenden Winkel nicht zusammenfallen.

Das Anlegen der Ziegel beginnt in der Ecke, indem man die Läufer um $\frac{1}{4}$ Stein über die Kreuzung vorragen oder hineingreifen läßt (Fig. 10 a und b, T. 8). Im übrigen wird der Verband nach den allgemeinen Regeln durchgeführt.

Bei schiefwinkligen Kreuzungen (Fig. 10 c und d, T. 8) wird wieder die Läuferchar mit ganzen Ziegeln regelrecht durchgeführt, während die Binder unter Einhaltung der Verbandregeln entsprechend zugehauen werden.

Verband bei Mauerecken. Hierbei ist ein ähnlicher Vorgang wie bei den Mauerenden einzuhalten, speziell sind folgende Regeln zu beachten:

1. Die Mauerhäupter müssen in ein und derselben Schichte auf einer Seite Binder, auf der anderen Seite Läufer zeigen;

2. An den Enden dürfen nur ganze oder $\frac{3}{4}$ Steine verwendet werden, Kopfstücke sind neben den ganzen Ecksteinen in der Binderschar zu legen.

3. Ansichtsflächen zugehauener Ziegel dürfen nur bei spitz- und stumpfwinkligen Ecken an den Mauerhäuptern sichtbar sein, sonst sind diese Ziegel stets in das Innere der Mauern zu verlegen.

4. Bei spitz- und stumpfwinkligen Ecken müssen die Stoßfugen möglichst senkrecht zum Mauerhaupte angeordnet werden, an den ausspringenden Ecken dürfen keine Stoßfugen sein.

Nach diesen Regeln sind in den Fig. 4 a bis e, T. 8, rechteckige Mauerecken im Blockverbande mit Anwendung von $\frac{3}{4}$ Ziegeln und in den Fig. 5 a bis e, T. 8, solche im Kreuzverbande mit Anwendung von Kopfstücken für verschiedene Mauerstärken konstruiert.

Die Konstruktion mit $\frac{3}{4}$ Ziegeln oder mit Kopfstücken ist bei beiden Verbänden ganz gleich durchzuführen, nur ist beim Kreuzverbande in jeder zweiten Läuferchar neben dem Eckstein ein halber Ziegel zu legen, welcher den Fugenwechsel bewirkt.

Bei spitzwinkligen Ecken (Fig. 11 b, T. 8) wird zuerst der Eckstein gelegt, dessen Länge l gleich der Breite qu eines Ziegels mehr $\frac{1}{4}$ Ziegel sein soll. Der anschließende Binder wird dem Winkel entsprechend zugehauen, desgleichen auch die im einspringenden Winkel an die Läuferchar anschließenden Binder und die notwendigen Teilsteine im Innern der Mauer.

Bei stumpfwinkligen Ecken (Fig. 11 a, T. 8) beginnt man in der einspringenden Ecke mit dem Anlegen eines Binders, an welchem der anschließende Läufer dem Winkel entsprechend zugehauen wird; der übrige Verband ergibt sich, wie in der Figur dargestellt, unter Einhaltung der Verbandregeln von selbst.

Verband bei freistehenden Pfeilern oder Säulen.

Es gibt viereckige und polygonale Pfeiler, dann solche mit Vorsprüngen und runde Pfeiler oder Säulen.

Bei viereckigen Pfeilern (Fig. 13 a, b, c, T. 8) werden die Ecken nach den früher angegebenen Regeln für Mauerenden ausgebildet.

Bei polygonalen Pfeilern, deren Außenflächen unverputzt, also sichtbar bleiben (Fig. 14, T. 8) muß man sich zwei Schichten vollkommen einteilen und darnach besondere Formsteine herstellen lassen, welche dann nach den Detailzeichnungen in Verband zu bringen sind. Bei der Einteilung muß man trachten, wenn möglich mit 2—3 Sorten Formsteinen das Auslangen zu finden. Werden die Mauerhäupter verputzt, so kann der Verband aus gewöhnlichen Ziegeln durch Zuhauen derselben nach Fig. 15, T. 8, hergestellt werden.

Fig. 16 zeigt den Verband von rechteckigen Pfeilern mit acht Ecken, welcher ähnlich wie bei rechtwinkligen Mauerkreuzungen hergestellt wird.

Bei Säulen, deren Mauerhäupter verputzt werden, legt man eine Schichte (Fig. 17, T. 8) und dreht jede folgende, gleich zu konstruierende Schichte um einen Winkel von 90° gegen die untere. Auf diese Weise wird abwechselnd fortgesetzt, wodurch die Fugen nie übereinander fallen können. Um einen innigeren Verband zu erhalten, dreht man die zweite Schar um 90° gegen die erste, die dritte Schar um 45° gegen die zweite und wiederholt diese drei Lagen immer, so daß die Fugen ungleichmäßig wechseln. Für eine Rohbauausführung sind Formsteine ähnlich wie Kesselziegel herzustellen, bei denen die Stoßfugen radial gerichtet sind.

Verband bei gekrümmten Mauerhäuptern. Bei krummen Mauern mit größerem Krümmungshalbmesser können die Stoßfugen mit ungleicher, gegen die konvexe Seite sich erweiternder Breite angeordnet werden, so daß der Verband mit gewöhnlichen Ziegeln, wie bei geraden Mauern durchgeführt werden kann, wobei sich an den Mauerhäuptern in jeder Ziegelschar eine mehrfach gebrochene Linie ergibt.

Bei gekrümmten Mauern mit kleinerem Halbmesser müssen eigene Formsteine, ähnlich den Kesselziegeln, bestellt werden.

b) Mauern mit Hohlräumen.

Solche Mauern werden angewendet, um Räume, deren Begrenzungsmauern außen mit der Erde in Berührung stehen, trocken und wärmer zu erhalten oder um das Gewicht eines getragenen Mauerwerkes zu verringern, wodurch die tragende Konstruktion leichter gehalten werden kann.

Hohlräume in Mauern können hergestellt werden durch Anwendung von Hohlziegeln (Fig. 18, T. 8) oder durch Einschaltung von Luftschichten, bei Benützung der gewöhnlichen Steine (Fig. 19 und 20, T. 8).

Hohlziegel werden vorzugsweise zur Konstruktion von leichtem Mauerwerk geringer Dicke, für Gewölbe, Balkone, Scheidewände ohne Fundament u. dgl. verwendet; sie können in allen Verbandarten vermauert werden. Häufig verwendet man sie auch als Mauerverkleidung, zu welchem Zwecke sie entweder hochkantig vor die fertigen Mauerhäupter in Zementmörtel verlegt (Fig. 18 a, T. 8) und nur hie und da durch Ankersteine mit dem massiven Mauerwerk verbunden werden, oder man legt die Ziegel gleichzeitig mit dem Aufführen des übrigen Mauerwerkes in Verband (Fig. 18 b, T. 8).

Zur Erzielung von Hohlräumen mit gewöhnlichen Ziegeln werden häufig stärkere Mauern aus zwei voneinander getrennten Mauerteilen aufgeführt (Fig. 19 a und b, T. 8) und nur stellenweise durch Ankersteine miteinander verbunden. Solche Mauern werden häufig zur Trockenhaltung von Wohnräumen u. dgl., welche an eine Erdwand anschließen, angeordnet. Es müssen daher auch die Ankersteine an der der Erdwand zugekehrten Seite isoliert werden, damit sie die Feuchte nicht annehmen und nach innen leiten. Man kann sie zu diesem Zwecke vor dem Einmauern an einer Seite in Asphalt oder in Steinkohlenteer eintauchen und mit dieser Seite gegen die Erdwand verlegen. Überdies muß dafür gesorgt werden, daß die Mauerwerkshohlräume mit der äußeren Luft in Verbindung stehen.

Eine andere Konstruktion von Mauern mit Hohlräumen zeigt die Fig. 20, bei welcher aber statt der durchlaufenden Luftschichte bloß Hohlkanäle erzielt

werden, die in den aufeinanderfolgenden Ziegelschichten abwechselnd dem inneren oder äußeren Mauerhaupt näher liegen und durch den mittleren Mauerker n von einander getrennt sind. Durch diese Konstruktion kann aber keine gute Isolierung erreicht werden.

c) Das Schornsteinmauerwerk.

Der Zweck der Schornsteine, Rauchfänge oder Rauchschlote ist, die Verbrennungsgase der verschiedenartigen Heizanlagen möglichst gefahrlos und ohne Belästigung der Hausbewohner ins Freie zu führen. Durch sie soll auch der zur Verbrennung des Heizmaterials in den Öfen nötige „Zug“ erzeugt werden. Schlote verwendet man auch zur Abfuhr der verdorbenen Luft aus Räumen, in denen sich viele Menschen oder Tiere aufhalten müssen (Ventilationsschlote).

Damit nun alle diese Schlote tatsächlich eine gute Wirkung äußern können, ist es notwendig, daß durch entsprechende Anordnung der Schlote nach Höhe und Lage dafür gesorgt werde, daß die eintretenden Verbrennungsgase (verdorbene, erwärmte Luft) im Schlot nicht übermäßig abgekühlt und dadurch herabgedrückt werden, sondern ungehindert aufsteigen können. Man ordnet daher solche Schlote in geschützter Lage, also womöglich stets in Innenmauern (Mittel- und Scheidewauern) an und führt den über Dach emporragenden Teil des Schlotes 0·5—1·0 m über den Dachfirst.

Nach dem Querschnittsverhältnisse der Rauchfänge unterscheidet man zweierlei Arten, und zwar:

1. Die schließbaren Rauchfänge mit einem quadratischen Querschnitt von 45—60 cm, so daß ein Mann in den Schlot einsteigen und darin klettern (schließen) kann. Früher hat man diese Schlote fast ausschließlich angewendet. Für die damals üblichen offenen Feuerungsanlagen waren sie auch notwendig. Für die heutigen, geschlossenen Feuerungsanlagen sind schließbare Schlote weder zweckmäßig noch ökonomisch, da bei denselben leicht Gegenströmungen eintreten, welche den Rauch zurücktreiben, weil ferner zur Ausführung solcher Schlote schwächere Mauern nicht geeignet sind. Gegenwärtig werden schließbare Schlote nur mehr bei sehr großen Feuerungsanlagen (in Fabriken u. dgl.) angewendet.

2. Die russischen Rauchfänge. Diese haben einen bedeutend kleineren Querschnitt, lassen sich daher in den Mauern leicht unterbringen, ohne diese verstärken zu müssen; man kann sie einfach mit Bürsten, die an Ketten hängen und mit Kugeln beschwert sind, reinigen. Diese Vorteile brachten es mit sich, daß heute nur mehr russische Rauchfänge in Wohngebäuden zur Anwendung gelangen.

Die russischen Rauchfänge können einen quadratischen oder runden Querschnitt erhalten. Im letzteren Falle nennt man sie auch Rauchzylinder.

Die Querschnittsfläche des russischen Rauchfanges muß im richtigen Verhältnisse zur Anzahl der in denselben mündenden Öfen stehen. Man rechnet für gewöhnliche Wohngebäude pro Ofen eine Rauchfangquerschnittsfläche von 65—68 cm². Die kleinste Dimension eines russischen Schlotes ist 15/15 cm im Gevierte. In einen solchen können demnach $\frac{15 \times 15}{65} = 3$ Öfen mit ihren Rauchröhren einmünden.

Bei großen Gebäuden handelt es sich stets darum, in jeden Schlot so viel Öfen als möglich einmünden zu lassen. Die Wiener Bauordnung verlangt für Schornsteine einen viereckigen Querschnitt von mindestens 15/17 cm Gevierte oder einen kreisrunden Querschnitt von mindestens 18 cm Durchmesser. In derart dimensionierte Schornsteine können dann eventuell bis vier Ofenrauchröhren einmünden.

Die Querschnittsdimensionen der russischen Rauchschlote, dann der Ventilationsschlote und auch der dieselben umschließenden Mauern müssen mit

Rücksicht auf den Mauerverband stets ein Vielfaches der Ziegelbreite sein, damit nur wenig Teilsteine für den Verband erforderlich werden. Für gewöhnliche Rauchschlote wird bei Anwendung normaler Ziegel der Querschnitt mit 15/15 *cm* vorteilhaft sein. Für Ventilationsschlote wird man entsprechend der Mauerstärke und der Größe der zu ventilierenden Räume eine Querschnittsdimension von 15/15, 15/30, 30/30 *cm* und dgl. wählen. Bei Anwendung der runden Schlote müssen — wenn keine besonderen Schlotziegel zur Verfügung stehen — die Mauerziegel erst entsprechend zugehauen und außerdem Zwickelsteine verwendet werden, welche sich bei eintretender Feuerung durch die Hitze im Rauchzylinder leicht von der Wand lostrennen und beim Reinigen des Schlotes in demselben herabfallen können. Nachdem dadurch die angestrebte Glätte der Wände des Rauchzylinders leicht verloren geht, so wird sich bei Mangel besonderer Formziegel ein quadratischer Querschnitt besser eignen, wengleich bei diesem wieder der in den Ecken angesetzte Ruß beim Reinigen schwer zu entfernen ist, so daß solche Schlote zur Verhinderung gefährlicher Rußansammlungen öfter ausgebrannt werden sollen.

Zur Ausführung der Rauch- und Ventilationsschlote werden dem Querschnitt derselben entsprechende Holzklötze oder Kästen aus Brettern mit rein gehobelten Außenflächen angefertigt. Diese macht man zirka 1 *m* lang und am unteren Ende etwas dünner; am oberen Ende werden sie mit einer Handhabe versehen. Die Kästen (Holzklötze) werden nach der Richtung des Schlotes auf die Mauer gesetzt, an diese die Ziegel mit Einhaltung eines kleinen Zwischenraumes leicht angemauert und der Raum zwischen dem Holzklötz und den Ziegelscharen mit dünnflüssigem Mörtel, womöglich Zementmörtel, ausgegossen, wodurch ein Verputz der Schlotwände hergestellt wird. Ist der Klotz zirka bis zur Hälfte eingemauert, so wird er emporgezogen, wieder festgestellt und das Mauerwerk fortgesetzt.

Für freistehende Rauchschlote können auch entsprechende Formsteine angefertigt werden (Fig. 5, T. II).

Russische Rauchschlote liegen öfters in größerer Zahl nebeneinander, in diesem Falle müssen die einzelnen Schlote stets durch eine 15 *cm* starke Trennungsmauer geschieden werden. Hochkantig aufgestellte Ziegel zwischen den Schloten sind ganz verwerflich, da selbe beim Putzen leicht durchgeschlagen werden können. Manchmal verwendet man zur Trennung der Schlote auch Eisenplatten, welche stellenweise durch Pratzen in den Mauern zu verankern sind und an den Zusammenstößen der übereinander stehenden Platten mit Nut und Feder ineinander greifen. Solche Eisenplatten sind besonders vorteilhaft anzuwenden, wenn neben den Rauchschloten auch Ventilationsschlote geführt werden, da sich letztere hiedurch leichter erwärmen und somit auch kräftiger ventilieren. Bei Verwendung schwefelhaltiger Kohle werden jedoch solche Eisenplatten sehr bald zerstört.

Wegen Feuersgefahr muß alles Holzwerk vom eigentlichen Schlot mindestens durch eine 15 *cm* starke, vollkommen dichte Mauer getrennt sein. Zur Erhöhung der Sicherheit schaltet man zwischen Holz und Mauerhaupt oft noch Dachziegel ein, welche die Fugen des Schornsteinmauerwerkes äußerlich noch decken, damit bei eventuellem Ausbröckeln der Mörtelfugen das Feuer nicht durchdringen kann. Es darf also weder Schornsteinmauerwerk auf Holz gestellt werden, noch darf sich Holz an solches Mauerwerk direkt anlehnen.

Die Richtung der Rauchschlote soll möglichst vertikal sein. Ist man gezwungen, Schlote schief zu führen, so nennt man dies das *Schleifen* der Schlote. Die Notwendigkeit hiezu tritt ein, um einzelnen Konstruktionsteilen, z. B. Türen usw., auszuweichen oder weil man bestrebt ist, die Feuerungen eines Stockwerkes möglichst in Gruppen zusammenzuziehen. Im Dachbodenraum und ganz besonders über Dach müssen aber alle Schlote vertikal geführt werden. Der zulässige Maximalwinkel der Schleifung beträgt innerhalb des Mauerwerkes 60° gegen die Horizontalebene (Fig. 21, T. 8).

Die in der Figur mit *a* bezeichneten, doppelt schraffierten Teile des Mauerwerkes sind durch das Auffallen der beim Reinigen der Schlote in denselben hinabzulassenden eisernen Kugel der Zertrümmerung ausgesetzt, sollen daher mit festem Materiale (Klinker, Bruchstein, Beton) in Portlandzementmörtel hergestellt werden.

Es ist zweckmäßig, wenn alle Schlote möglichst nahe beim First ausmünden, damit ihre freie Länge über Dach möglichst kurz ausfalle.

d) Ausführung des Ziegelmauerwerkes.

Alles Ziegelmauerwerk ist nach den Verbandregeln rein auszuführen, wobei das Mörtelband nicht dicker als 1·2 *cm* für die Lager- und 1 *cm* für die Stoßfugen sein soll. Der verwendete Mörtel muß dünnflüssig sein und die Fugen ganz ausfüllen. Die Ziegel — besonders alte — sollen vor der Verwendung von Staub und Schmutz sorgfältig gereinigt werden, damit der Mörtel an den Ziegeln fest haften. Die Ziegel sollen ferner entsprechend angefeuchtet werden, damit dem Mörtel nicht das zum Abbinden notwendige Wasser entzogen werde (bei hydraulischen Bindemitteln besonders wichtig).

An den Mauerhäuptern sollen die Fugen auf zirka 2 *cm* Tiefe offen, d. h. frei von Mörtel bleiben, damit der Verputz besser haften, bezw. Rohbauten nachgefugt werden können; man nennt dies mit „offenen Fugen“ mauern.

Ober dem Bauhorizont wird zumeist Weißkalkmörtel, unter dem Bauhorizont mit Vorteil Zementmörtel oder verlängerter Zementmörtel verwendet. Für stark belastete Mauerteile, Pfeiler, mehrfach durchbrochene Mauern usw., bei denen die Belastung 5 *kg* pro *cm*² überschreitet, wendet man Romanzementmörtel mit gut gebrannten, gewöhnlichen Ziegeln, bei einer Belastung von über 7·5 *kg* pro *cm*² Portlandzementmörtel in Verbindung mit Klinkerziegeln an. Für Feuerungsanlagen wird Lehm- oder Schamottmörtel benützt.

Jeder Ziegel soll in der richtigen Lage in das Mörtelband eingedrückt, dann aber nicht mehr verrückt werden, weil sonst die Bindung des Mörtels unterbrochen wird.

Das Anlegen der Mauern, d. h. das richtige Beginnen des Mauerns geschieht stets durch den Polier selbst, indem er die erste Schichte nach den Schnurgerüsten, wenigstens an den Ecken und Kreuzungen eigenhändig legt, und zwar so, daß die ersten Steine in der Richtung der Schnur, in gleicher Höhe und vollkommen horizontal liegen. Die folgenden Schichten werden dann von den Ecken aus so emporgeführt, daß die Mauern lotrecht und mit horizontalen Lagerfugen gleichmäßig emporsteigen. Nach 1—2 *m* Höhe muß der Polier die Ausführung der Mauer kontrollieren. Eventuelle Höhendifferenzen sind durch schwächere oder stärkere Lagerfugen allmählich horizontal abzugleichen.

Zur genauen Austeilung der Lagerfugen bedient man sich des sogenannten Aufstiches (Schichtenmaßes), einer Latte, auf welcher die richtige Einteilung der Lagerfugen für die ganze Geschoßhöhe vorgezeichnet ist; auf demselben werden auch alle Höhenpunkte für wichtige Konstruktionsteile, z. B. Fenster, Türen, Gewölbsanläufe, Deckenaufleger, Ventilations- und Rauchschtöffnungen, Stiegen und dgl. verzeichnet. Der Aufstich wird bei der Ausführung an den Wagriß (eine horizontale Linie, 1 *m* über dem Fußboden) mit einer vorgezeichneten Marke angelegt, worauf dann alle gewünschten Höhenpunkte von demselben auf die Mauer übertragen werden können.

Durch das Gewicht des Mauerwerkes wird der Mörtel in den Lagerfugen gepreßt, wodurch die Mauern Setzungen erleiden, die sich zum größten Teile schon während des Aufmauerns vollziehen; diese Setzungen sollen aber $\frac{1}{500}$ der Mauerhöhe nicht überschreiten.

Bei Ziegelrohbauten, bei denen es auf die richtige Lage der Steine besonders ankommt, müssen zuerst die Ecken und Pfeiler mit dem Nivellierinstrument horizontal angelegt werden; für die weitere Mauerung wird für jede Schichte eine

Schnur vor dem Mauerhaupte gespannt und für die Höhenlage jeder Schichte der beschriebene Aufstich benützt.

Alle sichtbaren Mauerhäupter müssen eben und vollkommen lotrecht hergestellt werden; hiezu bedient sich der Maurer bei der Ausführung der Mauerlatte und des Lotes. Bei $\frac{1}{2}$ und 1 Ziegel starken Mauern kann wegen der ungleichen Größe der Ziegel nur eine Seite der Mauer rein bearbeitet werden, die Unebenheiten des zweiten Mauerhauptes werden durch den Verputz ausgeglichen.

2. Bruchsteinmauerwerk.

(Tafel 9.)

Nach der Form und Bearbeitung des Steinmaterials unterscheidet man verschiedene Arten von Bruchsteinmauerwerk, und zwar:

a) das ordinäre Bruchsteinmauerwerk, b) das Zyklopen- oder Polygonalmauerwerk und c) das Schichten- oder Hackelsteinmauerwerk.

a) Das ordinäre Bruchsteinmauerwerk.

(Fig. 1, T. 9.)

Bei dem ordinären Bruchsteinmauerwerk werden die Steine unter ganz geringer Bearbeitung so verwendet, wie sie gefunden, bezw. gebrochen werden, so daß gar keine Regelmäßigkeit bei diesen Mauern zu erkennen ist und eine Ausschieferung selbst am Mauerhaupte erfolgen muß.

b) Das Zyklopen- oder Polygonalmauerwerk.

(Fig. 2, T. 9.)

Für dieses Mauerwerk eignen sich Steine, welche keine ausgesprochenen Lagerflächen haben, also zumeist runde oder ballenförmige Steine. Diese werden durch Zuarbeiten der Stoßflächen auf zirka 15 cm Tiefe an ihrer Außenseite in eine geradlinige, zumeist polygonale Form gebracht und zu einem stabilen Mauerkörper zusammengefügt, ohne die Fugen im Mauerhaupte ausschiefen zu müssen. Die Abschlüsse bei den Mauerenden und Ecken müssen aber durch lagerhafte Steine bewirkt werden.

c) Das Schichtenmauerwerk.

(Fig. 3, T. 9.)

Man unterscheidet das rauhe und das reine Schichtenmauerwerk. Zum rauhen Schichtenmauerwerk sind lagerhafte, mindestens $0.05 m^3$, zum Beispiel $\left(\frac{0.50 \times 0.40}{0.25} m\right)^*$ große Steine notwendig, welche nach entsprechender, rauher Bearbeitung mit horizontalen Lager- und vertikalen Stoßfugen derart vermauert werden, daß am Mauerhaupte mindestens 20 cm hohe, durch die ganze Mauerlänge reichende Schichten entstehen, wobei jedoch einzelne Steine auch durch zwei Schichten reichen können. Die Steine müssen sich dabei um 15 cm übergreifen und mindestens bis auf 10 cm vom Mauerhaupte gegen das Innere der Mauer bearbeitet sein. Die Fugenweite soll zwischen 10–13 mm betragen. Eine Ausschieferung der Fugen am Mauerhaupte ist bei diesem Mauerwerk nicht zulässig. Im Innern der Mauer müssen die Zwischenräume der unregelmäßigen Bruchflächen mit kleineren Steinen in gutem Mörtel voll ausgefüllt werden.

Beim reinen Schichtenmauerwerk werden die Steine an den Mauerhäuptern, dann an den Stoß- und Lagerfugen mit dem Stockhammer (siehe Steinmetzarbeiten)

*) Bei einer derartigen Bezeichnung drückt der Zähler immer die Horizontaldimensionen, der Nenner aber die Vertikaldimensionen des Steines aus.

rein bearbeitet, so daß es möglich ist, die Fugendicken auf 5—8 mm zu reduzieren. Sonst unterscheidet es sich nicht vom rauhen Schichtenmauerwerk.

Regeln für die Ausführung des Bruchsteinmauerwerkes. Für die Ausführung des Bruchsteinmauerwerkes gelten im allgemeinen dieselben Verbandregeln wie für Ziegelmauerwerk, soweit dies die Unregelmäßigkeit der Steine gestattet. Es muß also ein möglichst reicher Fugenwechsel, sowohl an den Mauerhäuptern als auch im Innern der Mauer stattfinden. Durch Anordnung möglichst vieler Binder wird die Stabilität der Mauer wesentlich gehoben. Bei schwachen Mauern müssen möglichst viele mauerdicke Binder angeordnet werden.

Die Steine sollen im Mauerwerk so gelagert sein, daß die natürlichen, an den meisten Steinen erkennbaren Schichtflächen als Auflagerflächen verwendet erscheinen. Ferner soll die Lagerfläche stets die größte Fläche des Steines sein, die zweitgrößte Fläche dagegen als Mauerhaupt benützt werden. Niemals dürfen Steine hochkantig aufgestellt werden, wie dies häufig bei plattenförmigen Steinen, namentlich beim Zyklopenmauerwerk geschieht, um möglichst rasch schöne Mauerhäupter zu bekommen. Dadurch wird gegen die Stabilität der Mauer arg verstoßen.

Die größten Steine werden in den unteren Schichten und zu den Mauerecken verwendet; für letztere sind besonders lagerhafte Steine nötig.

Das ordinäre Bruchsteinmauerwerk soll nach Ausführung je entsprechend hoher Schichten (0.60—1.20 m) horizontal abgeglichen werden. Häufig werden zu diesen Abgleichungen 2—3 Ziegelscharen angeordnet. In diesem Falle empfiehlt sich auch die Verkleidung der auspringenden Ecken, dann der Licht- und Kommunikationsöffnungen mit Ziegeln (zusammengesetztes Mauerwerk).

Die teilweise Bearbeitung der Bruchsteine erfolgt je nach dem Härtegrad und der Bearbeitungsfähigkeit derselben mit dem Mauerhammer, mit dem Ein- oder Zweispitzhammer oder mit dem Spitzisen. Die einzelnen Steine werden in ein dickflüssiges Mörtelbett gelegt und mit kleinen Steinen gut unterzwickt; kein Stein darf hohl liegen. Die Zwischenräume im Innern der Mauer werden mit kleineren Steinen und mit Mörtel voll ausgefüllt. Zwickelsteine im Mauerhaupte müssen möglichst tief in das Innere der Mauer einbinden, gut eingepaßt und noch vor dem Übermauern durch die nächste Schichte gut in Mörtel verlegt werden.

3. Quadermauerwerk.

(Tafel 9.)

Bei diesem müssen die Steine auf allen Seiten rein und scharfkantig zugearbeitet werden; nur im Innern der Mauer kann das Fehlen von scharfen Ecken und Kanten bis zu $\frac{1}{8}$ der Steintiefe gestattet werden.

Für gerade Mauern werden parallelepipedische Steine angefertigt, deren Dimensionen zumeist von den Lassen im Bruche und von der Festigkeit der Steine abhängig sind.

Die Länge der Steine soll im richtigen Verhältnisse zu deren Höhe und Breite stehen, weil zu lange und dünne Steine durch die unvermeidlichen Setzungen im Mauerwerke brechen würden. Gebräuchliche Dimensionen sind jene, bei welchen das Verhältnis von Höhe : Breite : Länge gleich ist 1 : 1 : 2 oder 1 : 1.5 : 2 oder 1 : 2 : 3.

Sämtliche Quadern einer Schichte müssen gleich hoch sein, die Schichtenhöhen können jedoch wechseln. Aus statischen und Schönheitsrücksichten werden bei ungleichen Schichtenhöhen die stärkeren Quadern im unteren, die schwächeren Quadern im oberen Teile der Mauer angeordnet.

Die Längen- und Breitendimensionen der Steine müssen mit Rücksicht auf den Verband bestimmt werden, es ist daher für jede Schichte eine Detailzeichnung anzufertigen, in welcher jeder Stein genau kotiert und numeriert erscheint und in welcher auch die Fugendicke angegeben ist.

Bei nicht parallelepipedisch geformten Steinen sollen zu spitze Winkel möglichst vermieden werden. Die Form und Größe solcher Steine wird durch Bezeichnung der Winkel und Kotierung der Dimensionen angegeben. Für komplizierte Steinformen müssen Schablonen in Naturgröße angefertigt werden. (Siehe Steinmetzarbeiten.)

Die allgemeinen Verbandregeln haben auch beim Quadermauerwerk volle Geltung, doch werden schon mit Rücksicht auf die verschiedenen Größen der Bruchsteine die Quadern auch in verschiedenen Dimensionen hergestellt, um das verfügbare Bruchsteinmaterial möglichst ausnützen zu können.

Für schwächere Mauern wird man mauerdicke Läufer anwenden (Fig. 4, T. 9); stärkere Mauern werden entweder bloß aus Bindern hergestellt (Fig. 5, T. 9) oder es kann auch eine Binderschichte mit einer Schichte wechseln, in welcher neben jedem Binder zwei Läufer folgen (holländischer Verband). Bei starken Mauern können (Fig. 6, T. 9) Binder- und Läufer-schichten abwechseln, dabei sollen im Innern der Mauer die Binderschichten 20 cm übergreifen.

Für eine Verkleidung von Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk mit Quadern kann der Verband dadurch hergestellt werden, daß in jeder Schichte abwechselnd ein Binder und ein Läufer gelegt werden (Fig. 7, T. 9). Dabei wird durch die Binder der Verband mit dem zu verkleidenden Mauerwerke hergestellt; die Stoßflächen der Binder werden hiebei nur auf die Dicke der Quaderverkleidung bearbeitet, während der in das zu verkleidende Mauerwerk eingreifende Teil rau, also un-bearbeitet bleibt.

Bei einer Verkleidung von Ziegelmauerwerk müssen die Quaderhöhen stets ein Vielfaches der Ziegelscharen betragen.

Eine innigere Verbindung der Quadern untereinander, z. B. bei Wasserbauten, kann dadurch erzielt werden, daß man die Stoßfugen derselben, etwa nach Fig. 8, T. 9, gebrochen ineinandergreifen läßt oder daß man sie mit eisernen Dollen (Donnerkeilen, Fig. 9) oder Klammern (Fig. 10, T. 9) verbindet. Diese Eisenteile werden in entsprechende Vertiefungen der Quadern eingesetzt und dann durch Einguß von Blei, Portlandzement, Schwefel u. dgl. fest mit dem Stein verbunden. Auch können einzelne Quadern durch eiserne Ankerschließen mit dem inneren Mauerwerke verankert werden, siehe Fig. 8 und 11, T. 9.

Der Verband bei Mauerecken erfolgt im allgemeinen ähnlich wie beim Ziegelverband mit $\frac{3}{4}$ Steinen. In den einspringenden Ecken sollen die Steine ausgewinkelt werden (Fig. 6 a, T. 9), so daß sich in der Ecke keine Stoßfuge ergibt.

Je nachdem die Steinflächen am Mauerhaupte glatt bearbeitet oder mit vorstehenden, rau belassenen Köpfen versehen und nur an den Kanten bearbeitet sind, unterscheidet man reines Quadermauerwerk und Rustikamauerwerk. (Siehe Steinmetzarbeiten.)

Das Versetzen der Quadern. Zum Transport der Quadern und zum Heben derselben auf die Mauern bedient man sich eigener Versetzgerüste (siehe Gerüste), welche es ermöglichen, den Stein in die höchste Lage zu heben und ihn an jeder beliebigen Stelle der Mauer zu versetzen. Sind nur wenige Quadern zu versetzen, so können selbe ohne besondere Hebevorrichtungen mittels hölzernen Walzen unter Anwendung von Hebstanzen an Ort und Stelle geschafft werden.

Zum Anfassen beim Heben der Quadersteine dienen verschiedenartige Vorrichtungen, und zwar:

Das Kranztau (Fig. 12, T. 9), bei dessen Anwendung die Steinkanten gegen Abdrücken durch das Seil mit Brettstücken, Stroh u. dgl. geschützt werden müssen.

Die Steinklaue oder der Wolf (Fig. 13, T. 9), ein nach unten an Breite zunehmender Zapfen, der in ein im Quader ausgemeißeltes, unterschäftiges Loch gesteckt und mit dem Schlüssel *a* festgehalten wird. Durch Ausziehen des Schlüssels *a* wird die Klaue gelöst. Die Klaue nach Fig. 14 eignet sich besonders

für die Anwendung unter Wasser, weil der Schlüssel *a* durch eine angebundene Leine vom Wasserspiegel aus herausgezogen werden kann. Für den gleichen Zweck kann auch die Hebelklaue dienen (Fig. 15, T. 9).

Die *Z a n g e* (Fig. 16, T. 9), welche den Stein mit zwei Pratzten an den Seitenflächen faßt. Die Zangenpratzten werden entweder in ausgemeißelte kleine Löcher des Steines eingesteckt oder mit kleinen Holzbrettchen belegt, welche sich in die rauhen Seitenflächen eindrücken (Fig. 16 b, T. 9).

Nachdem der Quader (das Werkstück) behutsam auf sein Lager gebracht worden ist, wird derselbe bezüglich seiner Form und Größe überprüft, eventuell wieder gehoben und seitwärts nachgearbeitet. Bei genau passender Form und Größe wird sowohl das Auflager als auch das Werkstück mit Wasser benetzt, auf das Lager eine entsprechende Mörtelschichte (aus feinem reschen Sand) aufgetragen, der Stein langsam in sein Lager herabgelassen, mittels Hebstanzen in die richtige Lage gebracht und mit Holzkeilen, welche in die Lager- und Stoßfugen eingelegt werden, genau fixiert.

Die Fugenweite soll möglichst gering sein; sie richtet sich nach dem Bearbeitungsgrade der Steinflächen und darf 15 mm für die Lagerfugen und 12 mm für die Stoßfugen nicht überschreiten.

An den Stoßflächen wird der Mörtel entweder schon vor dem Legen des Steines durch Aufziehen (Bewerfen der Steinflächen mit dickflüssigem Mörtel) angebracht oder es wird nach dem Versetzen der Quadern dünnflüssiger Mörtel in die Stoßfugen eingegossen und mit Kellen nachgestoßen, wozu aber die Mörtelfugen vorher mit dickem Mörtel, Lehm u. dgl. verstrichen werden müssen.

Nachdem sämtliche Quadern versetzt sind, wird das *Überarbeiten* derselben von oben nach unten vorgenommen, indem alle sichtbaren Steinflächen rein nachgearbeitet werden; die Seitenkanten im Mauerhaupte müssen aber schon vor dem Versetzen entsprechend zugearbeitet, d. h. mit dem „Schlage“ versehen sein.

Die Fugen werden dann auf 3—5 cm Tiefe ausgekratzt, mit feinem, gutem Mörtel oder mit Ölkitt verstrichen und eventuell noch mit Eisen geglättet.

4. Gemischtes und zusammengesetztes Mauerwerk.

Unter „gemischtem Mauerwerk“ versteht man ein aus verschiedenen Steinmaterialien ausgeführtes Mauerwerk, bei welchem die einzelnen Steingattungen wohl im Verband, aber je nach Form und Größe beliebig verteilt im Mauerwerke angeordnet werden. Gewöhnlich werden Ziegel mit Bruch- oder Klaubsteinen vermengt.

Beim zusammengesetzten Mauerwerke werden die einzelnen Materialgattungen ihrer Form und Größe entsprechend, nach bestimmten Grundsätzen verwendet.

Im allgemeinen wird man das bessere Material zur Mauerverkleidung, das lagerhafte Material (Ziegel und Quadern) zur Armierung der ausspringenden Mauer-ecken, Tür- und Fensteröffnungen usw. verwenden, während das übrige Mauerwerk mit dem nicht lagerhaften Material (Bruchstein usw.) hergestellt werden kann (Fig. 17 und 18, T. 9). Auch können in bestimmten Höhen ganze Schichten von lagerhaftem Material (Durchgurtungen oder Ketten genannt) das Mauerwerk durchziehen (Fig. 17, T. 9).

Mauerwerkverkleidungen aus Quadern. Das Sockel-mauerwerk leidet durch das Trauf- und Spritzwasser, dann durch Schnee und Frost mehr als das übrige Mauerwerk, weshalb hiezu ein wetterbeständiges Material verwendet werden soll. Zuweilen wird auch das ganze aufgehende Mauerwerk mit Quadern verkleidet, um die Mauerhäupter besser gegen die zerstörenden Witterungseinflüsse zu sichern (Monumentalbauten).

Bei der Verkleidung von Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk mit Steinquadern soll mit der Herstellung jeder Quaderschichte auch gleichzeitig die Hintermauerung vorgenommen werden, um ungleiche Setzungen tunlichst zu vermeiden. Der Verband

mit der Hintermauerung kann durch Verankerung mit entsprechend langen Ankersteinen verbessert werden (Fig. 8, T. 9), z. B. bei Wasserbauten.

Sockelmauerwerk mit Quader- oder Steinplattenverkleidung zeigen Fig. 20, 21 und 22, T. 9. Bei einer Sockelverkleidung mit Steinplatten muß die Übermauerung so durchgeführt werden, daß jeder Druck auf die Platten bei eintretender Setzung der Mauern ausgeschlossen ist, was durch Belassung einer entsprechend breiten Fuge zwischen Sockelplatte und darüber befindlichem Mauerwerk erreicht wird.

Als Beispiel einer Fassadeverkleidung gilt auch Fig. 22, T. 9.

5. Luftziegelmauerwerk.

Untergeordnete, niedere Gebäude können in Ermanglung von gebrannten Ziegeln auch aus Luftziegeln hergestellt werden, wobei dann statt Weißkalkmörtel Lehmörtel mit Beimengung von etwas Spreu, Hanf- oder Flachsabfällen verwendet wird.

Die Lehmsteine (Luftziegel) werden so wie die gebrannten Ziegel in Verband gelegt.

Ein solches Mauerwerk ist wenig tragfähig und muß vor Nässe sorgfältig geschützt werden; es soll daher nur auf einem Fundamente aus Bruchstein- oder gebranntem Ziegelmauerwerk aufgeführt werden.

Die ausspringenden Mauerecken, Tür- und Fensteröffnungen, Gewölbe und Rauchschlote sollen womöglich auch aus gebrannten Ziegeln hergestellt werden. Die Mauerhäupter müssen jedenfalls mit Lehm-, besser mit Kalkmörtel verputzt werden.

Während der Bauzeit muß man die Lehmsteinmauern vor Regen sorgfältig schützen. Zu diesem Behufe ist es vorteilhaft, zuerst das Dach mit breitem Vorsprung auf Holzständern aufzuschlagen, provisorisch einzudecken und unter dem Schutze des Daches dann das Mauerwerk herzustellen. Ist die Herstellung eines Daches nicht möglich, so müssen die Mauern vor jeder Arbeitspause mit Brettern provisorisch, aber zweckentsprechend (auch gegen Schlagregen) abgedeckt werden.

6. Pisé- und Betonmauerwerk.

Dieses Mauerwerk wird in der Weise hergestellt, daß man zuerst die Begrenzungsflächen desselben zumeist aus Holz aufführt und zwischen diese entweder eine dünnere, eventuell mit Steintrümmern vermengte Masse eingießt (Gußmauerwerk) oder diese Masse schichtenweise einbringt und feststampft (Stampfmauerwerk).

Nach den zur Verwendung gelangenden Materialien unterscheidet man: a) den Lehmstampfbau, b) den Kalksand- und Schlackenstampfbau, c) Betonstampfbau oder das Betongußmauerwerk.

a) Der Lehmstampfbau.

Dieser kann nur bei niederen und ganz untergeordneten Gebäuden Anwendung finden. Mit Bezug auf Schutz vor Nässe u. dgl. gilt das beim Luftziegelmauerwerk Gesagte.

Für den Stampfbau muß der von Steintrümmern und Wurzeln befreite Lehm befeuchtet und mit etwas Spreu gut vermengt werden. Dieses Material wird sodann in aufgestellte, mit Schraubenbolzen verbundene Bretterformen (Kastenformen), Fig. 4, T. 10, schichtenweise eingebracht und festgestampft. Ist eine Schichte soweit ausgetrocknet, daß diese ohne Einschalung standfest erhalten werden kann, so werden die Verbindungen der Kastenformen gelöst, die Formen um eine Schichte höher gesetzt und das Einstampfen der nächsten Schichte bewirkt. Auf diese Weise werden die Mauern bis zur Krönung schichtenweise aufgeführt. Die Tür- und

Fensteröffnungen werden mit Pfosten oder Balken überdeckt, eventuell mit gebrannten Ziegeln ganz verkleidet oder überwölbt.

Die Wandflächen müssen nach dem vollständigen Austrocknen entweder mit Kalkmilch getüncht oder mit einem Weißkalkmörtelverputz versehen werden.

b) Der Kalksand- und Schlackenstampfbau.

Hiezu wird ein steifer Brei aus grobkörnigem Sand oder Hochofenschlacke und Weißkalk im Mischungsverhältnisse wie 1:7 bis 1:16 hergestellt, in Holzformen wie beim Lehmstampfbau schichtenweise eingebracht und sodann festgestampft. Im Fundamente und Sockel wird man dieser Masse auch einen Teil Romanzement oder Portlandzement beimengen. Zur rascheren Erhärtung empfiehlt sich eine Beimengung von Romanzement, namentlich bei nasser Witterung, auch für die oberen Mauern. Im übrigen ist bei der Herstellung der gleiche Vorgang wie beim Lehmstampfbau einzuhalten.

c) Das Betonmauerwerk.

Unter Beton (Grobmörtel, Steinmörtel, Konkrete) versteht man ein Gemenge aus einem hydraulischen Mörtel und Kies- oder Schlägelschotter, welches die Eigenschaft besitzt, sowohl an der Luft als auch unter Wasser zu einem förmlichen Konglomerat zu erhärten. Im erhärteten Zustande ist also der Beton ein künstlich erzeugtes Konglomeratgestein, dessen spezifisches Gewicht, Festigkeit und sonstige Eigenschaften, je nach der Qualität, dem Mischungsverhältnisse der zur Beton-erzeugung verwendeten Materialien und nach der Art der Erzeugung variieren. Erhärteter Beton ist wenig elastisch, bildet eine feste, starre Masse, die nicht vollkommen wasserdicht ist.

Die gebräuchlichen Bezeichnungen für Beton sind verschieden, je nach Art des Bindemittels (Zementbeton), des Zuschlagstoffes (Kies-, Schlacken-, Ziegelbeton), je nach der Herstellungsart (Guß-, Schütt- oder Stampfbeton) oder je nach der Erhärtungsart (Luftbeton).

Als Bindemittel kommt hauptsächlich Zement in Frage, doch verwendet man auch andere Bindemittel, z. B. Traß, Gips, Asphalt usw.; man spricht dann von Traßbeton, Gipsbeton, Asphaltbeton u. dgl.

Die nachstehenden Ausführungen gelten im wesentlichen nur für Zementbeton.

Je nach Art der Verarbeitung unterscheidet man Trockenbetonierung und Naßbetonierung.

Bei ersterem Verfahren wird die Betonmasse in Formen eingebracht und dort, ehe noch die Erhärtung der Masse beginnt, durch Stampfen komprimiert (Stampfbeton), bei letzterem wird die Betonmasse in einer mehr breiartigen Konsistenz erzeugt und in die Form (Baugrube) geschüttet und dort ohneweiters erhärten gelassen (Schütt-, Gußbeton).

Das Schütten erfolgt mit Säcken, Kästen, Trichtern oder Röhren, und zwar sofort nach erfolgter Bereitung des Betons.

Beim Gußbeton kann sich keine gleichmäßige, homogene Masse bilden, da das zur Bereitung der Betonmasse verwendete, viele Wasser beim Erhärten nicht ganz absorbiert werden kann, wodurch im fertigen Beton viele Hohlräume entstehen und da ferner beim Ausgießen der Betonmasse die schwereren Bestandteile sich mehr unten absetzen. Der Gußbeton wird daher nur in jenen Fällen verwendet, in denen ein Stampfen des Betons nicht möglich ist, z. B. bei Betonierungen unter Wasser.

Eine umfangreiche und mannigfaltige Verwendung erhielt die Betonbauweise durch die Vereinigung des Betons mit Eisen (Eisenbeton).

Ob Quarz-, Kalk-, Dolomit- oder andere Sandarten zur Betonerzeugung verwendet werden, ist ziemlich belanglos, unbedingt erforderlich ist es aber, daß der Sand durch keine erdigen oder organischen Stoffe verunreinigt sei. Im all-

gemeinen ist für die Betonierung Flußsand dem Grubensand vorzuziehen. Unreiner Sand soll vor der Verwendung gewaschen werden. Bezüglich der Korngröße ist es am besten, mittelgroben Sand zu verwenden.

Der Schotter soll mindestens mittelhart und nicht größer als ein Hühnerei sein. Schlägelschotter ist dem Gruben- oder Flußschotter vorzuziehen, weil er scharfkantig ist und rauhe Flächen besitzt, daher mit dem Mörtel sich inniger verbindet. Größere Stücke im Fluß- oder Grubenschotter müssen geschlägelt werden; für kleinere Betonstücke eignet sich besonders feiner Schotter (Rieselschotter).

Sehr läufig wird an Stelle des Sandes und Schotters sogenannter Kies sand, das ist ein mit dem nötigen Sandquantum gemengt vorgefundener Fluß- oder Grubenschotter direkt verwendet.

Mischungsverhältnisse des Betons. In der Praxis erfolgt die Mischung der Materialien nach Volumenteilen des gelockerten Materiales.

Die Schottermenge muß derart bestimmt werden, daß jeder Stein mit einer genügenden, aber nicht zu dicken Mörtelschichte umhüllt sei. Zu wenig Mörtel würde die Zwischenräume im Schotter nicht gut ausfüllen, daher porösen Beton ergeben, während zu viel Mörtel den Beton unnütz verteuern würde.

Das erforderliche Quantum an Schotter und Mörtel kann dadurch ermittelt werden, daß man ein Gefäß mit Schotter füllt und es dann mit Wasser vollschüttet. Das zugegossene Wasserquantum mehr 15—20% ergibt die für das betreffende Schotterquantum notwendige Mörtelmenge.

Am wichtigsten für die Güte des Betons ist aber das Mischungsverhältnis des Zementes zum Sande. Um einerseits nicht durch zuviel Zementzusatz den Beton unnütz zu verteuern, andererseits aber nicht durch zu wenig Zementbeigabe eine zu geringe Festigkeit des Betons zu erlangen, muß man dieses Mischungsverhältnis dem jeweiligen Zwecke entsprechend anpassen.

Nachdem mit Portlandzement selbst bei sehr geringem Zementgehalt eine bedeutend härtere Betonmasse erzielt wird als mit Romanzement, so wird die Verwendung von Portlandzement für Betonierungen vorzuziehen und in vielen Fällen sogar auch ökonomischer sein.

Zu Betonbauten im Meerwasser sollen Zemente verwendet werden, die wenig im Meerwasser lösliche Bestandteile, daher hauptsächlich möglichst wenig Kalk enthalten. Schlackenzemente sind im Meerwasser im allgemeinen gut verwendbar. Je dichter, bzw. je fester gestampft der Beton ist, desto länger und besser widersteht er dem Meerwasser.

Zur Mörtel-, bzw. Betonbereitung für Bauten im Meerwasser ist es vorteilhaft, einen grobkörnigen Sand zu verwenden.

Betonquadern leisten dem Meerwasser einen desto größeren Widerstand, je früher sie vor ihrer Verwendung fertiggestellt wurden, bzw. je länger sie vor Beginn der Einwirkung des Meerwassers gelagert haben.

Nachfolgende Mischungsverhältnisse der Betonmaterialien sind für [die verschiedenen Inanspruchnahmen erfahrungsgemäß günstig, und zwar:

Für Fundamente, Pflasterungen in Gräben und Höfen, für minder wichtige Objekte mit Ausschluß der Decken, Portlandzement: Sand: Schotter = 1 : 4 : 6 oder 1 : 4 : 7 bis 1 : 5 : 10, auf schlechtem Baugrund = 1 : 3 : 6.

Für aufgehendes Mauerwerk und Gewölbe 1 : 3 : 5 oder 1 : 3 : 4.

Für bombensichere Decken, dem Schusse direkt ausgesetztes Mauerwerk und sonst für sehr wichtige Objekte 1 : 3 : 4.

Für die Erzeugung von großen Werkstücken 1 : 3 : 4 oder 1 : 2 : 3, letzteres für starke Beanspruchung.

Für kleinere, feinere Werkstücke, zu deren Herstellung Rieselschotter verwendet wird, 1 : 1½ : 2 bis 1 : 2 : 2.

Für ein bestimmtes Volumen erhärteten Betons ist ein größeres Volumen loser Zubereitungsmaterialien erforderlich, z. B.:

Für 1 m^3 erhärteten Beton mit dem Mischungsverhältnisse $1:3:4$ sind erfahrungsgemäß folgende Materialmengen im lockeren Zustande gemessen erforderlich:

Portlandzement	0.20 m^3
Sand	$3 \times 0.20 = 0.60\text{ m}^3$
Schotter	$4 \times 0.20 = 0.80\text{ m}^3$

Zusammen . . 1.60 m^3 feste Materialien.

Diese bedeutende Materialmenge für 1 m^3 festen Beton erklärt sich durch die Ausfüllung der Zwischenräume des Sandes und des Betonschotters und besonders durch die Komprimierung beim Stampfen.

Die Erzeugung des Betons. Die Erzeugung des Betons besteht in dem sorgfältigen Mischen und Durcheinanderarbeiten der Bestandteile desselben. Diese Arbeit ist höchst wichtig, da nur bei ordentlicher Mischung ein homogenes Betonmauerwerk geschaffen werden kann.

Sofern die Messung des Zementes nach Raumteilen erfolgt, gilt als Voraussetzung, daß der Zement ohne Fall in das Maßgefäß eingeschüttet (nicht eingerüttelt) wird.

Zur Umrechnung von Raumteilen auf Gewichtsteile ist der m^3 Portlandzement zu 1400 kg anzunehmen.

Die Herstellung des Betons erfolgt entweder durch Handarbeit oder durch Maschinen. Das maschinelle Verfahren ist, falls Wirkungs- und Bearbeitungsweise des verwendeten Mischapparates befriedigend sind, das zwar nicht in jedem Falle zuverlässigste, jedoch empfehlenswertere, wenn es sich um Bewältigung großer Massen handelt. Im übrigen muß das Mischverfahren den jeweiligen Verhältnissen und der Art der verwendeten Materialien angepaßt werden.

In der Regel sind Sand und Schotter voneinander getrennt zu verwenden, weil nur in diesem Falle das vorgeschriebene Mischungsverhältnis richtig eingehalten werden kann.

Die Trennung des Kiessandes mittels Durchsieben (Durchwerfen) in Sand und Kies verursacht hohe Kosten, muß daher, wenn es unbedingt notwendig ist, eigens vorgeschrieben werden.

Die Verwendung des Kiessandes in ungetrenntem Zustande ist jedoch das wirtschaftlichere Verfahren und in den meisten Fällen auch zulässig.

Der Zeitpunkt, in welchem während der Herstellung der Betonmasse das Wasser zugegeben wird, ist bei Hand- und Maschinenmischung verschieden sowie auch abhängig von den Baustoffen.

Da die Menge des Wasserzusatzes von maßgebendem Einfluß auf die spätere Festigkeit des erhärteten Betons ist, muß auf die richtige Bemessung der Anmachwassermenge in jedem Falle besondere Rücksicht genommen werden. Man unterscheidet im allgemeinen bei der Betonbereitung *erdfeuchten* und *plastischen* Beton.

Bei Herstellung von erdfeuchter Betonmasse muß der Wasserzusatz so bemessen werden, daß sich die Masse mit der Hand gerade noch ballen läßt, dabei auf der Haut Feuchtigkeit hinterläßt.

Bei Herstellung von weicher plastischer Betonmasse muß der Wasserzusatz soweit gesteigert werden, daß die Masse zwar noch stampffähig ist, während des Stampfens aber weich und wässrig wird und die Form gut ausfüllt.

Erdfeuchter Beton liefert bei richtiger und fachgemäßer Behandlung eine höhere Festigkeit, da er dichter gestampft werden kann, andererseits darf der Beton nicht zu trocken angemacht sein, da ihm sonst das zur Erhärtung erforderliche Wasser fehlen würde. Plastischer Beton erfordert wegen seiner leichten Verarbeitungsfähigkeit geringere Erfahrung und Übung seitens der Betonarbeiter. Für gewisse

Zwecke (Beton mit Eiseneinlagen) wird ein etwas größerer Wasserzusatz, als er bei erdfeuchtem Beton üblich ist, unentbehrlich.

Einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeit des Betons nimmt die Art und Zeitdauer der Mischung. Die Mischdauer kann dann als ausreichend angesehen werden, wenn die Steine allseitig mit innig gemischtem Mörtel behaftet sind. Im allgemeinen läßt sich behaupten, daß durch geübte Arbeiter die Handmischung solider und gleichmäßiger erfolgt als die Maschinenmischung. Die Mischung einer Mischmenge erfordert 5—15 Minuten. Druckversuche haben gezeigt, daß ein längeres Mischen — bis 15 Minuten — eine Erhöhung der Druckfestigkeit herbeiführt.

Die Betonherzeugung durch Handarbeit. Bei Handmischung wird die Betonmasse auf einem gut gelagerten, kräftigen, dicht schließenden Bretter-(auch Blech-)boden — Mischboden genannt — oder auf sonstiger ebener, schwer absaugender und fester Unterlage hergestellt.

Die nötigen Materialien werden nach dem geforderten Mischungsverhältnisse in Gefäßen (Holzkübeln, Schiebkarren), oft aber auch bloß mit Schaufeln vorgemessen. Der vorgemessene Sand wird zuerst in 10 cm hoher Lage ausgebreitet, darauf der ebenfalls vorgemessene Zement gleichmäßig geschüttet und das Ganze mit Schaufeln so lange durchgemengt, bis Zement und Sand gleichmäßig verteilt sind, welche letzteres man an einer einheitlichen Farbe der Mischung erkennt. Unter fortwährendem Mischen wird sodann mit einer Gießkanne Wasser so lange zugegossen, bis eine Mörtelmasse von der jeweilig erwünschten Konsistenz entsteht. Auf diese Mörtelmasse wird das vorgemessene, gut gereinigte und angehäßte Schotterquantum geschüttet und das Ganze mit Schaufeln (zirka dreimal) durchgemengt, bis alle Steintrümmer gleichmäßig mit Mörtel umgeben sind.

Bei Verwendung von Kiessand ist darauf zu achten, daß bei jeder Mischung die richtige Sand- und Schottermenge genommen werde, was ein geübter Arbeiter leicht erkennt.

Auf einem Mischboden wird in der Regel $0.5 m^3$ Beton auf einmal bereitet. Für größeren Bedarf können mehrere Mischböden näher der Verbrauchsstelle hergestellt und betrieben werden.

Die Vorteile der Handmischung bestehen darin, daß sie sich den jeweiligen Bedürfnissen und Besonderheiten des einzelnen Falles leicht anpassen läßt, daß man bequem dem Fortschritt der Arbeit folgen kann und daß der Mischprozeß stets genau beobachtet werden kann.

Die Betonherzeugung mit Maschinen. Das Bestreben, bei Verwendung von Maschinen der Vorteile der Handmischung nicht verlustig zu gehen, hat heute schon zu vielen, sehr verschiedenen Systemen von Mischvorrichtungen geführt.

Im allgemeinen teilen sich die Mischmaschinen ein in solche mit absatzweisem (unterbrochenem) Betriebe und solche mit ununterbrochenem Betriebe. Bei beiden Gattungen können die Mischbehälter in wagrechter oder geneigter Lage oder stehend angeordnet sein; dabei ist entweder der Mischbehälter umlaufend eingerichtet oder er ist fest und umlaufende Rührarme nehmen die Mischung vor. Der Betrieb der Maschinen erfolgt entweder von Hand aus oder mittels Kraftübertragung.

Ein einfacher Mischapparat, in Fig. 8 a, T. 10, dargestellt, ist folgender: Ein kubischer Holzkasten (Trommel) von zirka 80 cm Seitenlänge ist an zwei diagonal gegenüber liegenden Ecken an eine durch den Kasten reichende, eiserne Achse befestigt, welche an den Enden je eine Kurbel besitzt. Dieser Kasten ruht mit der Achse in den Lagern eines entsprechenden Holzgestelles und kann mittels der beiden Kurbeln um die eiserne Achse gedreht werden. Eine Seite des Kastens ist mit einem dicht verschließbaren Deckel versehen, durch welchen die Betonmaterialien eingeschüttet und auch ausgeleert werden.

Das entsprechend vorgemessene Sand-, Schotter- und Zementquantum wird durch die nach oben gerichtete Öffnung in den Kasten geschüttet, der Deckel

geschlossen und der Kasten langsam gedreht, wodurch die trockenen Betonmaterialien im Innern des Kastens von einer Wand zur anderen kollern und sich deren Mischung vollzieht. Nach gehöriger Mischung wird der Deckel geöffnet, Wasser zugegossen und durch langsames Drehen bei geschlossenem Deckel auf dieselbe Weise auch die nasse Mengung im Kasten bewirkt. Der nach unten gedrehte Deckel wird sodann geöffnet, worauf der fertige Beton in ein unterhalb aufgestelltes Transportgefäß fällt und abgeführt werden kann.

Mit dieser Vorrichtung kann $0.25 m^3$ Beton auf einmal erzeugt werden, wozu zirka 10 Minuten erforderlich sind. Bei größerem Bedarf sind mehrere solche Vorrichtungen nötig. Zur Bedienung (ohne Zu- und Abtransportieren der Materialien) sind fünf Mann erforderlich.

Zu einer solchen Betonmischung kann nur langsam bindender Zement verwendet werden, weil bei rasch bindendem Zement der Mörtel an den Wänden des Holzkastens ankleben würde.

Eine ähnliche Mischtrommel ist in Fig. 8 b, T. 10, dargestellt.

Bei dieser befinden sich im Innern der Trommel Schaufeln *f* und an den Innenwandungen schaufelförmige Ansätze *g*, welche bei Drehung der Trommel die Mischung vorwärts schieben, zerwühlen, heben und fallen lassen und so eine innige Mischung der Materialien bewirken.

Man hat auch ähnliche Mischbehälter, bei welchen die nach der Diagonale des Behälters angeordnete Welle zur Zuführung des Wassers hohl und mit vielen kleinen Löchern zur Abgabe des Wassers in den Mischbehälter versehen ist. Das Wasser wird der hohlen Welle durch ein mit Ventilen versehenes und gegen die Hohlwelle abgedichtetes Rohr zugeführt.

Auf eine Beschreibung anderer, komplizierterer und größerer Mischmaschinen kann hier nicht weiter eingegangen werden.

Betonverarbeitung. Die fertig zubereitete Betonmasse muß sogleich zur Verwendungsstelle gebracht und verarbeitet werden. Sie darf in die Baugrube oder Verschalung nur schichtenweise eingebracht werden, und zwar je nach der später gewünschten Beanspruchung des Bauwerkes, bei erdfeuchtem Stampfbeton in 15—20 cm hohen Schichten, bei weichem Stampfbeton in 20—30 cm hohen Schichten. In diesen Grenzen erhält man bei Anwendung der geringeren Schichtenhöhe die höhere Festigkeit.

Die einzelnen Schichten sollen, wo es die Bauausführung gestattet, rechtwinklig zu der im Bauwerk auftretenden Druckrichtung (also meist horizontal) eingelegt werden und, wo dies nicht möglich ist, gleichlaufend mit der Druckrichtung.

Die eingebrachten Betonschichten werden mit quadratischen oder rechteckigen, hölzernen oder eisernen Stampfern (Stößeln) von 10—16 cm Seitenlänge und 10—17 kg Gewicht so lange gestampft, bis sich an der Oberfläche der Schichte Wasser zeigt. Die Größe der aufzuwendenden Stampfarbeit wird bedingt durch die zu erzielende Festigkeit und durch die Art der Betonmasse (erdfeucht oder weich). Bei weicher Betonmasse kann zu langes Stampfen ein Entmischen herbeiführen, also schädlich wirken.

Besondere Sorgfalt ist auf das Stampfen der Ecken und Außenseiten (längs der Verschalung) zu verwenden, auch sollen hier keine großen Steine zu liegen kommen, damit auch hier der Beton vollkommen dicht und ohne Hohlräume sei. Man nimmt daher zum Stampfen in den Ecken und längs der Wände zweckmäßig die kleineren Stößel.

Bei nicht sehr ausgedehnten Betonobjekten sollen die einzelnen Schichten über das ganze Objekt reichen und vertikale Absätze (Abtreppungen) vermieden werden. Bei ausgedehnten Objekten können, sobald zwischen das Auftragen der einzelnen Schichten ein Zeitintervall von über 24 Stunden fallen würde, Abtreppungen

nicht vermieden werden. In solch einem Falle ist es gut, einzelne Teile der Betonmauer mit entsprechenden Abtreppungen auf die ganze Höhe auszuführen, da hiedurch wenigstens große, einheitliche Betonblöcke in dem Mauerwerk entstehen, wenn selbst an den Berührungsstellen zweier, zu verschiedenen Zeiten hergestellter Betonteile keine innige Verbindung erreicht werden sollte.

Bei Gewölben aus Beton muß der Abschluß der Betonschichten bei eintretenden Arbeitspausen immer radial zum Zentrum des Bogens gerichtet sein (Fig. 5, T. 10); ein horizontaler Abschluß würde bei sehr leicht eintretender Trennung der beiden, zu ungleichen Zeiten ausgeführten Betonschichten die Stabilität des Gewölbes in Frage stellen.

Behufs guter Verbindung einer frischen Betonschüttung an eine bereits erhärtete Betonmasse pflegt man den erhärteten Beton an den Verbindungsflächen durch teilweises Aufhacken rau zu machen, dann zu reinigen und unmittelbar vor dem Auftragen der frischen Betonmasse mit dünnflüssigem Portlandzement zu benetzen. Dies gilt sowohl für durchlaufende, horizontale Abschlußflächen als auch für vertikale Abtreppungen der fertigen Betonmassen.

Beim Anschlusse der Betonmasse an eine Holzverkleidung oder an Steinmauern sollen diese vor dem Einbringen des Betons etwas befeuchtet werden, damit sie dem Beton nicht Wasser entziehen und dieser dann undicht wird.

Die fertigen Betonmauern müssen im Erhärtungsstadium vor Sonnenhitze oder Frost durch Zudecken mit Brettern, Stroh, Laub oder Sand u. dgl. sorgfältig geschützt und vor zu raschem Austrocknen bewahrt, daher öfter mit Wasser begossen werden. Hat man Frost zu befürchten, so soll unter allen Umständen ein geeignetes Bedecken der fertigen Betonflächen vorgenommen werden, auch wenn die Oberfläche der Betonschichte noch nicht abgebunden hätte und z. B. durch Auftragen einer entsprechenden Sandschichte, auf einer sorgfältig gelegten Bretterlage die geebnete Fläche verloren ginge. Der eventuell dadurch entstandene Schaden kann durch Ausbessern leicht wieder gut gemacht werden.

Betonformen (Einschalungen). Der herzustellende Betonkörper muß unten und seitlich vollkommen und widerstandsfähig begrenzt sein, um die Betonmasse einbringen und ordentlich feststampfen zu können. Die Begrenzungsflächen können durch haltbare Erdwände, durch fertiges oder gleichzeitig mit der Betonierung aufzuführendes Mauerwerk oder durch Pfostenverschalungen gebildet werden.

Letztere müssen genau der Form und Größe der herzustellenden Betonkörper entsprechen und durch ein starkes Holzgerippe, an welches die Pfosten zu nageln sind, derart gestützt werden, daß einerseits durch das Einstampfen der schweren Betonmasse die Verschalung nicht hinausgedrückt und andererseits diese nach dem Erhärten des Betons wieder leicht entfernt werden kann; Fig. 5, T. 10, zeigt ein solches Beispiel.

Die Einschalung der aufsteigenden Mauer wird erst nach vollständiger Ausbetonierung der Fundamente bewirkt und dient dann die Fundamentgleiche dem Holzgerippe gleichzeitig als Auflager.

Die Schalbretter größerer Einschalungen werden ungehobelt, aber gefügt an das gut verspreizte Holzgerippe leicht angenagelt, während für kleinere Einschalungen die Bretter außerdem gehobelt, eventuell noch mit einem Fettstoff bestrichen werden, um das Anhaften des Betons zu verhindern.

Die Türöffnungen müssen gleichzeitig mit der übrigen Wandverschalung eingeschalt werden; Fensteröffnungen, sowie alle anderen höher liegenden Öffnungen können erst dann eingeschalt werden, wenn die Betonierung bis zu ihrer Höhe (Sohlbankhöhe) vorgeschritten ist.

Die Fenster- und Türstöcke sollen aber nicht gleich mit dem Aufführen der Mauern einbetoniert werden, weil einerseits eine Verschiebung derselben während der Betonierung stattfinden könnte, andererseits sie auch durch die Nässe zu viel leiden würden. Man wird daher die Öffnung genau und widerstandsfähig ausschalen und harte Holzstücke (Tragel) einbetonieren, an welche dann die Stöcke anzuschrauben sind.

Rauch- und Ventilationsschloten können so wie beim Ziegelmauerwerk hergestellt werden, indem man entsprechend aufgestellte Formen aus Holz oder dickem Bleche (Rauchzylinder) — eventuell Poterien — entweder mit Ziegeln einmauert oder mit Beton die Zwischenräume ausfüllt und feststampft (Fig. 7a und b, T. 10). Beim Einbetonieren müssen die Holzformen glatt gehobelt und mit Fettstoff bestrichen werden, damit der anschließende Beton nicht zu starke Reibung hervorruft und die Formen nach dem Erhärten der Betonmasse leicht hinaufgezogen werden können.

Schräge oder horizontale Hohlkanäle werden am besten mit Ziegeln gemauert. An die Mauerung schließt dann die Betonierung an (Fig. 6, T. 10). Man kann auch solche Kanäle teilweise mauern und teilweise an entsprechende Formkästen betonieren, sobald die Formen nach der Erstarrung des Betons wieder herausgezogen werden können (Fig. 7a und b, T. 10).

Bei haltbaren Erdwänden wird der Beton direkt an die entsprechend abgeglichenen Erdwände angeschlossener. Bei nicht haltbarem Erdreiche wird man gezwungen sein, auch Pfostenverschalungen herzustellen und diese gegen die Erdwände zu stützen (Fig. 6, T. 10). Können diese Verschalungen nach dem Erhärten des Betons nicht wieder entfernt werden, so wird man hiezu nur minderwertiges Holzmaterial verwenden und den Raum zwischen den Holz- und Erdwänden mit Erdmaterial vollstampfen.

Ausschalung der Betonobjekte. Die aus Holz hergestellten Formen werden wieder abgenommen (ausgeschalt), sobald die Betonkörper soweit erhärtet sind, daß sie ohne diese Hülle in ihrer Form erhalten bleiben. Die zur Verwendung gelangenden hydraulischen Bindemittel, die Größe und Lage der Betonkörper, endlich auch die Witterung sind bestimmend für die Zeit, wie lange das hergestellte Betonmauerwerk eingeschalt bleiben muß.

Bei mittlerer Temperatur und Verwendung von Portlandzement können niedere, gerade Mauern schon nach 24 Stunden, kleinere Gewölbe (mit 2—3 m Spannweite) nach 2—3 Tagen ausgeschalt werden, während Gewölbe mit größeren Spannweiten 10—14 Tage eingeschalt bleiben müssen.

Verputz auf Betonmauerwerk. Der Verputz haftet nur dann an Betonflächen, wenn er gleich nach dem Ausschalen, so lange der Beton noch feucht ist, aufgetragen wird.

Wenn die Betonform aus rein gehobelten, gut anschließenden Brettern hergestellt und der Beton sorgfältig eingebracht wird, so daß längs der Schalung keine Steine zu liegen kommen, wird ein Verputz zumeist nicht nötig sein.

Bei gegliederten Betonkörpern, besonders bei Gesimsen wird man, um einen späteren Verputz zu ersparen, die Schallflächen vor dem Einbringen der Betonmasse mit einer feinen Mörtelschicht belegen, in welcher sich die Gliederungen ziemlich scharf ausdrücken.

Mauerflächen, welche nur mit rauhen, ungehobelten Brettern eingeschalt waren, werden meist einen Verputz benötigen, welcher gleich nach dem Ausschalen angebracht werden soll. Die Verputzflächen müssen hierfür vorher von Staub gereinigt und mit Wasser benetzt werden, worauf der Zementmörtel in dünnen Schichten aufgetragen, mit der Latte abgezogen und entsprechend verrieben wird.

Der obere Abschluß von Betonkörpern, z. B. bei Fußböden, Dachflächen u. dgl. wird durch eine 2 cm dicke Zementmörtelschicht gebildet, welche gleich nach beendigter Stampfarbeit aufgetragen und mit der Latte abgestrichen, eventuell auch verrieben oder geglättet wird. (Siehe Verputz.)

7. Geböschte Mauern.

(Tafel 10.)

Geböschte Mauern werden größtenteils als Stützmauern zur Herstellung steiler Böschungen bei frischen Erdschüttungen und als Futtermauern zur Verkleidung von Abgrabungen bei gewachsenem Boden verwendet, in welchen Fällen selbe den auftretenden Erddrücken widerstehen müssen. Manchmal dienen geböschte Mauern bloß zur Verkleidung von Erdböschungen, die vermöge der Kohäsion des Materiales gegen Einsturz gesichert sind. In diesem Falle entfällt die Rücksichtnahme auf den Erddruck, weshalb solche Verkleidungsmauern bedeutend schwächer gehalten werden können als Stütz- oder Futtermauern.

Stütz- und Futtermauern werden gewöhnlich an den inneren Mauerhäuptern vertikal, an den äußeren aber geböschet, Verkleidungsmauern dagegen an beiden Mauerhäuptern geböschet hergestellt.

Die Neigung der Mauerhäupter kann verschieden sein und wird zumeist in Teilen der Höhe ausgedrückt ($\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$ der Mauerhöhe).

Wollte man bei horizontalen Lagerfugen ebene Mauerhäupter erzielen, so müßten die Ziegel oder Steine an den geböschten Mauerhäuptern entsprechend zugehauen werden, wodurch nicht nur an den unteren Steinkanten spitze Winkel entstünden, sondern bei den Ziegeln gerade der gegen die Witterung widerstandsfähigste Teil der scharfgebrannten Oberflächen verloren ginge.

Um diese Übelstände zu vermeiden, können bei stark geböschten Mauern die Lagerfugen normal, also senkrecht zur Böschungsebene angelegt werden, in welchem Falle die Mörtelbänder mit gutem Mörtel sorgfältig zu verstreichen sind, damit das Niederschlagswasser durch die geneigten Fugen nicht in die Mauer eindringen könne (Fig. 1, T. 10).

Bei wenig geböschten Mauern können die Ziegelscharen einfach horizontal und am äußeren Mauerhaupte etwas zurücktretend, also stufenförmig gelegt werden (Fig. 2 a, T. 10).

Bei dickeren und stärker geböschten Mauern können die äußeren Fugen senkrecht zum Mauerhaupte, die inneren aber horizontal angeordnet werden (Fig. 2 b, T. 10), wodurch also gebrochene Lagerfugen entstehen, welche den Verband allerdings etwas beeinträchtigen, welcher Nachteil aber durch Verwendung von gutem Zementmörtel behoben werden kann.

Bei Bruchsteinmauern mit kleinerem Böschungswinkel können die horizontalen Schichten am unteren Rande auch spitzwinkelig auslaufen (Fig. 3 a, T. 10). Bei größerem Böschungswinkel und nicht unbedingt notwendig glatten Mauerhäuptern können die Steine mit rauhen Köpfen über das Mauerhaupt vorragen, wobei die spitzen Winkel verschwinden (Fig. 3 b, T. 10); beim Quadermauerwerk können die Köpfe etwa nach Fig. 3 c, T. 10, rein bearbeitet werden.

8. Allgemeines über Mauerstärken.

Die Mauerstärken sind im allgemeinen abhängig von der Festigkeit des Materials, von der freien Höhe der Mauer und von der Inanspruchnahme derselben durch vertikale Belastung oder Seitenschub.

Bei Gebäuden gilt als freie Höhe einer Mauer die lichte Geschoßhöhe, weil in der Deckenkonstruktion die Mauern gegeneinander mit Ankerschließen verbunden werden.

a) Zulässige Beanspruchung des Mauerwerkes.

Für große Belastungen, Gewölbeschübe u. dgl. werden die Mauerstärken durch Rechnung bestimmt, wobei mit Rücksicht auf die geringere Festigkeit des Mörtels in den Lagerfugen, von der Festigkeit der verwendeten Steine nur $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ in Anspruch genommen werden darf.

Die berechneten Dimensionen werden entsprechend den üblichen Mauerstärken beim Ziegelmauerwerk auf ein Vielfaches von halben Ziegellängen und beim Stein- oder Betonmauerwerk auf eine durch 5 teilbare Zahl abgerundet.

Tab. I. Zulässiger Druck für gerades Mauerwerk in kg pro cm^2 :

- a) für Mauern nicht unter 45 cm Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension mindestens $\frac{1}{6}$ Höhe beträgt;
- b) für Mauern unter 45 cm Stärke sowie Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsdimension $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ der Höhe beträgt;
- c) für Pfeiler mindestens 30 cm kleinster Abmessung, deren kleinste Querschnittsdimension $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{12}$ der Höhe beträgt.

Nr.	Mauerwerk gattung	a	b	c
1	Ziegelmauerwerk mit Weißkalkmörtel	5	2.5	—
2	Ziegelmauerwerk mit Romazementmörtel	7.5	5	—
3	Ziegelmauerwerk mit Portlandzementmörtel	10	7.5	5
4	Gemischtes Mauerwerk oder Bruchsteinmauerwerk mit Weißkalkmörtel	4	—	—
5	Gemischtes Mauerwerk oder Bruchsteinmauerwerk mit Romazementmörtel	5	—	—
6	Gemischtes Mauerwerk oder Mauerwerk aus lagerhaftem Bruchstein mit Portlandzementmörtel	8	—	—
7	Bruchsteinmauerwerk aus zugerichteten, festem Steine	10	—	—
8	Mauerwerk aus geschlemmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlemmte) oder Pfeilerziegel mit Portlandzementmörtel	12	8	6
9	Mauerwerk aus Klinkern mit Portlandzementmörtel	20	15	10
10	Betonmauerwerk aus Romazement in Fundamenten, im Mischungsverhältnis von 250 kg zu 1 m ³ Sand mit Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	5	—	—
11	Betonmauerwerk aus Portlandzement bei Mauern nicht unter 45 cm Stärke, ferner aus Schlackenzement in Fundamenten oder an feuchten Orten:			
	a) im Mischungsverhältnisse von 500 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	18	—	—
	b) im Mischungsverhältnisse von 325 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	12	—	—
	c) im Mischungsverhältnisse von 225 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:8)	8	—	—
	d) im Mischungsverhältnisse von 175 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:10)	6	—	—

Tab. II. Zulässige Beanspruchung bei Gewölben aus Ziegelmauerwerk, Beton und Hausteinen, bis zu Spannweiten von 10 m.

Nummer	Mauerwerk gattung	Druck-	Zug-
		Festigkeit	
		in kg pro cm ²	
1	Ziegelgewölbe mit Weißkalkmörtel	5	—
2	Ziegelgewölbe mit Romanzementmörtel	7.5	—
3	Ziegelgewölbe mit Portlandzementmörtel	10	1
4	Gewölbe mit ausgeschlemmten Ziegeln bester Sorte (sogenannte doppelt geschlemmte) sowie aus Pfeilerziegeln mit Portlandzementmörtel	12	1
5	Gewölbe aus Klinkerziegeln mit Portlandzementmörtel	20	—
6	Betongewölbe aus Portlandzement oder aus Schlackenzement bei Verwendung an feuchten Orten:		
	a) im Mischungsverhältnisse von 500 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	18	3
	b) im Mischungsverhältnisse von 325 kg zu 1 m ³ Sand und Schotter (Volumenmischungsverhältnis 1:5)	12	2
7	Betongewölbe aus Portlandzement mit Eiseneinlagen (Monier, G. A. Wayss, Melan u. a. m.) im Mischungsverhältnisse von 500 kg zu 1 m ³ ungeworfenen Sand (Volumenmischungsverhältnis 1:3)	21	8
8	Gewölbe aus festen Hausteinen (lagerhaft bearbeitete Steine) mit gutem Portlandzementmörtel	30	1

b) Mauerstärken.

Die nachfolgenden Angaben gelten nur unter der Bedingung, daß die im vorhergehenden Kapitel angegebenen, zulässigen Beanspruchungen des Mauerwerkes nicht überschritten werden.

a) Freistehende Mauern.

Für freistehende Mauern kann die Dicke d als entsprechender Teil der Höhe h angenommen werden. Bei Ziegelmauerwerk in Weißkalkmörtel nimmt man gewöhnlich für starke Mauern $d = \frac{1}{8} h$, für mittelstarke Mauern $d = \frac{1}{10} h$ und für schwache Mauern $d = \frac{1}{12} h$.

Bruchsteinmauern sind wegen der geringen Lagerhaftigkeit der Steine mindestens 45 cm dick zu machen; nur ausnahmsweise können bei sehr lagerhaftem Steinmaterial kleinere Scheidemauern 30 cm dick gehalten werden.

Betonmauern können je nach der Verwendung von Zementkalk oder Portlandzement um 10—20% schwächer gehalten werden als Ziegelmauern in Weißkalkmörtel.

β) Stärke der Mauern in Wohngebäuden.

Diese ist abhängig von der freien Länge der Mauer, von der Zimmertiefe, von der Stockwerkshöhe und von der Art der Deckenkonstruktion.

Im allgemeinen sind bei gewöhnlichem Ziegelmauerwerk in Weißkalkmörtel und lichten Geschoßhöhen von nicht mehr als 5 m folgende Mauerstärken gebräuchlich:

Hauptmauern sind bei Zimmertiefen bis zu 6.5 m und freier Mauerlänge bis 10 m im obersten Geschoße 45 cm und bei Zimmertiefen über 6.5 m oder bei Mauerlängen über 10 m 60 cm stark zu machen.

Wenn das Gebäude Tramdecken hat (siehe Deckenkonstruktion), so können die Hauptmauern durch je zwei Geschoße gleiche Stärke haben, worauf selbe erst

in den zwei tiefer liegenden Geschossen um 15 *cm* stärker zu dimensionieren sind; wenn aber im Gebäude Tram- oder Ziegelgewölbedecken zwischen Eisenträgern angewendet werden, so können die Hauptmauern in allen Geschossen, je nachdem die Zimmertiefe kleiner oder größer als 6·5 *m* ist, 45 bzw. 60 *cm* stark gehalten werden, insofern der zulässige Druck nicht überschritten wird.

Falls Dippeldecken zur Anwendung kommen, muß für jedes Auflager der Dippeldecke eine 15 *cm* breite Verstärkung der tragenden Mauer erfolgen; dies gilt für alle tragenden Mauern, also auch für Mittelmauern.

Umfassungsmauern, die keine Deckenkonstruktion tragen (z. B. bei Risaliten), können in allen Geschossen 45 *cm*, Feuermauern selbst nur 30 *cm* stark gehalten werden.

Mittelmauern, welche zumeist auf beiden Seiten die Deckenkonstruktion tragen und außerdem die Rauch- und Ventilationsschlotte in sich aufnehmen, werden bei Anwendung von Tramdecken in dreistöckigen Häusern in allen Geschossen 60 *cm* stark gemacht. Bei vier Stock hohen Häusern erhalten die Mittelmauern in den vier oberen Geschossen dieselbe Stärke von 60 *cm*, hingegen im Erdgeschoße eine Dicke von 75 *cm*. Bei Anwendung von Traversendecken kann die Mittelmauer des obersten Stockwerkes bis auf 45 *cm* reduziert werden. Bei weniger als drei Stockwerken können die Mittelmauern bei Tramdecken und solchen mit eisernen Trägern durch alle Geschosse bloß 45 *cm* stark sein, wenn nicht zu viele Schlotte diese Mauer schwächen.

Brandmauern werden mindestens 15 *cm* stark gehalten, eventuell mit Verstärkungspfählen versehen.

Lichthofmauern müssen mindestens 30 *cm*, wenn sie zugleich aber eine Deckenkonstruktion zu tragen haben, 45 *cm* stark sein.

Stiegenmauern werden gewöhnlich durch alle Geschosse gleich stark dimensioniert, und zwar bei einer Stiegenbreite bis 1·5 *m* und beiderseits eingemauerten Stufen, dann für höchstens zweigeschossige Gebäude 30 *cm*, bei größerer Stiegenbreite und mehr als zweigeschossigen Gebäuden 45 *cm* stark. Bei freitragenden Stiegen müssen die Stiegenmauern mindestens 45 *cm* stark sein.

Scheidemauern sollen, wenn sie kein Deckenauflager bilden, innerhalb eines Wohnungskomplexes mindestens 15 *cm*, wenn sie Wohnungen trennen, 30 *cm* stark sein. Bei größeren Gebäuden (Kasernen, Schulen, Spitälern usw.) sollen Scheidemauern nicht unter 30 *cm* gemacht werden. Scheidemauern, welche durch drei Geschosse reichen, sollen im untersten Geschosse 30 *cm* stark gehalten werden.

Alle inneren Mauern sind an jenen Stellen, wo sie Rauchschlotte enthalten, mindestens 45 *cm* stark auszuführen. Schwächere Mauern müssen daher an solchen Stellen eine Zulage bis 45 *cm* erhalten.

Alle Kellermauern müssen um 15 *cm* stärker gehalten werden als die darauf ruhenden Mauern des Erdgeschosses. Die Verstärkung der Kellermauern erfolgt bei Mittel- und Scheidemauern, auf beiden Seiten zur Hälfte, bei Umfassungsmauern zumeist nur nach außen (Mauerrecht).

Fundamentmauern werden ebenfalls um 15 *cm* stärker gehalten als die darauf ruhenden Erdgeschoß- oder Kellermauern. Die Verstärkung erfolgt dann bei allen inneren Mauern nach beiden Seiten, bei Kellerumfassungsmauern aber zumeist nach innen.

Gewölbwiderlagsmauern müssen dem jeweiligen Seitenschub der Gewölbe entsprechend stärker dimensioniert werden (siehe Gewölbekonstruktion).

γ) Stütz-, Futter- und Verkleidungsmauern.

Für Stütz- und Futtermauern lassen sich keine allgemein gültigen Regeln aufstellen, weil der Erddruck je nach der Bodenbeschaffenheit stark wechselt.

Stützmauern. Für mittlere Verhältnisse kann man nach den von der k. k. österr. Staatsbahndirektion aufgestellten Normen bei Stützmauern mit vertikaler

Rückwand und $\frac{1}{5}$ füssiger Böschung der Vorderwand für 2 m hohe Mauern und 1 m hoher Schüttung über der Mauerkrönung eine Kronenbreite von 60 cm und für jedes Meter größere Mauerhöhe eine Verstärkung der Kronenbreite um 20 cm annehmen.

Futtermauern können — Rutschterrain ausgenommen — bei mehr als 2 m Höhe um 15—20 cm schwächer angelegt werden als Stützmauern, eventuell auch eine geringere, zumeist $\frac{1}{6}$ füßige Außenböschung erhalten, weil die Kohäsion des gewachsenen Bodens den Erddruck vermindert.

Verkleidungsmauern können bei haltbarem Felsen durchaus 45—60 cm stark gehalten werden. Lockerer Felsen und sehr ungünstige Lasserichtung bedingen oft dieselben Dimensionen wie bei Futtermauern.

Tabelle über die Kronenstärke bei Stütz- und Futtermauern.

(Nach den Normen der k. k. Direktion für österreichische Staatseisenbahnbauten und nach den üblichen Querschnittsverhältnissen für Stütz- und Futtermauern.)

(Fig. 13 A und B, T. 10.)

Mauerhöhe h in Metern	Überschüttung H in Metern bis								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
A. Für Stützmauern									
1	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2	0.65	0.70	0.70	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
3	0.79	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.10	1.10	1.10
4	0.98	1.06	1.14	1.21	1.28	1.35	1.40	1.40	1.40
5	1.17	1.27	1.36	1.44	1.52	1.60	1.69	1.70	1.70
6	1.36	1.47	1.58	1.67	1.77	1.85	1.96	2.05	2.05
7	1.55	1.68	1.80	1.91	2.01	2.10	2.23	2.34	2.38
8	1.74	1.89	2.02	2.13	2.25	2.35	2.50	2.62	2.70
9	1.92	2.09	2.24	2.37	2.49	2.60	2.77	2.91	3.05
10	2.12	2.29	2.46	2.59	2.74	2.85	3.04	3.19	3.40
B. Für Futtermauern									
1	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
2	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
3	0.65	0.65	0.70	0.70	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80
4	0.78	0.79	0.84	0.90	0.95	1.00	1.05	1.05	1.05
5	0.96	0.98	1.03	1.09	1.15	1.20	1.29	1.30	1.30
6	1.15	1.17	1.23	1.29	1.35	1.41	1.50	1.55	1.55
7	1.33	1.36	1.42	1.48	1.54	1.61	1.71	1.78	1.80
8	1.51	1.54	1.61	1.68	1.74	1.81	1.93	2.01	2.05
9	1.70	1.73	1.80	1.88	1.94	2.02	2.14	2.24	2.30
10	1.88	1.92	1.99	2.07	2.14	2.22	2.35	2.46	2.60

Wird an der Rückseite einer Stützmauer eine trockene Steinschichtung angeordnet, welche den Druck der Anschüttung teilweise aufnimmt, so kann die Mauerstärke um 0.08 h vermindert werden.

Trockenmauern erhalten gewöhnlich die $1\frac{1}{2}$ fache Dicke von Mörtelmauern und eine sanftere Böschung ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Mauerhöhe zur Anlage). Sie dienen gewöhnlich nur als Futter- oder Stützmauern für geringe Mauerhöhen.

9. Konstruktion dünner Wände.

(Tafel 11.)

Dünne, leichte Wände dienen zur Umschließung von Räumen bei Baracken und sonstigen untergeordneten und provisorischen Bauten sowie bei solchen Bauten, bei denen es sich um möglichste Ausnützung des Baugrundes handelt, ferner zur Unterteilung von Räumen in bestehenden Gebäuden, wenn die Zwischendecken keiner zu großen Belastung durch die aufzuführenden Scheidewände ausgesetzt werden dürfen.

Sie haben außer der Leichtigkeit meist noch den Vorteil, daß sie rasch austrocknen und weniger Raum einnehmen. Sie werden entweder aus fertigen, eigens erzeugten Materialstücken zusammengesetzt oder an Ort und Stelle in einem Stücke hergestellt.

Ziegelwände. Früher hat man dünne Wände in einfachster Weise aus hochkantig gestellten Ziegeln aufgeführt (Fig. 1, T. 11). Lange Wände dieser Art hat man zur Erhöhung der Stabilität durch vertikale Holz- oder I-förmige Eisenständer, eventuell Türständer, in 2—3 m breite Felder geteilt und die Wände in Romanzement- oder Portlandzementmörtel ausgeführt. Durch Einlegen von zirka 2/20 mm starken Flacheisen, die an die Ständer oder Anschlußmauer befestigt werden, in jede 3. oder 4. Lagerfuge, kann die Stabilität vermehrt werden. Durch Verwendung von Hohlziegeln (Fig. 1 c, T. 11) kann auch das Gewicht vermindert werden.

Diese Wände erfordern Fundamente oder eiserne Träger als Unterlage.

Freitragende, massive Wände, System Prüss. Diese bestehen aus Eisen, Stein und Zement (Fig. 2, T. 11).

Die Eisenkonstruktion wird gebildet aus lotrecht und wagrecht, ohne Durchdringung, nebeneinander straff gespannten Bandeisen von zirka 1·5/26 mm Querschnitt, deren Abstand voneinander beliebig gewählt werden kann. Die wagrechten Bandeisen liegen flachseitig in den Lagerfugen, die senkrechten ebenso in den durchgehenden Stoßfugen eingebettet, die ersteren auf der einen Wandseite, bündig, die letzteren auf der anderen.

Die Bandeisen werden an den Enden mittels Haken u. dgl. an die Mauern, Ständer, Deckenträme usw. befestigt. Da alle Bandeisen senkrecht zur Wandebene liegen, versteifen sie die Wand gegen seitliches Durchbiegen, Durchdrücken oder Ausbauchen. Die Bandeisen werden an den Kreuzungspunkten nicht besonders verknüpft, da die Verbindung durch die Ausmauerung erfolgt.

Durch das eingebettete Eisenetz, welches durch die Ausmauerung nach allen Seiten fest und wirksam ausgesteift ist, bildet die fertige Wand einen sich selbst tragenden Gitterträger von hoher Widerstandsfähigkeit, der keine Unterstützung benötigt, daher auch auf jede Zwischendecke, ohne dieselbe zu belasten, aufgesetzt werden kann.

Die Ausmauerung der Prüss'schen Wände ist nicht an ein besonderes Steinmaterial gebunden, sondern gestattet die größte Vielseitigkeit in der Verwendung der ortsüblich vorhandenen Materialien. Sie kann erfolgen mit (siehe Fig. 2, T. 11) *A.* Trapezsteinen, *B.* hochkantig gestellten Mauerziegeln, *C.* Platten aus Stücksteinen, *D.* Betonplatten und *E.* Verblendsteinen.

In erster Reihe sind die gewöhnlichen Normalziegel (*B.*) verwendbar. Vorteilhafter ist jedoch der trapezförmige Ziegel (*A.*). Dieser preßt durch seine Keilform den Mörtel in den Stoßfugen besser zusammen und wird durch sein bequemeres Vermauern und seiner größeren Fläche wegen der Arbeitslohn billiger als mit Normalziegeln. Minderwertige Materialien, als Stücksteine, wie sie von Abbrüchen herühren, lassen sich auch vorteilhaft verwenden. Hierzu werden die Steine in Formen oder Rahmen von entsprechender Feldergröße flachseitig verlegt und die Fugen mit Gips oder Zementmörtel ausgegossen. Nach dem Erhärten sind Steinplatten (*C.*) vorhanden, welche aus dem Rahmen genommen, zur Ausmauerung des Bandnetzes

geeignet sind. Gleich geeignete Steinplatten lassen sich auch aus Beton herstellen (*D*). Schließlich ist die Verwendung von Verblendsteinen (*E*) zur Ausmauerung, besonders bei Außenmauern sehr vorteilhaft.

Als Mörtel ist in allen Fällen nur guter Zementmörtel zu verwenden (1 Teil Zement, 3—4 Teile reiner, scharfer Sand). Die Steine sind vor dem Vermauern gut anzunässen; die fertigen Wände erhalten entweder eine Fugenverstreichung oder einen Verputz oder eine Verkleidung mit Kacheln oder Fliesen.

Gipsdielenwände. Die schwächeren, 2—5 cm dicken Gipsdielen (siehe Baustoffe) werden meist nur zur Verkleidung eines entsprechenden Holzgerippes (Fig. 3, T. 11) oder von Riegelwänden verwendet, während die stärkeren, 5—8 cm dicken Gipsdielen auch selbständig zur Bildung leichter Wände Verwendung finden können (Fig. 4, T. 11).

Werden Wände aus schwachen Gipsdielen mit einem Holzgerippe (siehe Riegelwände) hergestellt, so nagelt man die Gipsdielen wie gewöhnliche Bretter mit verzinkten Drahtstiften an das Holzgerippe. Beim Anschlusse solcher Wände an bestehende Mauern erfolgt die Befestigung an diese durch Bankeisen oder besser durch Eingreifen der Wandenden in eine in die Mauern auszustemmende, 2—4 cm tiefe Nut.

Werden Wände aus stärkeren Gipsdielen ohne Holzgerippe hergestellt, so legt man die Dielen „voll auf Fug“ übereinander und verbindet sie an den Lager- und Stoßfugen mit Leimgips (mit dünner Leimlösung zu Mörtel verrührtes Gipsmehl) und überdies durch verzinkte Drahtstifte, welche nach Fig. 4, T. 11, in die Stoßfugen und anschließenden Hölzer schräge einzuschlagen sind. Bei dieser Ausführung können die Dielen, wie Fig. 4 *a* und *c*, T. 11, zeigt, entweder zwischen Holzständer gelegt und an diese festgenagelt oder nach Fig. 4 *d*, T. 11, zwischen die Flanschen eiserner Ständer oder in ausgestemmte Mauernuten eingeschoben werden.

Die Wandflächen erhalten einen dünnen, in zwei Lagen aufzutragenden Verputz, und zwar zuerst einen groben Verputz mit 3 Teilen Weißkalk- und 1 Teil Gipsmörtel, der bloß angespritzt wird, darüber einen feinen Verputz aus 3 Teilen Weißkalk- und 2 Teilen Gipsmörtel oder aus reinem Gipsmörtel, der mit dem Reibbrett verrieben wird.

Gipsdielenwände sind sehr leicht, können daher auf bestehende Zwischendecken ohne unterstützende Träger aufgesetzt werden, sie sollen aber nur an trockenen Orten Verwendung finden. In den Hohlräumen der Rohreinlagen nistet sich gerne Ungeziefer ein, weswegen solche Wände für Wohnräume nicht besonders zu empfehlen sind.

Wände aus Spreutafeln. Die Spreutafeln (siehe Baustoffe) werden wie die Gipsdielen für Wandbildungen verwendet; ihrer größeren Dicke wegen kann ein Holzgerippe meist entbehrt werden. Sie sind gegen Feuchtigkeit sehr empfindlich, sollen daher entweder nur an trockenen Orten verwendet oder durch Imprägnierung oder Isolierung gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Als Bindemittel dient reiner Gipsmörtel oder Kalkmörtel mit 10—15 Raumteilen Gips. Der Verputz soll nur höchstens 8 mm dick sein, und womöglich aus reinem Gipsmörtel ohne Kalkbeimengung bestehen.

Wände aus Schlackensteinen. Zur Bildung dünner Wände dienen häufig Platten, welche aus einem Gemenge von Gips und Kohlschlacke ohne Rohreinlage erzeugt werden. Je nach der Verbindungsart dieser Platten an den Stoß- und Lagerflächen hat man verschiedene Systeme zu unterscheiden.

Die in Fig. 10 *a*, T. 11, dargestellten Schlackensteine sind 50 cm lang, 33 cm breit und 5, 7 oder 10 cm dick und haben an den vier Schmalseiten (Stoß- und Lagerfugen) halbrunde Rillen.

Zur Bildung von Wänden werden die Platten „voll auf Fug“ übereinander gesetzt. In jede einzelne Schichte wird bei den Stoßfugen in die durch die Rillen gebildeten Kanäle so lange dünnflüssiger Leimgips eingegossen, bis die Kanäle der

Stoß- und Lagerfugen voll ausgefüllt sind. Vor dem Ausgießen der Kanäle müssen aber die Fugen an den Wandflächen mit Leimgips verstrichen werden. Nach dem Erhärten des eingegossenen Leimgipses sind die Platten wie zu einer ganzen Platte verbunden.

Beim Anschlusse an Mauern greifen die Platten unter den Verputz bis zum Mauergrunde; der Mauerverputz, anschließend an die Platten, wird mit Gipsschlackemörtel hergestellt. Haltbarer kann der Anschluß gemacht werden, indem man die Platten außerdem stellenweise mit Bankeisen befestigt oder sie in eine ausgestemmte Mauernut eingreifen läßt.

Die Firma August Scheffel in Wien erzeugt gedübelte Gips-schlackenplatten von gewölbeartiger Form (Fig. 10 b, T. 11) und geringem Eigengewicht (45 kg/m^2). Infolge der gewölbeartigen Form werden je zwei Platten von der darauf zu stehen kommenden Platte zusammengehalten; außerdem werden je drei Platten untereinander durch je zwei Dübeln aus Zement verbunden.

Die Fugen werden mit Gipsmörtel ausgegossen und die Wandflächen mit einem feinen Gipsverputz versehen.

Skagliolwände. Die Firma Fritz & Hübner in Wien erzeugt die in Fig. 9 dargestellten, quadratischen Skagliolbauplatten mit 50 cm Seitenlänge und 5, 7 und 10 cm Dicke, welche in Messingformen gepreßt werden, daher in Form und Größe ganz gleich sind. Die Platten werden, wie die Figur zeigt, mit Fugenwechsel trocken, ohne jeden Fugenmörtel derart übereinander aufgeschichtet, daß auf einer Seite rechteckige Hohlräume *a, b, c, d* entstehen, welche nachträglich mit präpariertem Gipsmörtel ausgefüllt werden. Auf der anderen Seite der Wand werden die kaum sichtbaren Fugen bloß mit dünnem Gipsmörtel bestrichen und beide Flächen mit Filzplatten glatt gerieben. Ein besonderer Verputz ist bei den ganz gleich starken, ebenen und glatten Platten nicht nötig, daher kann diese Wand gleich nach ihrer Ausführung bemalt oder mit Tapeten belegt werden.

Die Gipsschlacken- und Skagliolwände sind bei solider Ausführung und guter Verbindung mit den anstoßenden Mauerflächen und mit den Türstöcken für Wohnräume u. dgl. ganz zweckentsprechend, erfordern aber als Unterstützung Fundamentmauern oder eiserne Träger.

Korksteinwände. Die Korksteine eignen sich wegen ihres sehr geringen Gewichtes, ihres geringen Wärmeleitungsvermögens und ihrer sonstigen guten Eigenschaften (siehe Baustoffe) ganz besonders zur Herstellung leichter, nicht unterstützter Scheidewände, ferner zur Bekleidung von Riegelwänden für leichte Bauobjekte und zur Verkleidung kalter, feuchter Mauern sowie zur Isolierung von Heizkanälen und Heizrohren, Dampfrohren und Dampfkesseln, Kühlräumen (Eiskellern) u. dgl.

Für Verkleidungs- und Isolierzwecke genügen 2,5—3 cm dicke Korksteinplatten, die mit Gipsmörtel, Zementmörtel, Pech oder Asphalt an die Mauer geklebt werden.

Für freistehende Zwischenwände (Fig. 5, T. 11) sind 5—8 cm dicke Korksteinplatten notwendig, welche hochkantig, direkt auf den Fußboden aufgestellt, an den Stoß- und Lagerflächen mit Gipsmörtel bestrichen und mit Stiften, wie in Fig. 5 angedeutet, untereinander verbunden werden, damit sie bis zur Erhärtung des Gipses einen Verband haben.

Bei Maueranschlüssen sollen die Korksteinplatten mindestens in den Verputz, wo möglich in eine ausgestemmte Nut eingreifen; der anschließende Verputz wird am besten mit Gipsmörtel herzustellen sein.

Bei den Anschlüssen an ein Holzgerippe, z. B. bei Türstöcken ist an das Holz — wie bei Riegelwänden — eine Dreieckleiste aufzunageln (Fig. 10 a, T. 5) und die anschließende Korksteinplatte entsprechend auszuschneiden.

Bei Verkleidung von Riegelwänden werden die Korksteinplatten wie gewöhnliche Bretter an das Holzgerippe genagelt und an den sichtbaren Flächen

verputzt. Je nach Bedarf kann die Riegelwand bloß innen mit Korkstein, außen aber mit Brettern u. dgl. oder auf beiden Seiten mit Korkstein bekleidet werden. Auch kann die Korksteinwand, wie in Fig. 6 b, T. 11, gezeigt, zwischen die Holzwände eingebaut werden, wie dies bei amerikanischen Eiskellern gebräuchlich ist.

Der Verputz auf Korksteinwänden wird in drei Lagen aufgetragen, und zwar wird zuerst mit dünnflüssigem Leimgipsmörtel ein Spritzanwurf gemacht, darüber kommt mit etwas dickerem Gipsmörtel ein Anwurf, der mit der Latte abgezogen wird und schließlich wird die Fläche mit feinem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz beworfen und derselbe verrieben oder geglättet.

Die Korksteinplatten eignen sich besonders zur Herstellung transportabler Baracken für Unterkunfts-, Spitalszwecke u. dgl., nachdem erfahrungsgemäß eine 4 cm dicke Korksteinwand in bezug auf Wärmetransmission einer 45 cm dicken Mauer gleichzuhalten ist und das äußerst geringe Gewicht dieses Materiales auch nur geringe Transportkosten verursacht.

Bei der Herstellung zerlegbarer Baracken, deren Bestandteile zu einem vollständigen, vor jeder Witterung schützenden Raume rasch und leicht zusammengefügt werden können, darf die schützende Korksteinwand nicht durch andere Materialien (Holz, Eisen usw.) unterbrochen werden, wie dies bei älteren Konstruktionen der Fall war.

Die transportable Baracke, System H ö f l e r, ist nach diesem neuen Prinzip konstruiert. Sie besteht aus einem leicht zerlegbaren Holzriegelbau, mit einer inneren und äußeren Brettverschalung. Die innere Verschalung erhält eine starke Korksteinverkleidung in Nut und Feder, auf welche eine Bekleidung mit waschbaren Tapeten angebracht wird.

Die Aktiengesellschaft in Mödling, vormals Kleiner & Bockmayer, erzeugt zwei Gattungen Korksteine: Die Patent-Emulgit-Korksteine und die Patent-Reformkorksteine. Über deren Zusammensetzung, Eigenschaften und Eignung für verschiedene Zwecke siehe Baustoffe.

Gippschlackenwände mit tragendem Eisendrahtgerippe. Bei diesen, in Fig. 7, T. 11, schematisch dargestellten Wänden wird aus entsprechend starken Eisendrähten zuerst ein an die beiden Hauptmauern befestigtes Netz hergestellt und dieses dann mit einem groben Mörtel aus Gips, Weißkalk und Schlacken beworfen, nachdem hiefür auf einer Seite eine provisorische Blechwand aufgestellt wurde. Nach erfolgter Erhärtung wird die Blechwand abgenommen und ein feiner Verputz auf beide Wandflächen aufgetragen. Durch die diagonale Anordnung der Tragstäbe *a* bis *k* und deren Befestigung an entsprechend starke, in beiden Hauptmauern versetzte Haken erscheint die ganze Wand an die Hauptmauern gewissermaßen aufgehängt, bedarf daher keiner Fundamente. An der unteren Seite der Wand wird bloß ein \perp -Eisen gelegt, an welches die Eisendrähte befestigt und straff gespannt werden.

Rabitzwände. Diese bestehen aus einem mit Gipsmörtel beworfenen Drahtgeflechte, zwischen stärkerem Rund- oder Fassoneisengerippe. Rabitzwände werden sowohl zur Bekleidung unebener Deckenunterflächen (Gewölbedecken, Hennebiquedecken) als auch zur Bildung von Scheidewänden angewendet. Bei Decken erhalten bloß die unteren Flächen, bei freien Wänden aber beide Wandflächen einen Gipsmörtelverputz. Für den ersten Anwurf mit steifem Gipsmörtel muß bei Wänden auf der entgegengesetzten Seite eine Bretter- oder Blechwand provisorisch aufgestellt werden; bei Decken legt man auf das Drahtgeflecht provisorisch schwache Bretter. Nach dem Abbinden des Mörtels wird die provisorische Wand- oder Bretterlage entfernt und die Wand- oder Deckenfläche fein verputzt.

Monierwände. Sie bestehen aus einem mit Portlandzementmörtel beworfenen Gerippe von Rundeisenstäben, welche an den Kreuzungsstellen mit geglühtem Draht verknüpft sind, siehe Deckenkonstruktion und Fig. 12, T. 22. Das an den Ecken und Enden entsprechend verstärkte und lotrecht befestigte

Eisengerippe wird auf beiden Seiten in Portlandzementmörtel eingehüllt und entsprechend verputzt. Die Stärke einer Monierwand genügt mit 4—5 cm, kann aber auch 8—10 cm betragen.

Monierwände sind stabiler als Rabitzwände, sie eignen sich daher für stärkere Beanspruchung, besonders aber für feuchte oder von Säuren erfüllte Räume, zum Beispiel Abteílungswände für Stallungen, Aborte u. dgl.

Die Rabitz- und Monierwände erfordern in der Regel eine Unterstützung durch Fundamente oder eiserne Träger. Das Eisengerippe kann aber auch derart konstruiert sein, daß die Last der Wand durch Diagonalstäbe auf die Hauptmauern übertragen wird, wie dies in Fig. 7, T. 11, schematisch dargestellt und bei freitragenden Gipsschlackenwänden näher erklärt erscheint.

10. Wände aus Glasbausteinen.

Die Glasbausteine (siehe Baustoffe) eignen sich wegen ihrer guten Isolationsfähigkeit gegen Kälte, Wärme, Geräusch, Feuchtigkeit und auch gegen Elektrizität sowie wegen ihrer großen Lichtdurchlässigkeit, ohne daß man durch sie durchsehen kann, zur Bildung dünner Wände für Umschließung von Räumen, die möglichst viel zerstreutes Licht oder eine möglichst gleichmäßige Temperatur erhalten sollen, z. B. bei Fabriks- und Operationssälen, Gewächshäusern, Malerateliers, Wintergärten, Glashäusern, Eisfabriken usw., ferner zur Schaffung von Lichtöffnungen in Mauern, in denen Fensteröffnungen durch das Gesetz verboten sind.

Von den verschiedenen Typen der Glasbausteine (siehe T. 10) wird die Type Nr. 8 (Fig. 9 b) für Wände und Fensterflächen in Wohngebäuden, die Typen Nr. 9 und 6 (Fig. 10 b und 11 b) für solche in Fabriksgebäuden, ferner Type Nr. 7 a (Fig. 12 b) für gewölbte Decken verwendet.

Glasbausteine lassen sich in Maueröffnungen ohne jede Umrahmung direkt einsetzen und sind selbst für große Flächen ohne Versteifung bruchsfest.

In jede Glasbausteinwand lassen sich Tür- oder Fensterstöcke sowie sonstige Ventilationseinrichtungen einsetzen. Für letzteren Zweck sind die sogenannten Glasbausteinventilatoren besonders geeignet.

Das Versetzen der Glasbausteine erfolgt ähnlich wie jenes gewöhnlicher Ziegel. In das anschließende Mauerwerk sollen sie mindestens 3 cm tief eingreifen. Der Mörtel soll für Wände aus 3 Teilen feinem, scharfem Sand, 1 Teil Portlandzement und $\frac{1}{5}$ Teil Weißkalk bestehen. (Für Gewölbe dürfen bei gleicher Zement- und Kalkmenge nur 2 Teile Sand genommen werden.) Der Mörtel darf nur in kleinen Portionen und nicht zu dünn angemacht werden, damit er während der Vermauerung nicht erhärtet und aus den Fugen nicht ausfließt.

Beim Vermauern der Glasbausteine wird der Mörtel in den Falz derselben eingestrichen und jeder Glasstein mit dem Stempel nach unten gelegt und mit einem Holzhammer mäßig festgeklopft, wobei die Fuge möglichst enge gehalten werden soll.

Zur vollständigen Ausfüllung einer Wand oder einer gegebenen Öffnung mit regelmäßiger Fugenbildung ist die Verwendung von ganzen, dreiviertel, halben und viertel Steinen notwendig, welche von den betreffenden Firmen in eine genau kotierte Detailzeichnung eingezeichnet und entsprechend numeriert oder sonstwie übersichtlich bezeichnet werden.

Die Fig. 9—12 zeigen einige Beispiele von Wänden, Fensteröffnungen und auch Decken- oder Dachüberdeckungen aus Glasbausteinen.

Durch Erfahrung wurde festgestellt, daß bei Wänden aus Glasbausteinen, welche einer raschen und großen Temperaturdifferenz ausgesetzt waren, einzelne Glasbausteine geplatzt sind. Die Erklärung hierfür ist einfach die, daß die in den Glasbausteinen eingeschlossene Luft durch die rasche, intensive Erwärmung sich rapid ausdehnte und dieselben zersprengte. Man soll also dort, wo solche ungünstige Verhältnisse eintreten können, die Verwendung von Glasbausteinen vermeiden.

B. Liegendes Mauerwerk.

(Tafel 12.)

Das liegende Mauerwerk bilden die Pflasterungen und Estriche. Erstere bestehen aus einzeln verlegten Stücken, letztere aus einer einheitlichen Masse ohne Fugenbildung. Beide bezwecken möglichst glatte, gegen Abnutzung widerstandsfähige Bodenflächen zu schaffen, welche zumeist auch wetterbeständig und wasserdicht sein sollen.

1. Die Pflasterungen.

Die Pflasterungen werden im Innern der Gebäude zumeist von Mauern, im Freien, z. B. auf Straßen, Höfen, Trottoirs u. dgl., gewöhnlich von Pflasterern ausgeführt.

Die zur Pflasterung bestimmten, natürlichen oder künstlichen Steine (Pflastersteine) sollen möglichst ebene, glatte Flächen besitzen, hart und bei Verwendung im Freien auch wetterbeständig sein. Von den natürlichen Steinen eignen sich hierzu ganz besonders: Granit, Basalt und Porphy. Von den künstlichen Steinen werden Klinker, Zementplatten, Glasplatten, Asphaltsteine und Holzwürfel verwendet.

Zur Erzielung von ebenen und festen Pflastern ist es notwendig, unter denselben eine Unterlage anzuordnen, die entweder aus einem anderen Pflaster, einem Estrich oder aus einem Sand-, bzw. Schotterbett bestehen kann.

Bei allen Pflasterungen müssen vor Verlegung der Steine zuerst an entsprechenden Stellen Richtsteine genau nach der beabsichtigten Oberfläche des Pflasters gelegt werden, nach denen dann die Verlegung der übrigen Steine erfolgen muß.

Nach den Pflasterungsmaterialien unterscheidet man folgende, meist gebräuchliche Pflasterarten: *a)* Ziegelpflaster, *b)* Zement- und Tonplattenpflaster, *c)* Steinplattenpflaster, *d)* Bruchsteinpflaster, *e)* Holzstöckelpflaster, *f)* Asphaltplattenpflaster.

a) Ziegelpflaster.

Das Ziegelpflaster kann aus gewöhnlichen Mauerziegeln oder aus eigens hierfür erzeugten Pflasterziegeln hergestellt werden. (Die Wiener Dachbodenpflasterziegel sind $27 \times 17 \times 5$ cm dimensioniert.)

Man unterscheidet ein liegendes Ziegelpflaster, wenn die Ziegel flach, und ein stehendes Ziegelpflaster, wenn sie hochkantig mit der langen Seite (wie Ziegelrollscharen) auf den Boden verlegt werden. In beiden Fällen wird auf einer 5—8 cm hohen Sand- oder Schuttunterlage ein 2 cm dickes Mörtelbett aufgetragen und in dieses werden genau nach den zuerst zu legenden Richtsteinen die einzelnen Ziegel verlegt. Die 1 cm dicken Stoßfugen werden sodann mit dünnflüssigem Mörtel ausgefüllt, indem man diesen auf die fertige Pflasterung ausschüttet und mit Besen in die Fugen kehrt.

Bei dem liegenden Ziegelpflaster werden die Ziegel gewöhnlich nach Fig. 1 *a* oder *b*, T. 12, selten nach Fig. 1 *c* oder *d* verlegt. Letztere Arten erfordern, wenn man das Behauen der Ziegel vermeiden will, an den Begrenzungen fünfeckig geformte Randziegel (Bischofshauben), welche die Arbeit verteuern.

Das liegende Ziegelpflaster wird nur bei untergeordneten, wenig benützten Räumen, besonders auf Dachböden, oft auch als Unterlage für andere Pflasterungen oder Estriche verwendet. Es kann hierzu jedes Ziegelformat genommen werden.

Das stehende Ziegelpflaster (Fig. 2, T. 12) besitzt eine bedeutend größere Festigkeit als das liegende und eignet sich als Pflaster in Stallungen, Durchfahrten usw. Es wird meist nur aus gewöhnlichen Ziegeln hergestellt, wobei die Ziegel meistens nach Fig. 2 *a*, selten nach 2 *b*, T. 12, verlegt werden.

Für Ziegelpflasterungen sollen nur hart gebrannte Ziegel verwendet werden. Trotzdem ist die Abnützung eine rasche und die Staubbildung eine bedeutende.

b) Zement- und Tonplatten-(Klinker-)Pflaster.

Pflasterplatten aus Portlandzementguß oder scharfgebranntem Ton (siehe Baustoffe) geben ein sehr widerstandsfähiges, wetterbeständiges Pflaster, dessen Oberfläche glatt, daher auch leicht reinzuhalten ist.

Diese Pflasterplatten können auch mit verschiedenfärbiger, figuraler Oberfläche auf folgende Art erzeugt werden: Für die gewünschte Musterzeichnung wird aus hochkantig gestellten Eisenblechstreifen ein Gitterwerk, etwa nach Fig. 3, T. 12, hergestellt und in die eiserne Plattenform eingelegt. Die Felder des Gitters werden mit verschiedenfärbigem Tonpulver ausgefüllt, das Gitter sodann behutsam aus der Plattenform gezogen und der Rest der Form mit fein gemahlenem, gewöhnlichem Ton vollgefüllt. Unter dem Stempel der hydraulischen Presse wird nun das Tonpulver in der Form auf Plattendicke zusammengepreßt, die Platte sodann aus der Form genommen und schließlich gebrannt. Hiedurch wird die färbige Tonschichte mit der Grundmasse zu einer fest zusammenhängenden Platte vereinigt und widersteht bei Anwendung von guten, farbigen Zusätzen allen Witterungseinflüssen und auch mechanischer Abnützung ziemlich lange. Die färbigen Zementplatten werden — das Brennen ausgenommen — auf ähnliche Weise hergestellt.

Für Pflasterungen im Innern der Gebäude nimmt man 2—3 cm dicke Ton- oder Zementplatten, für Pflasterungen im Freien, von Trottoirs, Hausfluren, dann Stallungen u. dgl. werden dickere, dabei aber kleinere oder stark gerippte, mehrkuppige Platten verwendet (siehe Baustoffe, T. II), welche gegen das Ausgleiten besser schützen. Aus demselben Grunde verwendet man oft auch in Gängen u. dgl. verschiedenartig gerauhte Platten, obwohl glatte Oberflächen leichter zu reinigen sind.

Die Ton- und Zementplatten werden in geschlossenen Räumen meist auf einer festgestampften Schuttschichte, im Freien aber auf einer 5—8 cm hohen Betonunterlage in ein steifes Zementmörtelbett gelegt. Das Legen erfolgt derart, daß man zuerst die nötigen Richtsteine setzt, sodann die Platten mit Belassung schmaler Stoßfugen in ein 2—3 cm dickes Bett aus Romazement-, im Freien aber in Portlandzementmörtel verlegt und hierauf mit der Setzlatte und durch Niederklopfen in die richtige Lage bringt. Die Stoßfugen werden dann mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgefüllt, indem man diesen auf die fertige Pflasterung schüttet und mit Besen in die Fugen kehrt. Endlich wird die mit Mörtel beschmutzte Oberfläche des Pflasters mit Sägespänen gereinigt.

Die Lage der Pflasterplatten kann parallel oder diagonal zu den Begrenzungslinien angeordnet sein (Fig. 4 a—c, T. 12); in letzterem Falle bilden den Abschluß fünfseitig geformte Platten, sogenannte Bischofshauben.

Bei mehrfärbigen figuralen Platten werden gewöhnlich an den Begrenzungslinien eigene Bordüren, etwa nach Fig. 5, T. 12, aus entsprechend gefärbten Platten angeordnet. Für solche Pflasterungen muß man genaue Legepläne anfertigen, um danach das Plattenerfordernis bestimmen zu können. Beträgt die Raumdimension nicht ein Vielfaches der Plattengröße, so kommen außerhalb der Bordüren einfarbige (weiße oder gelbe) Teilplatten zur Anwendung, welche in der Größe von $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ der Plattenbreite erzeugt werden.

Von den Tonplatten sind zu Pflasterungen im Freien die Schattauerplatten sehr empfehlenswert und zweckmäßig, weil sie sehr dauerhaft sind und nicht so glatte Oberflächen haben wie die Klinkerplatten; ein Klinkerpflaster ist bei Schneefall so glatt, daß man es nur mit großer Vorsicht begehen kann.

Das Zementplattenpflaster ist nicht so glatt wie jenes mit Tonplatten, es ist auch billiger, aber nicht immer so dauerhaft. Das ordinäre Zementplattenpflaster ist nicht viel teurer als ein liegendes Ziegelpflaster, aber bedeutend dauer-

hafter und zweckmäßiger als dieses, es ist also in jeder Beziehung dem Ziegelpflaster vorzuziehen.

c) Steinplattenpflaster.

Hiezu eignen sich schiefrige Steine, welche sich plattenförmig brechen lassen. Diese Steinplatten werden oft schon in unbearbeitetem Zustande zu Pflasterungen verwendet, indem man bloß die Stoßflächen etwas zurechtet.

Für bessere Pflasterungen sind diese Platten vom Steinmetz rechteckig oder quadratisch zu bearbeiten, an der Oberfläche zu stocken (Werksteinplatten) und eventuell zu schleifen. (Kehlheimer und Marmorplatten.)

Das Verlegen dieser Steinplatten erfolgt in ein 2—3 cm dickes Zementmörtelbett auf einer gut gestampften, 5—8 cm hohen Schutt- oder besser Betonunterlage. Die Stoßfugen, welche zumeist in Verband angeordnet sind (Fig. 6, T. 12), werden mit dünnem Zementmörtel ausgegossen, manchmal auch mit Steinkitt verstrichen. Für wasserdichtes Pflaster werden die Stoßfugen manchmal nach Fig. 6, T. 12, falzartig zugearbeitet und die Platten vollkommen satt in Steinkitt verlegt.

d) Bruchsteinpflaster.

Je nachdem das verfügbare Steinmaterial plattenförmig oder mehr oder weniger würfelförmig ist, unterscheidet man ein Bruchsteinplattenpflaster, welches bloß für Fußgänger geeignet ist, und ein ordinäres und würfelförmiges Bruchsteinpflaster, welches auch das Befahren mit Wagen gestattet, also für Straßen, Durchfahrten, Höfe u. dgl. dienen kann.

Für bessere Straßen werden zumeist aus Granit würfelförmige, gleich große Steine gespalten und rauh bearbeitet (bossiert), „Granitwürfelpflaster“ (Wiener Straßenpflaster).

Auch Klaubsteine oder Findlinge werden zu Pflasterungen verwendet, indem man die zumeist ovalen Steine hochkantig aufgestellt verlegt und bei notwendigen ebenen Flächen die Köpfe abhaut (Fig. 7, T. 12); man nennt es „Katzenkopfplaster“.

Für alle diese Pflasterungen, besonders wenn sie für den Wagenverkehr dienen, muß die Humusschichte entfernt und durch eine Lage von Schutt oder grobem Kiesschotter als Unterlage ersetzt werden. Auf festem Boden genügt eine 10—15 cm hohe Unterlage groben Sandes. Auf diese Schotter- oder Sandschüttung werden die erforderlichen Richtsteine gelegt, zwischen diesen mittels Schnur oder Richtlatte die einzelnen Pflastersteine mit 1—2 cm breiten Stoßfugen aneinandergereiht und mit einem schweren Pflasterhammer solange niedergeklopft, bis sie im richtigen Niveau sind. Sodann wird die fertige Pflasterung mit der Pflasterramme festgestoßen, mit reschem Sand überstreut und dieser zum Teile in die Fugen gekehrt. Die Fugen können auch mit dünnflüssigem Zementmörtel nach früher angegebener Weise ausgefüllt werden. Manchmal werden die Stoßfugen auch mit heißem Asphalt ausgegossen, wie z. B. bei Pferdständen, Fiakerstandplätzen, Waschplätzen usw., um das Durchdringen der Jauche zu verhindern.

Bei Bruchsteinpflasterungen werden die Steine zuerst sortiert. Für die Straßenfahrbahn werden stärkere, tunlichst gleich hohe Steine genommen, während die kleineren, ungleich hohen Steine, welche beim Befahren des Pflasters ungleichmäßig tief in die Sandunterlage einsinken würden und eine holprige Oberfläche verursachen könnten, bei Trottoirs und anderen, weniger der Abnutzung ausgesetzten Stellen Anwendung finden können.

Bei ordinärem Bruchsteinpflaster werden die unregelmäßigen Steine etwa nach Fig. 8, T. 12, mit tunlichst kleinen Fugen aneinandergereiht.

Bei rechteckigen oder würfelförmigen Pflastersteinen können die Steine mit den Stoßfugen parallel oder schief zur Straßenachse gelegt werden. Im ersteren Falle sind die Reihen senkrecht zur Straßenachse und die rechteckigen Steine mit der

kurzen Seite parallel zur Straßenachse anzuordnen (Fig. 9, T. 12). Hiedurch werden die kurzen, parallel zu den Radsuren laufenden Steinkanten nicht so rasch abgenützt und den Hufen der Zugtiere in den vermehrten Reihenlugen mehr Angriffspunkte geboten, welcher Umstand namentlich bei größeren Steigungen vorteilhaft ist.

Bei schiefer Lage der Steine (Fig. 10, T. 12) werden die Stoßfugen zwischen den Steinreihen unter 45° zur Straßenachse angeordnet. In diesem Falle werden alle Fugen von den Wagenrädern unter 45° gekreuzt; es sind daher die Steinkanten durch die Räder nicht so gefährdet, dafür werden aber die Ecken früher abgenützt, so daß die Steine nach und nach eine halbkugelförmige Oberfläche erhalten, wodurch das Pflaster holprig wird.

Das ordinäre Bruchsteinpflaster, besonders aber das Katzenkopfpflaster hat unebene, holprige Oberflächen und große ungleichmäßige Fugen, wodurch die Reinhaltung des Pflasters erschwert und die rasche Abnützung der Steine begünstigt wird. Für großen Verkehr wird sich daher das Würfelpflaster mit gleich großen Steinen und regelmäßig bearbeiteten Seitenflächen besser eignen und sich auch ökonomisch erweisen.

Das Wiener Straßenpflaster wird zum größten Teile aus *M a u t h a u s e n e r* Granitwürfeln von 18 cm Seitenlänge (Fig. 11 c, T. 12) hergestellt. Zur Verbandherstellung dienen sogenannte „Eineinhalbsteine“ (Fig. 11 d, T. 12) mit 18 cm Breite und Höhe und mit 27 cm Länge, zur Begrenzung der Pflasterungen bei diagonaler Lage der Steine fünfeckige Steine (Fig. 12 c, T. 12), sogenannte Bischofs-*h*auben.

Bei größeren Straßensteigungen werden die einzelnen Reihen, wie Fig. 11, T. 12, zeigt, senkrecht zur Straßenachse gelegt und bei bedeutenden Steigungen die Pflastersteine an der oberen Seite außerdem noch mit eingemeißelten, senkrecht zur Straßenbahn gerichteten Nuten versehen (geriff), Fig. 13, T. 12, um den Zugtieren bessere Stützpunkte zu geben. Um die Steine beim Umpflastern für denselben Zweck wieder verwenden zu können, werden sie auch auf der unteren Seite geriff.

Das Legen der Granitwürfel erfolgt nach der im Anfange dieses Kapitels geschilderten Weise von der Straßenseite aus. Mit Rücksicht auf die großen, gleich hohen Steinwürfel genügt für diese Pflasterung eine 8—10 cm hohe Sandunterlage.

Für Trottoirpflasterungen verwendet man sogenannte „*H a l b g u t s t e i n e*“, welche nur an der Oberfläche und zum Teile an den Stoßflächen bearbeitet sind (Fig. 11 b, T. 12). Diese Steine können nur in der gezeichneten Lage verwendet werden, während die ganzen Würfelsteine, nachdem sie an der Oberfläche abgenützt sind, auch umgewendet, d. h. mit der unteren Seite nach oben gelegt werden können.

e) *H o l z s t ö c k e l p f l a s t e r*.

Das Holzstöckelpflaster besteht aus gleich großen, parallelepipedisch geschnittenen Holzstücken (Klötzeln), welche mit aufwärts gerichtetem Hirnholze mit 1 cm breiten und mit Asphalt ausgegossenen Fugen auf eine gute Unterlage verlegt werden. Diese Pflasterung kann nach zwei Methoden ausgeführt werden.

Nach *R ü t t g e r s* Methode werden die Holzklötzeln in zwei Größen erzeugt und in folgender Weise (Fig. 14, T. 12) verlegt: Auf einer in der Richtung der Fahrbahn angeordneten Pfostenunterlage *a* werden 3 cm dicke Bretter *b* befestigt, welche um zwei Fugendicken breiter sind als die Holzklötzeln. Die 1., 3., 5., 7. Reihe usw. (20 cm hoher Stöckeln) reicht bis zur Pfostenlage, während die dazwischen liegenden Reihen von bloß 17 cm hohen Stöckeln auf den eingelegten Brettern aufruh.

Nach der zweiten Methode wird eine 15—20 cm dicke Betonunterlage hergestellt, deren Oberfläche um die Pflasterdicke unter dem Niveau liegt. Nach dem Erhärten des Betons werden die 10—12 cm hohen, imprägnierten Holzstöckeln entweder direkt auf die Betonlage oder auf eine 10 mm dick aufzutragende Asphaltlage gestellt (Fig. 15, T. 12). In die Reihenlugen werden 1 cm dicke Holzleisten *l* eingelegt, damit die Fugendicke genau erhalten bleibe.

Nach dem Verlegen der Würfel auf die eine oder andere Art wird die ganze Pflasterung mit heißem Asphalt übergossen und die Oberfläche mit reschem Sand bestreut. Statt mit Asphalt können die Fugen auch mit Zementmörtel vergossen werden, wodurch das Pflaster nicht so glatt wird. (Für Stallungen zu empfehlen.)

Die Holzstöckeln müssen gut imprägniert sein, damit sie einerseits der Fäulnis widerstehen und andererseits das Pflaster durch Schwinden und Quellen nicht zu sehr leidet.

Ein solches Pflaster ist wohl verhältnismäßig teuer, schwer auszubessern und schwindet bei großer Trockenheit sehr stark, es bietet aber eine elastische Fahrbahn, ist ziemlich dauerhaft und verursacht beim Befahren wenig Geräusch.

f) Asphaltplattenpflaster.

Von der Firma Schefftel in Wien werden aus Asphalt Platten für Straßen- und Trottoirpflaster erzeugt, und zwar für Straßenpflaster sogenannte Asphalt-Basaltblocks, 33×16.5 cm groß und 5—8 cm dick.

Diese Asphalt-Basaltblocks werden aus einem Gemenge von Basaltstückchen und Asphalt erzeugt, welches unter hohem Drucke in Formen zu einer festen Masse gepreßt wird. Diese Blocks sollen nach dem im technologischen Gewerbemuseum angestellten Versuchen ein sehr zähes und dauerhaftes Straßenpflaster geben.

Das Verlegen dieser Blocks, das von jedem Pflasterer leicht vorgenommen werden kann, erfolgt entweder auf einer festgewalzten Unterbettung aus Schlägelschotter und Sand oder auf einer 8—12 cm hohen Betonschichte, indem man dieselben, wie Fig. 16 a, T. 12, zeigt, voll auf Fug aneinanderreihet und entweder die sehr dünnen, kaum 1 mm breiten Fugen mit Zementmilch ausgießt oder die Seitenflächen noch vor dem Verlegen der Basaltblocks mit einem Goudronanstrich versieht. Die sehr engen Fugen verhindern das Ausbrechen der Seitenkanten, so daß nur eine gleichmäßige Abnutzung der Pflasterung eintreten kann und die Oberfläche stets eben erhalten bleibt.

Für Trottoirs u. dgl. Pflasterungen werden von derselben Firma aus einem Gemenge von Naturasphalt und Sand quadratische 20×20 cm große Platten in 2, $2\frac{1}{2}$, 3 und 4 cm Dicke, mit glatten oder gerippten Oberflächen hergestellt.

Die Pflasterung erfolgt auf einer 5—8 cm hohen Betonschichte oder auf einem liegenden Ziegelpflaster, indem man die Platten in einen steifen Zementmörtel legt und die sehr gut aneinander passenden Seitenkanten dicht aneinander schließt, wodurch eine weitere Dichtung der Fugen zumeist überflüssig wird. Einzelne, sich etwa ergebende Fugen können mit einem flüssigen, feinen Zementmörtel ausgefüllt werden. Zur Herstellung von absolut wasserundurchlässigem Pflaster werden die Fugen mit Asphaltkitt, der kalt so wie Glaserkitt zu verstreichen ist, gedichtet.

g) Herstellung der Fahrstraßen und Trottoirs.

Bei der Pflasterung von Gassen oder Straßen muß auf die Ableitung der Niederschlagswässer Rücksicht genommen werden. Die Fahrbahn kann entweder muldenförmig nach Fig. 17 oder gewölbt nach Fig. 18, T. 12, angeordnet werden. Erstere Art ist nur bei schmalen Gassen gebräuchlich. Die Sprengung S beträgt in beiden Fällen $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{50}$ der Fahrbahnbreite b .

Das Trottoir erhält eine Breite von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ der Gassenbreite B und eine Neigung von 1—2% gegen die Fahrbahn, gegen welche dasselbe mit einer 10—15 cm hohen Stufe abschließt. Dieser stufenförmige Abschluß kann entweder mit hochkantig gestellten Pflastersteinen (Fig. 18, T. 12) oder mit langen, zumeist gemetzten Randsteinen (Fig. 17 und 19, T. 12) gebildet werden. Die Randsteine werden auf ein kleines Mauerfundament in Zementmörtel verlegt (Fig. 19), während die hochkantig gestellten Steine bloß in einer Sand- oder Schotterbettung liegen.

Die Rigols, welche bei der muldenförmigen Straßenanlage in der Mitte der Fahrbahn liegen, sollen ein Gefälle von 2—3% haben, bei überwölbter Anlage aber, wo sie an die erhöhten Trottoirs zu beiden Seiten der Fahrbahn anschließen, genügt ein Gefälle von 0.5%. In beiden Fällen sollen alle 50—60 m Kanaleinläufe (Soupiraux, Gullys) oder Abzugsgräben angelegt werden, welche das Wasser in Kanäle oder offene Gräben ableiten.

2. Die Estriche.

Estriche können entweder als Fußbodenbelag, als Fußbodenunterlage oder als Isolierschichte gegen Mauerfeuchte u. dgl. dienen. Stärkere Fußbodenestriche (Lehm- und Betonestriche) werden direkt auf festgestampftem Boden oder auf eine Sandbettung aufgetragen, während die schwächeren Asphalt- oder Mörtel-estriche eine Pflasterung oder einen anderen stärkeren Estrich als Unterlage erfordern.

Der Erdboden ist, so wie bei Pflasterungen, eventuell von der Humusschichte zu befreien, zu ebnen, festzustampfen und meistens auch mit einer 5—8 cm dicken Sand- oder Schuttschichte zu versehen.

Als Fußbodenbelag sind gebräuchlich: a) Lehmestrich, b) Betonestrich, c) Zementmörtel-estrich, d) Gipsmörtel-estrich, e) Terrazzoestrich, f) Asphaltestrich, g) neuartige Estriche.

a) Lehmestrich.

Der von Wurzeln, Steintrümmern u. dgl. gereinigte Lehm wird mit Gerstenspreu, Häcksel oder Kuhhaaren vermengt, mit wenig Wasser begossen, in feuchtem Zustande schichtenweise auf den geebneten und festgestampften Boden aufgetragen und mit Stößeln gehörig festgestampft. Die genaue Oberfläche des Estrichs wird durch früher in entsprechenden Entfernungen aufzutragende Klötzchen aus festgestampfter Lehm- oder Mörtelmasse festgelegt, indem man mit einer darüber gelegten Latte die übrigen Teile der Oberfläche des Estrichs bestimmt.

Beim Trocknen des Lehmestrichs bilden sich Risse in demselben; es muß daher das Stampfen erneuert und so lange fortgesetzt werden, bis keine Trockenrisse mehr auftreten. Dieses Nachstampfen wird mit Erdprackern bewirkt, womit eine ebene Fläche viel leichter herzustellen ist als mit den Stößeln.

Wird dem Lehm außer Gerstenspreu, Häcksel oder Kuhhaaren noch Ochsenblut, Hammerschlag, Salz oder Asche oder auch Teergalle (ein Nebenprodukt der Gasfabrikation) beigemischt, so wird der Estrich dadurch bedeutend härter. Es genügt aber, nur die oberste Schichte des Estrichs mit diesen Beimengungen zu versehen.

Lehmestrich eignet sich nur für ganz untergeordnete Räume (Scheunen, Getreidetennen, Stallungen, Dachböden u. dgl.); er wird je nach der Inanspruchnahme mit einer Dicke von 8, 12, 16 oder 20 cm hergestellt.

Wird der Lehmestrich auf den Sturzboden einer Zwischendecke aufgetragen, so ist es notwendig, eine Isolierschichte zwischen Holz und Lehmschlag, etwa aus Dachpappe, anzubringen, um das Holzwerk vor der Zerstörung durch die feuchte Lehmschichte zu schützen.

Wird der Lehmestrich im Freien, z. B. bei ungedeckten Kegelbahnen, Ziegeltennen u. dgl. angewendet, so ist für einen genügenden Abfluß der Niederschlagswässer vorzusorgen.

b) Betonestrich.

Der Betonestrich besteht aus einer Schichte Romanzement- oder Portlandzement-Stampfbeton, auf welche gewöhnlich noch eine Mörtelschichte aufgetragen wird. Auf dem geebneten, festgestampften und mit einer Schutt- oder Sandlage

versehenen Erdboden werden aus Stampfbeton in entsprechenden Entfernungen Klötzchen oder ganze Streifen aufgetragen, welche die Oberfläche des Betons angeben. Zwischen diese Klötzchen oder Streifen wird die gemengte Betonmasse eingebracht, festgestampft und mit einer Latte abgeglichen. Noch vor dem Erhärten des Zementes wird die Oberfläche mit einer 2 cm dicken Mörtelschichte aus Portlandzement und reinem, reschen Sand überzogen und diese glatt verrieben. Auf einer bereits erhärteten oder gar mit Staub verunreinigten Betonschichte würde ein Mörtelüberzug nicht haften.

Der fertige Estrich muß durch einige Wochen mit Brettern bedeckt sein und öfters mit Wasser begossen werden.

Betonestrich kann auch durch Beigabe von Erdfarben beliebig gefärbt oder mit Öl, Wasserglas oder Wachs eingelassen werden. Er empfiehlt sich besonders in geschlossenen, feuchten Räumen, Waschküchen, Badelokalen usw. und wird in einer Dicke von 5—15 cm und bei starker Inanspruchnahme, bei Straßen u. dgl. mit 20—25 cm Dicke aufgetragen.

Portlandzement-Betonestrich ist selbst in schwächeren, z. B. 10 cm dicken Lagen aufgetragen noch immer dauerhafter als ein stärkerer, zirka 15 cm dicker Romanzement-Betonestrich, daher ist die Anwendung des ersteren meist vorteilhafter und selbst ökonomischer.

Größere Flächen, besonders im Freien, sollen bei der Ausführung durch Einschaltung von Stoßfugen (Dilatationsfugen) in regelmäßige, 4—6 m große Felder geteilt werden, damit bei eintretender Bewegung durch die unvermeidliche Volumenveränderung des Betons die Entstehung von unregelmäßigen Rissen verhindert werde.

Aus Schlackenbeton können für Maschinenwerkstätten, Schlossereien u. dgl. vorzügliche Fußböden hergestellt werden, die den Schall mehr dämpfen als Zementbeton. Man macht solche Fußböden 20—30 cm stark und nimmt für die unteren $\frac{4}{5}$ der Dicke eine Mischung von 1 Teil Portlandzement, $\frac{1}{2}$ Teil gelöschten Weißkalk, 3 Teile scharfen Sand und 7—8 Teilen grober, gesiebter Schlacke, während für das obere $\frac{1}{5}$ der Estrichschichte 1 Teil Portlandzement, 2 Teile Sand und 2 Teile fein gesiebter Schlacke genommen werden.

c) Zementmörtelestrich.

Auf eine gut geebnete und festgestampfte Schuttlage wird eine 3—5 cm hohe Schichte steifer Portlandzementmörtel aufgetragen, mit großen Kellen festgeschlagen, mit Latten abgezogen und schließlich mit Reibbrettern glatt abgerieben. Dieser Estrich verursacht wenig Staubbildung und nützt sich sehr langsam ab. Zur Herstellung desselben werden auf die Schuttlage der Estrichdicke entsprechende Latten aufgelegt, welche als Führung der zum Abgleichen des Estrichs bestimmten Latte dienen.

d) Gipsmörtelestrich.

Dieser wird aus einem steifen Mörtel von Gipspulver und feinem Sand bereitet, zirka 3—5 cm dick, ähnlich dem Zementmörtelestrich aufgetragen und nach 24 Stunden geprackt, damit er dichter wird. Nach dem Erhärten wird er mit Sandstein geschliffen und nach dem Austrocknen mit Leinöl getränkt, schließlich mit einer Wachslösung überzogen.

Der Gipsmörtelestrich kann auch durch Beimengungen verschiedenartig gefärbt werden; er ist sehr dauerhaft und staubfrei, kann aber nur an trockenen Orten verwendet werden.

e) Terrazzoestrich.

Auf eine geebnete und gut gestampfte Sand- oder Schuttbettung wird eine aus 1 Teil Weißkalk, $1\frac{1}{2}$ Teilen Ziegelmehl und $3\frac{1}{2}$ Teilen kleineren Ziegeltrümmern hergestellte Betonmasse — Fondo (Grund) genannt — etwa 5 cm hoch aufgetragen,

ausgeglichen, etwas gestampft und dann 1—2 Tage dem Erhärten überlassen, worauf man sie neuerdings, und zwar gut einstampft.

Nach eintägigem Abtrocknen wird diese Lage mit einer zweiten, 2—4 cm hohen Schichte — Coperta (Decke) genannt — aus einer Mischung von hydraulischem Kalk und Ziegelmehl überzogen; diese wird noch vor dem Erhärten mit haselnußgroßen, bunten Marmorstücken — Semina (Saat) genannt — bestreut, welche man einstampft und mit Walzen eindrückt, wobei alle etwa noch leeren Zwischenräume mit dem Mörtel der zweiten Schichte ausgefüllt werden.

Nach dem Erhärten (in zirka zehn Tagen) wird die Oberfläche zuerst mit feinkörnigen, schweren Sandsteinen und endlich mit Bimsstein vollkommen eben abgeschliffen, wobei der Schleifstein, mit langem Stiele versehen, von einem Arbeiter hin- und herbewegt und der Estrich nach Bedarf abgewaschen oder benetzt wird.

Erst nach vollkommenem Austrocknen wird der Terrazzo mit heißem Leinöl zweimal überstrichen und schließlich mit Wachs eingelassen und auf Glanz gebürstet.

Statt hydraulischen Kalkes wird heute fast ausschließlich Portlandzement, eventuell mit etwas Weißkalkbeimengung und statt Ziegeltrümmern Schotter verwendet. Durch die Verwendung von Portlandzement wird sowohl die Arbeitszeit verkürzt als auch die Festigkeit des Terrazzo erhöht.

Für reich ausgestattete Räume kann der Terrazzo durch verschiedenfarbige Marmorstücke allerlei Verzierungen erhalten. Zu diesem Zwecke wird man die Konturen der auf starkem Papier in Naturgröße angefertigten Musterzeichnung durchlöchern, sodann diese Zeichnung auf die zweite Schichte auflegen und mit einem dünnen mit Kohlenstaub gefüllten Säckchen durch leichtes Beuteln desselben den Kohlenstaub durch die Löcher streuen und so die durchlocherten Konturen kopieren. Nach dieser Zeichnung werden dann entsprechend gefärbte Marmorstücke aneinandergereiht und mit der Hand in die zweite Schichte eingedrückt; der weitere Vorgang wird, wie früher beschrieben, eingehalten.

Der Terrazzo kann auch als Wandverkleidung hergestellt werden, in welchem Falle die zweite Schichte als Verputz direkt auf den Mauergrund aufgetragen wird; in diese Verputzschichte werden dann die Steinchen mit der Hand eingedrückt. Die weitere Behandlung ist dann so wie beim Estrich.

Der Terrazzo ist sehr schön und dauerhaft, soll aber wegen seines bedeutenden Gewichtes nur auf Gewölbe- oder sehr starken, nicht schwingenden Tramdecken ausgeführt und jährlich zweimal geölt und mit Wachs gebürstet werden.

Er wird häufig in Vestibülen, Gängen, Baderäumen, in südlichen Gegenden auch in Wohnräumen angewendet.

Eine Abart des Terrazzo ist „Granito“, bei welchem die Steinstückchen (bis zu Erbsengröße) nicht in den hydraulischen Mörtel eingedrückt oder eingewalzt, sondern gleich mit ihm vermischt auf die Unterlage aufgetragen werden.

f) Asphaltestrich.

Je nach der Verwendung von Rohasphalt (pulverisiertem, bituminösem Kalkstein) oder von Asphaltmastix (siehe Baustoffe) unterscheidet man Stampfasphalt oder Asphalt-comprimé und Gußasphalt oder Asphalt-coulé.

Asphalt-comprimé wird zumeist als Straßenbelag verwendet. Asphalt-coulé hingegen dient zumeist zur Herstellung wasserundurchlässiger Fußböden, oft aber auch als wasserdichter Belag auf Gewölbabsattlungen u. dgl. oder als Verputz auf Wandflächen, worüber noch der Mörtelverputz aufzutragen kommt. (Siehe Isolierungen.)

Der Stampfasphalt (Asphalt-comprimé) wird auf einer vollkommen erhärteten, 15—20 cm dicken Betonunterlage in der Art aufgetragen, daß man das rohe Asphaltpulver in eisernen Trommeln, die über geschlossenem Feuer gedreht werden, auf 110—130° C erhitzt, sodann 8 cm hoch auf den Beton-

estrich aufschüttet, entsprechend ausgleicht und mit heißen, eisernen Walzen und Stößeln auf 5 cm zusammendrückt.

Dieser Estrich ist sehr hart und dauerhaft, aber so glatt, daß die Zugtiere auf demselben leicht ausgleiten; er eignet sich daher nur für horizontale oder sehr wenig geneigte Straßen, die auch bei nassem Wetter öfter mit Sand bestreut werden.

Der Gußasphalt (Asphalt-coulé) kommt gewöhnlich in Stärken von 0.75—1.50 und 2.25 cm zur Anwendung und wird manchmal schichtenweise, die Schichte 0.75 cm hoch, hergestellt. Er erhält als Unterlage eine 5—8 cm dicke, gut ausgetrocknete Betonschichte oder ein liegendes Ziegelpflaster.

Zur Herstellung dieses Estriches werden vorerst die Asphaltbrote (Asphaltmastic) mit einem Zusatz von zirka 5% Bergteer in einem eisernen Kessel unter beständigem Umrühren bis auf zirka 170° C erhitzt. Dieser geschmolzenen Masse wird dann linsengroßer, womöglich vorgewärmter, reiner Quarzsand (30—50%) beigemischt und unter beständiger Feuerung das Ganze zu einer gleichmäßigen Masse verrührt und zirka 3—4 Stunden gekocht.

Zum Auftragen der heißen Gußmasse werden zuerst zwei der Estrichdicke entsprechende Eisenschienen auf 60—100 cm Entfernung auf die Unterlage gelegt. Zwischen dieselben wird die flüssige Asphaltmasse gegossen und diese dann mittels einer Latte, der die Eisenschienen als Führung dienen, abgestrichen. Im weiteren Verlaufe der Arbeit ist nur mehr eine Schiene notwendig, weil auf der einen Seite der fertige Estrich bereits als Führung dienen kann. Praktische Arbeiter erreichen auf ebener Unterlage auch ohne Führungsschienen ziemlich ebene Oberflächen für den Estrich.

Auf den aufgetragenen, noch warmen, weichen Estrich wird zuletzt noch etwas rescher, trockener Sand gestreut.

Asphalt-coulé gibt einen guten Estrich für Trottoirs, Höfe, Terrassen u. dgl., besonders aber für wasserundurchlässige Fußböden; im Innern der Gebäude wird er wegen seiner düsteren Farbe und wegen seiner rauhen, schwer zu reinigenden Oberfläche nicht gerne verwendet.

g) Neuartige Estriche.

In neuerer Zeit werden Estriche (Flötze) aus verschiedenartigen Kompositionen — Xylohit, Asbestit, Legnolit, Parketolit usw. genannt — hergestellt und als fugenlose Fußböden im Innern von Gebäuden verwendet. Alle diese Estriche können auf einen festen Holzunterboden oder, da das Arbeiten des Holzes oft Risse im Flötz verursacht, zweckmäßiger auf eine Betonunterlage verlegt werden.

Die betreffende Komposition wird meistens in Form eines Mörtels angemacht, zirka 2 cm dick auf die Unterlage aufgetragen, mit eisernen Schlägeln gestampft und mit der Kelle geglättet; die erhärtete Masse kann sodann poliert und mit Leinöl oder Leinölfirnis eingelassen und mit Wollappen abgerieben werden.

Xylohit, auch Steinholz genannt, besteht aus einer Mischung von gebranntem Magnesit, Chlormagnesium und Sägespänen, welcher noch beliebige Erdfarben zugesetzt werden können. Asbestit besteht aus einer Masse von Magnesit, Chlormagnesium und Asbestfasern, eventuell noch mit beliebigen Farbstoffbeimengungen.

C. Das schwebende Mauerwerk.

(Tafel 13, 14 und 15.)

I. Gewölbe.

Unter einem Gewölbe versteht man im allgemeinen eine aus keilförmigen Steinen (Wölbsteinen) zusammengesetzte, frei schwebende Decke über einem von Mauern umschlossenen Raume.

Das Bestreben der Wölbsteine, dem Gesetze der Schwere zu folgen, wird durch die keilförmig anschließenden Nachbarsteine gehindert, und zwar so, daß

durch die Schwerkraft aller Wölbsteine ein gegen die Enden des Gewölbes zunehmender Druck auf die Nachbarsteine ausgeübt wird, wodurch bei unverrückbaren Auflagern (Widerlagern) das Gewölbe schwebend erhalten bleibt.

Je größer die Spannweite desselben ist, desto größer wird dieser Druck im allgemeinen sein und je flacher das Gewölbe ist, desto mehr nähert sich die Richtung dieses Druckes der Horizontalen. Das Gewölbe hat somit das Bestreben, die Widerlager seitlich zu verschieben (Gewölbschub).

Jene Mauern, welche die Gewölbe tragen, sind die *Widerlagsmauern*, ihre freie Höhe ist die *Widerlagshöhe*. Die übrigen, bloß die Stirnseiten der Gewölbe abschließenden Mauern werden *Stirn- oder Schildmauern* genannt; wenn statt diesen Mauerbögen vorhanden sind, werden sie *Schild- oder Stirnbögen* genannt.

Außerdem sind bei Gewölben noch folgende Bezeichnungen üblich (Fig. 1, T. 13), und zwar:

Der *Anlauf* oder *Kämpferk* ist der Beginn des Gewölbes, also der Anschluß des letzteren an das Widerlager; die Linie kk_1 heißt *Anlauf- oder Kämpferlinie*.

Die *Spannweite* S ist die horizontale Entfernung der beiden Widerlager voneinander.

Der *Unterbogen* ksk ist die innere (konkave) Wöblinie.

Der *Oberbogen* $l's'l$ ist die äußere (konvexe) Wöblinie.

Gewölbleibung nennt man die innere sichtbare Gewölbefläche.

Gewölbrücken nennt man die äußere Gewölbefläche.

Gewölbstirne nennt man die Ansichtsfächen des Gewölbes an den Enden desselben.

Gewölbeachse ist die Linie, welche alle Mittelpunkte der Unterbögen verbindet.

Gewölbscheitel s ist der höchste Punkt des Unterbogens.

Gewölbschluß s' ist der höchste Punkt des Oberbogens; die durch s , bzw. s' parallel zur Gewölbachse gezogene Linie heißt die *Scheitel-*, bzw. *Schlußlinie*.

Die *Pfeil- oder Stichhöhe* ms ist die vertikale Entfernung der Anläufe vom Scheitel.

Die *Gewölbdicke* ist die radiale Entfernung des Oberbogens vom Unterbogen, und zwar ist D die Dicke am Anlaufe und d die Dicke am Schlusse; gewöhnlich ist D größer als d .

Der *Gewölbfuß* (Fuß) ist der untere Teil des Gewölbes, welcher häufig als gerades Mauerwerk mit Überkrugung ausgeführt wird (z. B. Fig. 30, T. 13).

Gewölbschenkel nennt man die beiden rechts und links des Scheitels gelegenen Gewölbeteile.

Offene Gewölbe sind jene, deren Stirnflächen nicht an Mauern u. dgl. anschließen, sondern offen bleiben; im Gegenfalle bezeichnet man sie als geschlossen.

Die zur Ausführung der Gewölbe notwendigen Steine (Fig. 2, T. 13) heißen *Wölbsteine*. Von diesen unterscheidet man: Die *Widerlag-, Anlauf- oder Kämpfersteine* a , das sind jene, gegen welche sich das Gewölbe stützt; die *Gewölbsteine* b , das sind die zur Herstellung des Gewölbes notwendigen Steine mit Ausnahme der obersten, welche als *Schlußsteine* (c) bezeichnet werden.

Gewölbnachmauerung (d) heißt das auf dem Gewölbrücken zur Ausgleichung und Verstärkung hergestellte gerade Mauerwerk.

Gewölbearten.

Je nach der Gestalt des Unterbogens im normalen Querschnitt des Gewölbes unterscheidet man nach Fig. 3, T. 13, folgende Gewölbearten:

a) Das volle Gewölbe, dessen Querschnitt ein Halbkreis und dessen Pfeilhöhe somit gleich der halben Spannweite oder dem Radius ist.

b) Das gedrückte, elliptische oder Korbbogengewölbe, bei dem die Pfeilhöhe kleiner als die halbe Spannweite ist, die Tangenten am Anlaufe aber lotrecht sind. Der Korbbogen besteht aus drei oder mehreren Kreisbögen mit verschiedenen Radien.

c) Das segmentförmige, flache Gewölbe, bei dem die Stichhöhe kleiner als die halbe Spannweite ist und die Tangenten am Anlaufe nicht lotrecht sind. Der Bogen ist ein Kreisbogenabschnitt von beliebigem Radius.

d) Das scheinrechte Gewölbe, bei dem die Pfeilhöhe fast Null ist; der Unterbogen bildet nahezu eine Gerade, welche wegen der unvermeidlichen Setzung einen kleinen, kaum sichtbaren Stich bekommt.

e) Das überhöhte Gewölbe, bei dem die Pfeilhöhe größer als die halbe Spannweite ist und die Tangenten am Anlaufe wieder lotrecht sind. Der Bogen besteht aus drei Kreisbögen mit verschiedenen Radien.

f) Das gotische Gewölbe, das aus zwei sich am Scheitel zu einer Spitze vereinigenden Kreisbögen besteht.

g) Das steigende oder einhüftige Gewölbe, auch Schwanenhals genannt (Fig. 3 a, T. 13), bei dem die Anläufe verschieden hoch liegen. Der Bogen ist zumeist aus zwei Kreisbögen verschiedener Radien zusammengesetzt.

Nach der Art und Weise, wie man sich ein Gewölbe entstanden denken kann, unterscheidet man wieder nachfolgende Gewölbearten, und zwar:

a) Das Tonnengewölbe; dieses hat die Form eines parallel zur Achse geführten Zylinderabschnittes, dessen Querschnitt aber mit allen in Fig. 3, T. 13, dargestellten Bogenarten konstruiert sein kann. Beträgt die Pfeilhöhe unter $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{6}s$, so nennt man solche Gewölbe flache Tonnen- oder Segmentgewölbe.

Beim geraden Tonnengewölbe (Fig. 4, T. 13) stehen die Stirnflächen senkrecht, beim schiefen Tonnengewölbe (Fig. 5, T. 13) schief zur Achse.

Wird das Tonnengewölbe über einem ringförmigen Grundriß aufgebaut (Fig. 6, T. 13), so entsteht das Ringgewölbe.

Ist die Achse eine Schraubenlinie, so entsteht ein Schrauben- oder Schnecken- oder Wendeltreppen- oder Schneckengewölbe (z. B. bei Wendeltreppen).

Steigende oder fallende Tonnengewölbe haben keine horizontalen, sondern schiefe Anläufe und Gewölbeachsen (z. B. bei Stiegen).

Schneidet man ein volles Tonnengewölbe durch zwei lotrechte Ebenen in der Richtung der Diagonalen des überwölbten Raumes, also nach ab und cd (Fig. 7, T. 13), so wird das Tonnengewölbe in vier Teile geteilt, von denen die zwei an den Stirnseiten liegenden Teile K , K appen und die zwei anderen an den Widerlagsseiten liegenden Teile W , W angen heißen. Aus solchen Wangen und Kappen können die verschiedenartigsten, im folgenden angeführten Gewölbe zusammengesetzt werden.

b) Das Kreuzgewölbe (Fig. 8, T. 13); dasselbe entsteht, wenn vier Kappen so zusammenstoßen, daß sich die Scheitellinien in einem Punkte schneiden. Die sich an den Zusammenstößen bildenden Kanten heißen Grate. Dieses Gewölbe hat keine Kämpferlinien, sondern nur vier Kämpferpunkte a , b , c , d , auf denen es ruht. Es wird daher auch zur Überwölbung von Räumen angewendet, die keine durchlaufenden Widerlagsmauern haben oder wenn diese zu schwach sind. Am häufigsten wird dieses Gewölbe über größeren Räumen in Kirchen, Vestibülen u. dgl. ausgeführt; die Kämpferpunkte müssen dann durch entsprechend starke Pfeiler unterstützt werden, die durch Gurten miteinander verbunden werden.

Das Kreuzgewölbe kann auch aus drei oder aus mehr als vier Kappen von beliebiger Spannweite über Räumen von verschiedenen (regelmäßigen und unregelmäßigen) Grundrißformen ausgeführt werden.

Bei der Kreuzung von zwei Tonnengewölben unter einem beliebigen Winkel sowie beim Zusammentreffen von drei Tonnengewölben (Fig. 9, 10 und 11, T. 13) entstehen, wenn die Scheitellinien sich in einem Punkte schneiden, ebenfalls Kreuzgewölbe.

c) Das *Stern gewölbe* (Fig. 12, T. 13) entsteht, wenn in dem Skelett des Kreuzgewölbes, d. h. zwischen die Grate oder Rippen desselben noch weitere Kappen eingeteilt werden. Durch eine reichere und verschiedenartige Kombination der Stern gewölbe entstehen die sogenannten *Netz gewölbe*, welche im gotischen Kirchenbau umfangreiche Anwendung finden.

d) Das *Kloster gewölbe* (Fig. 13, T. 13) entsteht, wenn Wangen mit den Graten so zusammenstoßen, daß die Scheitelpunkte und Widerlaglinien in gleiche Höhe zu liegen kommen. Dieses Gewölbe hat in seiner Umgrenzung eine durchlaufende Kämpferlinie, kann daher nur über Räumen hergestellt werden, bei welchen alle Umfassungsmauern als Widerlager, d. h. entsprechend kräftig ausgebildet sind. Das Kloster gewölbe kann aus drei oder mehreren Wangen bestehen, an deren Zusammenstoßen sich einwärts springende Kantenwinkel, Kehlen oder Ixen genannt, bilden. Diese Gewölbe lassen sich über regelmäßigen und unregelmäßigen Grundrissen ausführen; der Scheitelpunkt liegt dabei immer über dem Schwerpunkt der Grundrißfigur.

e) Das *Kuppel gewölbe* ist jenes Gewölbe, dessen Leibungsfläche eine Rotationsfläche ist, also z. B. eine Halbkugel, ein Kugelabschnitt oder ein Halbellipsoid. Je nach der Form der Kuppel unterscheidet man wieder das Halbkugelgewölbe, das flache und das überhöhte Kuppelgewölbe.

Die Hälfte eines Kuppelgewölbes nennt man *Chorgewölbe*. Kleinere Chorgewölbe, welche über Nischen u. dgl. ausgeführt werden, heißen *Nischengewölbe*.

f) Wird ein volles Halbkugel- oder ein volles elliptisches Kuppelgewölbe durch vertikale Ebenen so geschnitten, daß eine quadratische, rechteckige oder polygonale, in der Kämpferlinie des Kuppelgewölbes eingeschriebene Grundrißform entsteht, so erhält man das *böhmische Platzel* oder *Kuppelplatzel* oder *böhmische Gewölbe*, auch *böhmische Kappe* genannt (Fig. 14, T. 13). Nachdem die Anlaufkurve in der Figur, z. B. durch vier sich berührende, vertikale Ebenen abgeschnitten ist, bleiben für das Gewölbe nur vier Kämpferpunkte *a, b, c, d* zur Unterstützung desselben übrig. (So wie beim Kreuzgewölbe.) In diesen müssen dann entsprechend kräftige Pfeiler angeordnet werden, welche ebenso wie beim Kreuzgewölbe durch Gurten miteinander verbunden werden.

Die Stirnflächen erscheinen hier als Halbkreise oder Ellipsen, je nach der Form des Kuppelgewölbes, aus dem das Platzel herausgeschnitten ist. Die Tangenten an den Anlaufpunkten sind lotrecht.

g) Wird ein flaches Kuppelgewölbe durch ebensolche vertikale Ebenen geschnitten, so entsteht das *preußische Platzel gewölbe* (Fig. 15 *a* und *b*, T. 13), welches ebenfalls nur Kämpferpunkte zur Unterstützung hat, bei dem aber die abgeschnittenen Stirnflächen nur als Segmentbögen erscheinen, daher auch die Tangenten in den Anlaufpunkten nicht lotrecht sein können.

h) Denkt man sich bei einem böhmischen Platzelgewölbe in der Scheitelhöhe der Stirnflächen einen horizontalen Schnitt geführt und auf diesen eine volle Kuppel oder einen Zylinder und auf diesen eine Kuppel oder Flachkuppel aufgesetzt, so erhält man die *Hängekuppel*, bezw. die *Kuppel mit aufgesetzter Laterne* (Fig. 16, T. 13).

i) Schließt man ein über einer rechteckigen Grundfläche ausgeführtes Tonnengewölbe auf beiden Stirnseiten durch zwei Walme (Wangen) ab, so entsteht das *Muldengewölbe* (Fig. 17, T. 13). Dasselbe hat wie das Kloster gewölbe in seiner Umgrenzung eine durchlaufende Kämpferlinie und erfordert daher die Anwendung von Widerlagsmauern an der ganzen Umfassung; mit Rücksicht auf den

großen Seitenschub kommen hier nie flache Bögen, sondern nur Halbkreise oder Korbbögen vor. Muldengewölbe können über rechteckigen und trapezförmigen Grundflächen hergestellt werden.

k) Wird das Kloster- oder Muldengewölbe unterhalb seines Scheitels durch eine wagrechte Ebene geschnitten und dieser Abschnitt durch ein horizontales, also scheinbares Gewölbe ersetzt, so entsteht das *Spiegelgewölbe* (Fig. 18, T. 13), ein sehr schönes Gewölbe, das aber nicht belastet werden darf.

l) *Schilder* oder *Ohren* (Fig. 19 und 20, T. 13) sind kleinere Gewölbeabzweigungen, welche einen Gewölbschenkel des Hauptgewölbes bis zur Leibung durchschneiden. Die Abzweigungen können sowohl horizontal unter einem beliebigen Winkel als auch steigend oder fallend gemacht werden.

Schilder werden zumeist bei Kellerfenstern, Nischen u. dgl. angebracht. Ohren oder Stichkappen werden diese Abzweigungen speziell dann genannt, wenn sie nur Anlaufpunkte haben (Fig. 20, T. 13).

m) *Konische Gewölbe* (Fig. 21, T. 13). Das sind zumeist kurze Gewölbe mit kegelförmiger Leibung, also Gewölbe über einem viereckigen Raume mit verschieden großer Spannweite. Am häufigsten benützt man sie bei spalettierten Toren, Türen und Fenstern und da zumeist mit geneigten Achsen.

Die Ausführung der Gewölbe.

a) Herstellung der Eingerüstung.

Die meisten Gewölbearten bedürfen während ihrer Ausführung einer künstlichen Unterlage an der Leibungsfläche. Diese Unterlage wird gewöhnlich aus Brettern oder Pfosten gebildet, welche auf den sogenannten Lehrbögen ruhen, die ihrerseits wieder von einer aus entsprechend starken Balken hergestellten Gerüstung getragen werden.

Diese Unterstützung, welche dem Gewölbe die Form gibt und dasselbe bis nach der Vollendung zu tragen hat, heißt *Lehrgerüst* und wird gewöhnlich von den zur Herstellung der Gerüste bestimmten Arbeitern, den Gerüstern, und nur bei größeren Gewölben, bei denen Holzverbindungen notwendig sind, von Zimmerleuten ausgeführt. Die Art und Weise der Konstruktion derselben ist je nach der Gewölbeform, Spannweite und Belastung verschieden.

Die *Lehrbögen* werden auf einem hiezu hergerichteten, horizontalen Bretterboden — Reißboden genannt — hergestellt, indem man den Bogen in Naturgröße aufzeichnet und darnach aus Brettern oder Pfosten ausschneidet. Die hierzu erforderlichen Daten (Spannweite, Pfeilhöhe und Radius) werden den Plänen entnommen, welche dementsprechend kotiert sein müssen.

Volle Bögen und Segmentbögen werden z. B. nach Fig. 22, T. 13, mittels einer Latte, auf welcher die Länge der betreffenden Radien und das Zentrum markiert sind, mit einem starken Bleistifte auf dem Reißboden direkt vorgezeichnet.

Die Lehrbögen für die Grate, welche Ellipsen sind, werden aus den normalen Bögen abgeleitet und auch in Naturgröße konstruiert.

Lehrbögen für schwere Gewölbe sind, mit Rücksicht auf die voraussichtliche Setzung der Gewölbe, am Scheitel entsprechend höher zu machen. Jeder Lehrbogen muß um die Dicke der Einschaltungsbretter kleiner ausgeschnitten werden, als der aus den Plänen entnommene normale Bogen.

Die Anfertigung der Lehrbögen ist je nach der Form und Größe derselben verschieden. Für flache Segmentbögen wird ein der Stichhöhe entsprechend breites, bis 4 cm dickes Brett nach dem gewünschten Bogen derart zugeschnitten, daß es an den Enden noch 3—5 cm hoch bleibt (Fig. 22, T. 13). Für größere Gewölbe legt man einige Bretter oder Pfosten dicht nebeneinander (Fig. 23 und 24, T. 13), schneidet sie nach dem gegebenen Bogen zu und verbindet sie mit schmalen Brett- oder Lattenstücken derart, daß zwischen ihnen keine Fugen bleiben, denn sonst könnten

bei größerer Belastung leicht nachteilige Setzungen eintreten. Für stärkere Lehrbögen kann man auch zwei sich kreuzende Brettlagen übereinander anordnen.

Für sehr große Bögen ist es ökonomischer, Bohlenbögen (Fig. 25, T. 13) anzuwenden. Hierzu werden, nachdem der Bogen am Reißboden vorgerissen ist, kürzere, zirka 4 cm dicke Brettstücke an den Stirnseiten radial zusammengepaßt und längs der Bogenlinie so gelegt, daß sie diese an der Leibung tangieren. Auf diese zusammengepaßten Brettstücke wird eine zweite, ganz gleich konstruierte Lage, jedoch voll auf Fug gelegt. Beide Lagen werden dann mit langen, schmiedeeisernen Nägeln zusammengenagelt und die Nagelspitzen umgebogen. Die über den Bogen hinausragenden Teile der Brettstücke werden sodann abgeschnitten. Die unteren Enden der Bohlenbögen werden mit einer entsprechend aufgenagelten Latte verbunden, damit die richtige Spannweite unverändert erhalten bleibt.²

Je nach der Größe der Spannweite und Belastung durch die Gewölbekonstruktion wird man die Lehrbögen entweder bloß an zwei oder auch an mehreren Punkten unterstützen. Mitunter wird sogar eine Unterstützung mittels Sprengwerken notwendig sein. Die Lehrbögen müssen auf starke Keile gestellt werden, wodurch ein Heben und Senken der ganzen Einschalung leicht ermöglicht wird.

Je nach der Schwere des Wölbungsmaterials wird sich jedes Gewölbe samt den Lehrgerüsten mehr oder weniger senken. Auf diese voraussichtliche Senkung muß Bedacht genommen werden, dadurch, daß man sowohl die Lehrbögen, wie bereits erwähnt, um die voraussichtliche Setzung höher erzeugt, als auch die ganze Eingerüstung von Haus aus etwas höher stellt.

Die Unterstützung der Lehrbögen erfolgt nach Fig. 23—25, T. 13, durch längs den Widerlagern, unter der Kämpferlinie angeordnete Kanthölzer (Pfetten), die so tief angebracht werden, daß zwischen der oberen Fläche derselben und den richtig gestellten Lehrbögen noch ein Zwischenraum von etwa 4 cm für die erforderlichen Keile bleibt. Diese Pfetten werden durch zirka 2—4 m voneinander entfernte Ständer unterstützt, welche bis zum Boden herabreichen und dort auf einem Brettstück oder auf einer durchlaufenden Schwelle stehen, damit sie nicht in den Boden einsinken.

Bei Gewölben mit größeren Spannweiten (über 3 m) und schweren Wölbsteinen werden die Lehrbögen überdies auch in der Mitte auf die gleiche Art unterstützt (Fig. 23, T. 13).

Die Lehrbögen werden senkrecht zur Gewölbeachse angeordnet, zirka 1 m voneinander entfernt auf die Pfetten gestellt und ober denselben mit je zwei starken, am besten harten Holzkeilen unterlegt. Sie werden anfänglich durch Latten gegeneinander und gegen die Pfetten verspreizt. Sobald die Lehrbögen richtig gesetzt sind, wird die Einschalung derselben von beiden Widerlagern aus begonnen und gleichmäßig bis zum Scheitel fortgeführt. Zwischen den Schalbrettern läßt man zirka 1 cm breite Fugen, damit dieselben bei Befeuchtung genügend Raum zur Ausdehnung haben.

Bei Bohlenbögen (Fig. 25, T. 13) ist ebenfalls eine Unterstützung in der Mitte notwendig; bei sehr großen Spannweiten sind sogar oft mehrfache und komplizierte Unterstützungen erforderlich, die aber nicht bis zum Boden herabzureichen brauchen, sondern auf, unter den Pfetten angebrachten Kappen ruhen und senkrecht zur Leibung, also radial gestellt werden (Fig. 25, T. 13).

Nach vollständiger Einschalung der Lehrbögen werden alle Keile gehörig angezogen, bis der Gewölbenscheitel und die Leibung durchaus in die richtige Höhe gebracht sind.

Die vorbeschriebenen Eingerüstungen werden zumeist nur für Tonnengewölbe benützt. Bei Kreuz- und Klostergewölben stellt man durchlaufende Lehrbögen nur in den Graten auf, während die übrigen an diese angeschifft und mit Pfetten und Säulen unterstützt werden.

Die im Grundrisse kreisrunden Kuppelgewölbe erfordern kein derartiges Lehrgerüste, da kein Seitenschub aufzuheben ist, man bedient sich hier nur eines, um die vertikale Achse drehbaren Bohlenbogens, der bloß die Form des Gewölbes anzugeben braucht. Bei anderen Grundrißformen und bei größeren Kuppeln wird ein leichtes Lehrgerüste verwendet, welches aber bloß die Gewölbeform angibt.

Bei kleinen Halbkugelgewölben wird, wie Fig. 26, T. 13, zeigt, im Zentrum der Gewölbemittelpunkt mit einem Nagel fixiert und daran eine Latte befestigt, welche dem Halbmesser der Kugel entspricht; diese Latte bezeichnet sowohl die Gewölbleibung (mit ihrem freien Ende) als auch die Richtung der Lager- und Stoßfugen, welche bei diesem Gewölbe stets in der Richtung des Radius liegen müssen. Zum Festhalten des ersten Steines eines jeden Ringes wird am Gewölberücken eine Schnur befestigt, welche über die Lagerfläche gegen den inneren Raum herabgezogen und mit einem Stein beschwert wird.

Die böhmischen und preußischen Platzelgewölbe werden zumeist ohne Lehrgerüste hergestellt, indem man die Anlauflinien an den Wänden durch Latten oder Lehrbögen vorzeichnet und die Gewölbe dortselbst in vertiefte Schmatzen eingreifen läßt oder an Gewölbfüßeln ansetzt. Zur Bestimmung der Leibungsfläche bedient man sich hiebei einfacher Lehren oder man spannt in der diagonalen Richtung des Raumes Lehrbögen.

Die flachen Tonnengewölbe mit geringeren Spannweiten werden im Hochbau größtenteils mit ringförmigen Ziegelscharen so gewölbt, daß eine vollständige Eingerüstung nicht notwendig ist. Man bedient sich dabei der sogenannten Rutschbögen (Fig. 27, T. 13), das sind flache Lehrbögen, welche entweder in am Widerlager ausgesparten, horizontalen Mauerschlitzen *a* (Fig. 27, T. 13) oder an daselbst befestigten Latten *b* aufliegen und nach Schluß eines jeden einzelnen Ringes um die Ziegeldicke vorgeschoben werden.

Alle Lehrgerüste für die im Hochbau vorkommenden Gewölbe werden ohne Holzverbindungen gemacht, die Hölzer stoßen einfach stumpf zusammen und werden mit Gerüstklammern entsprechend verbunden. Lehrgerüste für große Gewölbe, wie bei Brücken, Kirchen u. dgl. erfordern eine solide Ausführung mit Holzverbindungen, wobei auch Schraubenbolzen zur Verstärkung angewendet werden. Derartige Gerüste werden nach Detailzeichnungen nach den Regeln für Zimmermannsarbeiten ausgeführt.

b) Herstellung des Gewölbmauerwerkes.

Die Gewölbe können, ebenso wie das gerade Mauerwerk, aus Ziegeln, Bruchsteinen, Quader- oder Werksteinen und aus Stampfbeton hergestellt werden. Die Wahl des Materials hängt vielfach davon ab, ob das Gewölbe bloß die Decke bildet oder auch die Belastung eines Bodens zu tragen hat.

Deckengewölbe allein (z. B. beim Kirchenbau) kann man aus leichtem Material (porösen Ziegeln oder Hohlziegeln) herstellen. Sind Gewölbe auch bestimmt, Fußböden zu tragen, die wenig belastet werden, so macht man sie aus Ziegeln, eventuell aus Hohlziegeln. Bei stark belasteten Gewölben wird man aber stets hartgebrannte Ziegel, lagerhafte Steine oder Beton anwenden.

Für den Verband des Gewölbmauerwerkes gelten im allgemeinen dieselben Regeln wie für das gerade Mauerwerk. Von besonderer Wichtigkeit ist die Richtung der Lagerfugen, welche senkrecht zur Gewölbleibung stehen sollen. Am geeignetsten sind also keilförmige Steine, in Ermangelung derselben können jedoch gewöhnliche, gut gebrannte Ziegel, dann lagerhafte, leichte, jedoch feste Bruchsteine verwendet werden. Quader- oder Werksteine werden nur bei sehr wichtigen Gewölben (bei Brücken usw.) verwendet.

Für die Ausfüllung der Stoß- und Lagerfugen mit Weißkalk-, Romazement- oder Portlandzementmörtel gelten im allgemeinen dieselben Bestimmungen wie beim geraden Mauerwerk. Auf die Güte des Mörtels muß beim Gewölbmauerwerk,

namentlich bei Verwendung von weniger lagerhaftem Bruchstein, ein besonderer Wert gelegt werden.

Gewölbe können aber, wie erwähnt, auch aus Stampfbeton hergestellt werden, besonders wenn die Betonmaterialien billiger zu beschaffen sind und auch die sonstigen Verhältnisse dafür sprechen. Betongewölbe mit Eiseneinlagen gestatten die Ausführung sehr flacher und tragfähiger Gewölbe.

Für besonders flache Gewölbedecken werden auch eigens geformte Ziegel (Falzziegel) verwendet. (Siehe Deckenkonstruktion.)

1. Die Widerlagsmauern. Die Widerlager bilden einen wichtigen Teil jeder Gewölbekonstruktion, da sie nicht nur die Last des Gewölbes und die demselben durch die Benützung aufgebürdete Last (Nutzlast) zu tragen, sondern auch den Seitenschub (Gewölbeschub) auszuhalten haben, welcher um so größer ist, je flacher der Gewölbebogen wird. Um diesem Seitenschube entsprechend entgegenwirken zu können, müssen die Widerlagsmauern genügend stark und die Anläufe (Kämpfer) besonders solid gemauert werden.

Bei Bestimmung der Widerlagsstärke ist die Höhe der Mauern, deren Belastung und eine eventuell mögliche Erschütterung des Gewölbes in Betracht zu ziehen.

Dient eine Mauer als gemeinsames Widerlager für zwei nebeneinander ansetzende Gewölbe, so wirkt dem Seitenschube des einen Gewölbes der des anderen entgegen, so daß derselbe bei gleicher Spannweite sowie gleicher Bogen- und Anlaufhöhe gänzlich aufgehoben wird und nur mehr eine vertikale Belastung der Mauer eintritt. So eine Mauer, welche dann ein „gemeinsames Widerlager“ genannt wird, kann mit Rücksicht auf die nur vertikale Belastung schwächer als die Endwiderlager gehalten werden.

Durch außen angeordnete, sogenannte Strebpfeiler, welche in Entfernungen von 3—6 m, z. B. häufig bei Kirchen, angeordnet werden, wird die Widerlagsmauer verstärkt, so, daß man sie bedeutend geringer dimensionieren kann.

Graphisch kann man die Widerlagsstärken nach Durant wie folgt bestimmen (Fig. 29 a, T. 13): Den Unterbogen teilt man in drei gleiche Teile, zieht vom Anlauf zum ersten Teilstrich die Sehne, verlängert sie unter dem Anlauf noch um die eigene Länge und bringt die Wagrechte durch den Anlauf mit der Lotrechten am Ende der verlängerten Sehne zum Schnitt; das vom Anlauf bis zur Lotrechten reichende Stück der Wagrechten gibt dann die Widerlagsstärke an. Führt man einige derartige Konstruktionen für die gleiche Spannweite aus, so wird man graphisch zu dem Resultate kommen, daß, je flacher der Bogen, je geringer also die Stichhöhe, desto größer die Widerlagsstärke sein muß (Fig. 29 b und c, T. 13).

Bei Bestimmung der Widerlagsstärken ist auch die Belastung der Widerlager durch die nach oben fortgeführten Mauern in Betracht zu ziehen. Durch eine hinreichende Belastung der Endwiderlager kann die Stärke derselben bedeutend vermindert werden.

Für die im Hochbau gebräuchlichen Widerlagsstärken enthält die folgende Tabelle für verschiedene Gewölbekonstruktionen die erforderlichen Daten in Teilen der Spannweite ausgedrückt, und zwar für belastete und unbelastete Endwiderlager.

Die aus dieser Tabelle gewonnenen Dimensionen der Widerlager werden mit Rücksicht auf die Ziegeldimensionen auf ein Vielfaches von 15 abgerundet; bei den Gewölbestärken auf ein Vielfaches von 7,5, nachdem für Gewölbe auch $\frac{3}{4}$ Ziegel fabriziert werden.

Zur Verstärkung der Gewölbwiderlager tragen auch die Gewölbfüßel bei, weil sie als Fortsetzung der Widerlagsmauern durch Überkragung des geraden Mauerwerkes in den einzuwölbenden Raum hineinragen und so die unteren Teile der Gewölbe bilden, wodurch also nicht nur die Widerlagsmauer verbreitert, sondern auch die Gewölbespannweite verkürzt erscheint. Es ist jedoch nicht gebräuchlich, diesen Umstand bei Bestimmung der Widerlagsstärken in Berücksichtigung zu ziehen.

Tabelle über Widerlagsstärken.

Bei folgenden Gewölbarten, und zwar bei:	Gewölbstärke im Scheitel	Widerlagsstärke bei		Anmerkung
		unbelasteten	belasteten	
		2·50—3·00 m hohen Widerlagern *)		
		(oberstes Geschoß)	(unterstes Geschoß)	
in Teilen der Spannweite				
Vollen Tonnengewölben	1/40	1/4	1/5—1/6	*) Bei mehr als 3·00 m hohen Widerlagern sind die angegebenen Mauerstärken noch um $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ der Widerlagshöhe zu vergrößern, so daß z. B. ein volles, unbelastetes Tonnengewölbe mit 6·00 m hohen Widerlagern und 3·60 m Spannweite eine Widerlagsstärke von $\frac{3 \cdot 60}{4} + \frac{6 \cdot 00}{10} = 1 \cdot 50$ m erhalten müßte.
Flachen Tonnengewölben mit mindestens 1/4 der Spannweite zur Pfeilhöhe	1/30	3/10	1/4—1/5	
Flachen Tonnengewölben mit mindestens 1/8 der Spannweite zur Pfeilhöhe	1/20	1/3	3/10—1/4	
Scheitrechten Tonnengewölben	1/15	1/2—1/3	1/3—1/4	
Klostergewölben	1/40	1/6	1/6—1/7	
Böhmischen und Preußischen Platzelgewölben	1/30	1/3—1/4	1/4—1/5	
Kuppelgewölben	1/50	1/7—1/9	1/9—1/12	
Kreuzgewölben	1/40	1/4—1/6	1/6—1/7 der Raumdiagonale	

Die Gewölbänläufe und die Gewölbfüßel sind besonders solid herzustellen; bei Verwendung von Bruchstein müssen die Anlaufsteine ein volles Profil erhalten, bei dem keine spitzen Winkel vorkommen dürfen. Auch bei Ziegelmauerwerk sind spitze Winkel tunlichst zu vermeiden.

Die Fig. 30, 31 und 32, T. 13, geben Beispiele für die Anordnung, Fig. 33 für die Detailausführung verschiedener Anläufe und Gewölbfüßel. Aus Fig. 30 geht hervor, daß bei gemeinschaftlichen Widerlagern und vollen Bögen Gewölbfüßel in dem Falle notwendig sind, wenn die Mauer nach oben fortgesetzt wird, um für diese Fortsetzung die nötige Basis zu schaffen. Bei größeren Gewölbdecken können die Füßel auch in zwei Stufen ausgeführt werden (Fig. 33 a, b und c), um sie nicht zu weit überkragen zu lassen.

Zum Mauern der Gewölbfüßel bedient man sich entsprechender Schablonen aus Brettern (Fig. 30 a, T. 13), welche entweder an die Mauer befestigt oder auf eine daselbst angebrachte Latte gestellt, bezw. längs derselben bewegt werden.

Die Anwendung der Gewölbfüßel ist bei Hochbauten von besonderem Vorteil, weil man alle Mauern bis auf ihre volle Höhe aufmauern kann und die Gewölbe erst nachträglich, nachdem die Mauern die unvermeidlichen Setzungen durchgemacht haben, unter dem Schutze des Daches herzustellen in der Lage ist.

2. Das Gewölbmauerwerk (T. 14). Die Gewölbe übertragen ihre eigene und die ihnen eventuell aufgebürdete Last in der Weise auf die Widerlager, daß das Gewölbmaterial nicht auf Biegung, sondern auf Druck in Anspruch genommen wird. Der Druck pflanzt sich von den oberen auf die unteren Wölbsteine bis auf das gerade Mauerwerk fort, wie dies in Fig. 1, T. 14, skizziert ist. Indem man die Lagerfugen der Gewölbsteine senkrecht auf die Richtung dieses Gewölbdruckes stellt, ergeben sich keilförmige Gewölbsteine. Nachdem der Gewölbdruck gegen

die Widerlager immer mehr zunimmt, so wird auch die Gewölbstärke im allgemeinen gegen die Anläufe zunehmen müssen.

Man kann die Stärke der Gewölbe graphisch nach Fig. 2, T. 14, bestimmen, und zwar: Der untere Bogen wird in eine Anzahl beliebig gleicher Teile geteilt, durch die Teilungspunkte werden die Radien und Vertikalen nach aufwärts gezogen, die Gewölbstärke am Scheitel s (siehe Tabelle über Gewölbstärken) auf diese Vertikale nach aufwärts aufgetragen und durch die erhaltenen Punkte s Horizontale bis zu den verlängerten Radien gezogen; die so erhaltenen Schnittpunkte geben den Lauf des Oberbogens. Bei vollen Bögen läßt sich die gegen den Anlauf zunehmende Dicke des Gewölbes nach Fig. 3, T. 14, dadurch konstruieren, daß man je nach der Güte des Materials und dem Gewölbdrucke den Mittelpunkt m für den Oberbogen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4} r$ herabsetzt, am Scheitel die Gewölbstärke nach der Tabelle aufträgt und mit dem entsprechend größeren Radius den Oberbogen zieht.

Quader-, Bruchstein- oder Betongewölbe können ohneweiters nach dem so ermittelten Querschnitte hergestellt werden, während bei Ziegelgewölben ein lästiges und verschwenderisches Zuhauen der Ziegel am Gewölberücken eintreten müßte. Dies zu vermeiden, wird man die Verstärkung gegen die Anläufe nur in Absätzen von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Ziegellängen vornehmen, und zwar wird die erste Stufe dort beginnen, wo eine durch den Scheitel gezogene Horizontale s — s^1 (Fig. 30, T. 13) den Oberbogen schneidet. Ist nach der graphischen Ermittlung noch eine zweite Verstärkungsstufe notwendig, so wird diese in die Mitte zwischen der ersten Stufe und dem Anlaufe angeordnet.

Aus nebenstehender Tabelle sind die Gewölbstärken für verschiedene Gewölbe-konstruktionen, in Ziegellängen ausgedrückt, zu entnehmen.

Gewölbe aus Bruchsteinen müssen wegen der geringen Lagerhaftigkeit der Steine am Schlusse mindestens 30 cm dick sein, sonst können die Stärken jenen der Ziegelgewölbe angepaßt werden.

Bei Betongewölben kann man die Tragfähigkeit durch Einlegen von Eisenrippen (System Monier) bedeutend erhöhen.

Der Verband für die Ziegelgewölbe kann wie beim geraden Mauerwerk nach verschiedenen Verbandarten durchgeführt werden.

Bruchstein- und Quadermauerwerk werden nach denselben Grundsätzen (voll auf Fug), letzteres jedoch mit etwas engeren Fugen ausgeführt.

Speziell gelten hier nachfolgende Verbandregeln:

Die Lagerfugen müssen stets radial sein, d. h. ihre Verlängerung muß durch das Zentrum des Bogens (Gewölbachse) gehen.

Die Stoßfugen zweier aufeinander liegenden Scharen dürfen weder im Innern noch in der Leibung des Gewölbes zusammentreffen und sollen stets senkrecht auf die Gewölbsleibung gerichtet sein.

3. Methoden der Einwölbung. Die Einwölbung kann nach dreierlei Methoden erfolgen, und zwar: α) Nach der Kufeneinwölbung (Fig. 7 d, T. 14), β) nach der Schwalbenschwanzeinwölbung (Fig. 7 e, T. 14) oder γ) nach der Rutschbogeneinwölbung (Fig. 7 f, T. 14).

α) Die Kufeneinwölbung ist mit jedem Materiale ausführbar, erfordert aber eine volle Einschalung und keilförmige Steine. Die notwendige Keilform der Gewölbsteine (Fig. 4 b, T. 14) kann bei Quader- und Bruchsteingewölben ohneweiters hergestellt werden, indem man für das Profil der Steine eine aus Brettern geschnittene Schablone benützt, welche einen radialen Gewölbausschnitt darstellt. Bei Verwendung gewöhnlicher Ziegel würden sich die Lagerfugen gegen den Gewölberücken zu erweitern (Fig. 4 a, T. 14), welcher Umstand bei flachen Gewölben unbedeutend und ohne Nachteil ist; bei stark gekrümmten Gewölbebögen jedoch, wo das Klaffen der Fugen zu groß wäre, müßten keilförmige Ziegel entweder bestellt oder durch Zuhauen gewonnen werden. Nachdem aber das Zuhauen jeder einzelnen

Tabelle über Gewölbstärken.

Gewölbeart			Stärke im Gewölb-						Anmerkung	
			Schlusse bei			Anläufe bei				
			Spannweite in m	überhöhten oder Spitz-	vollen	Seg- ment-	überhöhten oder Spitz-	vollen		Seg- ment-
Tonnen- gewölbe	im oberen	Geschoß	bis 4	.	1/2	1/2	.	3/4	3/4—1	Bis auf die Beton- tonnen- gewölbe sind hier nur Ziegel- gewölbe gemeint.
	im unteren (Keller-)		„ 4	.	3/4	3/4	.	1	1—1 1/2	
		„ 3	.	.	7 cm	.	.	10 cm		
	aus Beton	„ 4	.	.	9 cm	.	.	12 cm		
		„ 5	.	.	12 cm	.	.	15 cm		
Gurten oder Ramenatbögen			2	1/2	1	1 1/2				
			2—3·5	1	1 1/2	1 1/2—2				
			3·5—5·5	1 1/2	2	2—2 1/2				
			5·5—8·5	1 1/2—2	2 1/2	2 1/2—3				
Kreuz- gewölbe	in den Kappen	bis 6		1/2						wie im Gewölbschlusse
	in den Graten			1						
Platzel- gewölbe	mit 1/10 Pfeil- höhe	leichte	„ 5		1/2					
		schwe- rere			3/4—1					
Klostergewölbe			„ 4		1/2					
			„ 5·50		1					
Kuppelgewölbe mit Pendentifs über einem qua- dratischen Grundrisse			„ 4		1/2			1/2		
			„ 7·5		1			1—1 1/2		
			„ 12·5		1 1/2			2		

Ziegelschar zu umständlich wäre, so beschränkt man sich auch darauf, nur jede 3. oder 4. Schar als Keilschar (Fig. 5, T. 14) anzuordnen.

Starke Ziegelgewölbe können auch in einzelnen, konzentrisch übereinander liegenden Bögen (Schalen) ausgeführt werden (Fig. 6 a, T. 14). Hierbei liegen gewissermaßen zwei Gewölbe übereinander, welche sich gegenseitig verstärken. Durch Anwendung von gutem Portlandzementmörtel kann die zu befürchtende Trennung beider Gewölbeshalen hintangehalten werden. Manchmal werden nur die unteren Gewölbeteile schalenförmig, die oberen Teile aber in Verband ausgeführt wie in Fig. 6 b, T. 14 (Wiener Stadtbahn).

Zur Einhaltung der radialen Richtung der Lagerfugen bedient man sich der vorerwähnten Bretterschablone, die einen radialen Gewölbausschnitt bildet und zur Kontrolle mit dem Unterbogen auf die Gewölbeleibung gestellt wird.

Bei Ausführung der Kufeneinwölbung (Fig. 7 b und d, T. 14) werden die einzelnen Scharen von beiden Anläufen aus, der ganzen Länge nach gleichzeitig begonnen und stets gleichmäßig bis zum Schlusse fortgeführt, wobei alle Lagerfugen an der Leibung parallel zur Achse des Gewölbes erscheinen und vor Beginn der Wölbarbeit auf der Schalung so vorzuzeichnen sind, daß der Schluß in den Gewölbscheitel zu liegen kommt. Bei größeren Gewölben wird vor Beginn der Mauerung am Gewölbschlusse die Einschalung entsprechend belastet, und zwar am einfachsten durch gleichmäßiges Deponieren des zur Ausführung zu verwendenden Steinmaterials.

Nach erfolgter Mauerung der beiden Gewölbschenkel werden die keilförmigen Schlußsteine entsprechend eingepaßt und durch Schläge eingetrieben, wozu man sich eines Holzklotzes oder eines eisernen Schlägels bedient; in letzterem Falle muß man auf die Steine ein Brettstück legen, um dieselben nicht zu zertrümmern. Sobald die Schlußsteine bis an die Schalung vorgetrieben sind, werden die Fugen derselben mit dünnflüssigem Zementmörtel ausgegossen. Sodann werden die unter die Lehrgerüste gelegten Keile etwas gelüftet, damit sich das Gewölbe setzen kann. Schließlich wird der Gewölberücken abgekehrt, mit dünnflüssigem Zementmörtel übergossen und letzterer mit Besen in die Fugen hineingekehrt.

Den Gewölbschluß kann man auch in der Weise ausführen, daß die Lagerfugen absichtlich etwas gegen die Anläufe geneigt hergestellt werden, um so eine größere keilförmige Öffnung zu schaffen, welche durch Eintreiben mehrerer Ziegel geschlossen wird; Fig. 14, T. 14, zeigt diesen sogenannten „ungarischen Schluß“, welcher bei Mauerbögen häufige Anwendung findet.

Die Kufeneinwölbung besitzt gegenüber den anderen Einwölbungsarten den Nachteil, daß sie stets einer vollen Eingerüstung bedarf, daß die parallel zur Achse laufenden Lagerfugen eine mangelhafte Längenverspannung ergeben und auch größere Setzungen zur Folge haben. Für schwer belastete Gewölbe und Mauerbögen ist sie einzig anwendbar.

β) Die Schwalbenschwanz einwölbung (Fig. 7 e, T. 14) kann bloß mit Ziegeln ausgeführt werden; die Lager- und Stoßfugen sind diagonal gegen den Umfang des einzuwölbenden Raumes gerichtet.

Mit dieser Einwölbung wird in den vier Ecken des einzuwölbenden Raumes gleichzeitig begonnen, indem man $\frac{1}{2}$ Ziegel hohe und $\frac{1}{4}$ Ziegel dicke, etwas gegen die Ecken geneigte Bögen ausführt, die sich anfänglich einerseits gegen die Widerlager, andererseits gegen die Stirnmauern und später gegeneinander stützen. Bei gleichmäßigem Fortschreiten gegen die Mitte des einzuwölbenden Raumes werden die Bögen immer kürzer, so daß sich am Schlusse eine quadratische Öffnung ergibt, welche dann durch Eintreiben von keilförmigen Teilsteinen geschlossen wird.

Für diese Einwölbung wird bloß ein Gerippe aus einigen Lehrbögen aufgestellt, welches die Form des Gewölbes angibt. Der Maurer setzt die Ziegel etwas höher an, damit sie nicht auf den Lehrbögen aufruhend, das Gewölbe sich gleichmäßig setzen kann und die Leibung nicht bucklig wird; die Einwölbung macht man gegen

den Schluß allmählich höher, um die dort eintretenden größeren Setzungen unschädlich zu machen.

Man nennt diese Einwölbung ohne Lehrgerüste „das Wölben aus freier Hand“. Es hat gegenüber der Kufeneinwölbung noch den Vorteil, daß eine bessere Verspannung durch die gekreuzten Lager- und Stoßfugen erreicht wird und sich infolgedessen auch eine geringere Setzung ergibt. Selbstredend kann sie aber nicht für schwer belastete Gewölbe Anwendung finden.

Der Druck dieser Einwölbung verteilt sich auf alle Umfassungsmauern, weshalb die Widerlagsmauern etwas schwächer gehalten werden könnten als bei der Kufeneinwölbung.

γ) Die Rutschbogeneinwölbung (Fig. 7 f, T. 14) ist ebenfalls nur mit Ziegeln ausführbar. Auf einen unterstützenden Lehrbogen werden einzelne, gegen die Stirnwände geneigte Bögen hergestellt, die sich gegen beide Widerlager stützen (siehe auch Fig. 27, T. 13).

Diese Wölbung wird auf beiden Stirnseiten des Gewölbes gleichzeitig begonnen, indem man auf den aufgestellten Rutschbogen einen gegen die Stirnwand etwas geneigten, $\frac{1}{2}$ Ziegel breiten Bogen mit hochkantig gestellten Ziegeln ausführt, wobei die Stoßfugen entweder nach Fig. 9 b, T. 14, radial zugehauen oder nach Fig. 9 a, T. 14, die gegen den Gewölberücken zu klaffenden Fugen mit Steinchen ausgezwickt werden.

Nachdem der erste Gewölbebogen geschlossen ist, wird der Rutschbogen durch Ausschlagen der unterstützenden Keile entfernt und zur Ausführung des nächsten Bogens auf Ziegeldicke vorgeschoben. Auf diese Art werden die einzelnen Bögen von beiden Stirnseiten gleichmäßig gegen die Mitte des Raumes fortgesetzt, bis dort eine linsenförmige Öffnung bleibt, welche nach Art der Kufeneinwölbung geschlossen wird (Fig. 7 f, T. 14).

Diese Wölbungsart eignet sich nur für kleinere, bis 4 m lange Spannweiten. Breitere Räume müssen durch Gurten oder Eisenträger in kleinere Felder geteilt werden. Diese Einwölbung geht rasch vor sich und gestattet die Ausführung sehr flacher Gewölbe, wird daher im Hochbau sehr häufig angewendet.

c) Die Ausführung der verschiedenen Gewölbe.

Die jeweilige Anwendung der vorbeschriebenen drei Einwölbungsarten richtet sich nach dem Gewölbematerial, nach der Gewölbeform und nach der Belastung des Gewölbes.

Bei Verwendung von Bruchsteinen und Quadern, dann bei stark belasteten Gewölben und Mauerbögen wird man immer die Kufeneinwölbung anwenden, während bei Verwendung von Ziegeln und bei minder belasteten Gewölben entweder die schwalbenschwanzförmige Einwölbung oder die Einwölbung auf Rutschbögen vorteilhafter sein wird.

Die verschiedenen Gewölbearten können wie folgt ausgeführt werden:

Tonnengewölbe. Diese werden entweder mit Kufeneinwölbung oder bei flachen Bögen auf Rutschbögen, seltener mit Schwalbenschwanzeinwölbung ausgeführt.

Die Mauerbögen, welche nichts anderes sind als kurze Tonnengewölbe, sind nur mit Kufeneinwölbung auszuführen.

Bei geraden Tonnengewölben erfolgt die Einwölbung nach den vorangeführten allgemeinen Regeln.

Bei schiefen Tonnengewölben (Fig. 10, T. 14) müssen die Lagerfugen senkrecht gegen die Stirnflächen und die Stoßfugen senkrecht auf die Lagerfugen gerichtet sein; im übrigen stehen die Fugen normal zur Leibung. Die ersten Wölbsteine bei den Anläufen müssen nach Fig. 10 a, T. 14, entsprechend zugehauen oder die Anläufe nach Fig. 10 b, T. 14, I, II, III usw. stufenförmig und parallel zur Fugenrichtung hergerichtet werden.

Bei steigenden Tonnengewölben (Fig. 11, T. 14) werden die Kämpfersteine I derart zugearbeitet, daß ihre untere Lagerfläche horizontal, die obere aber der Steigerung des Gewölbes entsprechend schief und außerdem radial zur Achse steht. Die Stoßfugenrichtung ist auch hier normal zur Achse. Da die Steine das Bestreben haben, auf der schiefen Ebene herabzugleiten, muß das Gewölbemauerwerk an der unteren Stirnfläche einen genügenden Widerstand vorfinden; dieser wird durch Anordnung einer starken Gurte daselbst, bei anschließenden Gängen außerdem noch durch die Gegenwirkung eines Ganggewölbes hervorgerufen. Steigende Gewölbe sollen daher niemals „offen“ ausgeführt werden. Ist man aber durch Umstände dazu gezwungen, so kann die Tonne am besten nach Fig. 12, T. 14, aus kurzen, stufenförmig angeordneten, horizontalen Gewölbstücken hergestellt werden. Diese kurzen Tonnengewölbe stoßen mit ihren Stirnflächen stumpf und ohne Verband aneinander, bilden sonach eine stufenartig gebrochene Gewölbeleitung.

Bei Ringgewölben (Fig. 13, T. 14) stehen alle Stoßfugen radial zum Kreisring. Die Eingerüstung wird hier etwas schwieriger. Da die Anläufe Bogenlinien sind, können nur kurze Pfetten angewendet werden. Die Lehrbögen werden in kurzen Distanzen radial zum Kreisring gestellt und mit kurzen, nur über zwei Bögen reichenden Brettern verschalt.

Bei scheidrechten Gewölben (Fig. 16, T. 14), welche zumeist nur als Mauerbögen verwendet werden, legt man der Fugenrichtung einen 60gradigen Bogen zugrunde. Die Leibung bekommt aber auch hier einen kleinen Stich, je nach der Spannweite etwa 3—6 cm. Solche Gewölbe sollen nur ausnahmsweise und nur für kleine Spannweiten angewendet werden, weil sie wenig tragfähig sind. Ist man zur Ausführung scheidrechter Gewölbe über breiteren Öffnungen gezwungen, so dürfen sie nicht belastet werden. Aus diesem Grunde kann man z. B. oberhalb separate Entlastungsbögen herstellen (Fig. 16, T. 14) und an diese die scheidrechten Bögen mit einer Eisenkonstruktion aufhängen oder den mittleren Teil nach Fig. 17, T. 14, aus Stein so gestalten, daß er gleichsam den beiden Gewölbschenkeln als gemeinschaftliches Widerlager dient und dann entweder mit einer Eisenkonstruktion an die Entlastungsbögen gehängt wird oder auf einer Steinsäule ruhen kann.

Spitzbogengewölbe erfordern immer einen eigenartigen Schluß, siehe Fig. 15, T. 14. Bis auf eine entsprechende Höhe sind die Fugen radial zu führen, vom Schnittpunkte (x) der letzten radialen Lagerfuge an werden die Fugen für den Schluß radial zum Punkte x geführt oder man macht den ganzen Schluß aus Stein.

Die Gewölbebögen aus Bruchstein (Fig. 18—21, T. 14) sind nach den gleichen Regeln wie Ziegelgewölbe mit Kufenwölbung herzustellen. Die Anlauf- und Schlußsteine müssen besonders sorgfältig zugearbeitet und hiezu die größten und festesten Steine verwendet werden. Die Stirnflächen der Gewölbe dürfen keine Verzwickung der Fugen aufweisen.

Bei geradem, schichtenförmigem Bruchsteinmauerwerk sollen die Wölbsteine am Rücken mit den horizontalen Lager- und vertikalen Stoßfugen des anschließenden geraden Mauerwerkes zusammenfallen (siehe Fig. 18—21 rechte Hälfte); bei anderem Anschlußmauerwerk kann der Rücken, wie die linke Hälfte der Figur zeigt, bogenförmig abschließen.

Das Tonnengewölbe kann auch als Erdbogen zur Übertragung der Mauerlast auf festgelagerte Fundamente (Fig. 22 a, T. 14) oder als umgekehrter Bogen zur gleichmäßigen Verteilung der Mauerlast auf die Fundamentsohle (Fig. 22 b, T. 14) verwendet werden. Für die Ausführung solcher Bögen wird im ersteren Falle die Gewölbeleitung durch den Erdkörper und im letzteren Falle der Gewölberücken durch die unterhalb segmentförmig hergestellte Fundamentmauer unterstützt. Nach Umständen können auch, wie Fig. 22 zeigt, beide Bögen gleichzeitig angeordnet

werden. Die sonstige Ausführung dieser Bögen ist ähnlich der vorbeschriebenen Kufeneinwölbung.

Verstärken der Tonnengewölbe. Im Hochbau werden die Tonnengewölbe gewöhnlich aus Ziegeln in Stärken von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stein und zunehmend um $\frac{1}{2}$ Stein bis 2 Steinlängen ausgeführt.

Bei größerer Spannweite und sehr langen Tonnengewölben können schwächer gehaltene Gewölbe durch Gurten verstärkt werden (Fig. 23, T. 14), welche in Entfernungen von 2—4 m angeordnet und entweder über den Gewölberücken oder in der Leibung um $\frac{1}{2}$ Stein vorspringen. Im letzteren Falle müssen diese Gurten sich gegen entsprechende Wandpfeiler stützen, wie in Fig. 23 a, b, c, T. 14. Die Breite der Gurten ist gewöhnlich gleich ihrer Dicke.

Werden die Verstärkungsgurten aus der inneren Leibung hervortretend ausgeführt und zwischen denselben auch noch vorspringende Längsrippen parallel zur Gewölbachse angeordnet, so entsteht das **kassettierte Tonnengewölbe**. Je nach dem Profil der Rippen können die Kassetten verschiedenartig ausgestattet werden. Bei der Ausführung werden auf die volle Verschalung entsprechend der beabsichtigten Teilung des Gewölbes Holzkörper befestigt, welche die genaue Form der Kassetten haben.

Gewölbe mit gemeinsamen Widerlagern sollen wegen Aufhebung des gegenseitigen Seitendruckes gleichzeitig ausgeführt werden. Ist dies aber nicht tunlich, so muß das zuerst ausgeführte Gewölbe so lange eingeschalt bleiben, bis die Nachbargewölbe ausgeführt sind. Man trachte, bei nebeneinander liegenden Gewölben sowohl die Anläufe als Schlußlinien in gleiche Höhe zu bringen; ist dies nicht möglich, so sollen die Anläufe höchstens 0·60 cm in ihrer Höhenlage differieren (Fig. 30 und 31, T. 13).

Kreuzgewölbe (Fig. 1, T. 15). Kreuzgewölbe können entweder mit der Kufen- oder Schwalbenschwanzeinwölbung ausgeführt werden. In beiden Fällen sind Gratlehrbögen zu konstruieren, welche gedrückte Bögen bilden, deren Spannweite gleich der Diagonale des Raumes *a b*, Fig. 1, T. 15, ist und deren Stichhöhe wegen voraussichtlicher Setzung um $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ der Diagonallänge höher gemacht wird als die Stichhöhe des normalen Bogens.

Für die Schwalbenschwanzeinwölbung braucht man nur die Gratlehrbögen aufzustellen und die vier Stirnwände vorzureißen oder diese mit Schmatzen zu versehen. Für die Kufeneinwölbung muß aber eine volle Einschalung hergestellt und müssen die normalen Bögen und Bogenteile in entsprechenden Entfernungen an die Gratlehrbögen angeschifft und alle Bögen durch Ständer ordentlich unterstützt werden.

Für die Kufeneinwölbung sind Bruchsteine oder Ziegel anwendbar, während die Schwalbenschwanzeinwölbung nur mit Ziegeln ausgeführt werden kann. Es können aber auch die Grate aus Quadern ganz unabhängig für sich eingewölbt und die Felder (Kappen) zwischen diesem tragenden Gerippe mit Ziegeln, am besten mit Schwalbenschwanzeinwölbung eingedeckt werden.

Bei der kufenartigen Wölbung (Fig. 7, T. 15) müssen bei Ziegelgewölben die Steine an den Graten, bei der schwalbenschwanzförmigen (Fig. 8, T. 15) an den Stirnseiten zugehauen werden.

Nachdem sich an den Graten der größte Druck äußert, ist für Ziegelgewölbe die schwalbenschwanzförmige Wölbung, bei welcher die Steine am Grate ganz bleiben, zweckmäßiger.

Für alle Fälle werden mit Rücksicht auf die Druckverhältnisse die Gewölbe in den Graten verstärkt, und zwar bei Ziegeln um $\frac{1}{2}$ Stein. Der Verband ist hiebei verschieden, wird aber am häufigsten nach Fig. 8 oder 9, T. 15, ausgeführt.

Werden die Grate ganz unabhängig von den Kappen hergestellt und die Kappen als deckender Teil in das tragende Gerippe eingeschaltet, so sind die Grate aus Quadern (Fig. 10, T. 15) herzustellen und so zu profilieren, daß einerseits gute,

möglichst radiale Anschlüsse für die Kappen geschaffen werden, andererseits der in den inneren Raum vorspringende Teil eine entsprechende Gliederung zeigt. Am Schlusse stützen sich diese Rippen an einen starken, entsprechend profilierten Schlußstein und am Anlaufe gegen starke Gewölbfüßel aus Quadern.

Wird das Kreuzgewölbe über großen Räumen, Kirchen, Vestibülen u. dgl. ausgeführt, so werden diese Räume oft durch Gurten G_1 — G_4 unterteilt, welche auf entsprechend starken Pfeilern P_1 — P_4 Fig. 1, T. 15, ruhen.

Nachdem das Kreuzgewölbe nur Anlaufpunkte hat, so ist zur Schaffung einer genügenden Basis für den Ansatz der Gewölbe die Herstellung der Gewölbfüßel unerlässlich, die entweder nach Fig. 7, 9, 11 oder bei Pfeilern und Gurten nach Fig. 12, T. 15, ausgeführt werden können. Sind die Rippen aber aus Quadern, so sind auch die Gewölbfüßel aus dem gleichen Material herzustellen.

Bei der Schwalbenschwanzeinwölbung wird der Gewölbschluß ohne Rücksicht auf Kappen und Grate nach Fig. 13, T. 15, in quadratischer Form eingesetzt und durch Eintreiben der keilförmigen Steine das Gewölbe verspannt.

Sternengewölbe (Fig. 12, T. 13). Diese sind in ihrer Ausführung den Kreuzgewölben im allgemeinen gleich zu halten. Die Rippen werden zumeist aus leichten Quadern hergestellt und die Kappen aus freier Hand schwalbenschwanzförmig eingewölbt.

Klostergewölbe (Fig. 3, Taf. 15). Klostergewölbe werden entweder aus Ziegeln oder aus Bruchsteinen ausgeführt und zumeist kufenartig gewölbt. Für flache Gewölbe ist aber auch hier, bei Verwendung von Ziegeln, die Schwalbenschwanzeinwölbung anzuwenden, doch erfordert dies ein Verhauen der Ziegel an den Widerlagern.

Klostergewölbe haben nur über viereckigen oder überhaupt regelmäßig geformten Räumen ein gutes Aussehen. Sie benötigen auf allen Seiten Widerlagsmauern. Bei niederen Räumen, bei denen die Tür- und Fensteröffnungen in die Gewölbe hineinreichen, ergeben die dann auszuführenden Schildkappen komplizierte Verschneidungen mit dem Klostergewölbe; dies ist ein Nachteil, der gegen die Anwendung dieser Gewölbe spricht.

Die Kehlen bedürfen bei Kufeneinwölbung keiner Verstärkung, sie bilden sich von selbst, wenn man an den Ecken herauswölbt, und darauf achtet, daß die Ziegel gehörig ineinander greifen, so daß dortselbst keine durchlaufende Fuge entsteht. Bei Schwalbenschwanzeinwölbung werden die Kehlen gewöhnlich durch über den Rücken vorspringende Grate verstärkt.

Die Kuppelgewölbe und Kugelgewölbe. Diese werden mit Kufeneinwölbung hergestellt. Die Fugen sind alle radial. Die Eingerüstung entfällt hier ganz. Die Leibung und die Fugenrichtung wird bei Halbkugelgewölben durch eine im Gewölbezentrum angebrachte Latte (Fig. 26, T. 13) angegeben; bei flachen oder überhöhten Kugelgewölben geschieht dies durch einen um die lotrechte Achse drehbaren Lehrbogen.

Da der Schluß des Gewölbes fast horizontal liegt, empfiehlt es sich, den oberen Teil mit einem Ring (Nabel) abzuschließen, welcher aus Werksteinen oder Ziegeln hergestellt werden kann. Manchmal bleibt das Gewölbe oben ganz offen oder es wird eine „Laterne“ darauf gesetzt (Fig. 6, T. 15). In diesem Falle schließt ein offener, kranzförmiger Ring aus Ziegeln oder Steinen das Gewölbe ab und bildet gleichzeitig den Schluß desselben.

Bei großen Gewölben muß man mehrere Lehrbögen aufstellen, eine volle Einschalung ist aber nicht notwendig.

Kuppelgewölbe mit Pendentifs (Fig. 16, T. 13). Ist ein quadratischer oder vielseitiger Raum mit einer Kuppel einzudecken, so bedarf man zum Übergang in die Rundung der Kuppel der sogenannten Pendentifs oder Gewölbezwickel, welche meist aus horizontal gelagerten Steinen durch Überkragung gebildet werden. Die Kuppel wird nach Art eines Kuppelgewölbes ausgeführt.

Ob die Pendentifs unten in einer Spitze endigen oder eine breitere Grundlage erhalten, hängt allein von der architektonischen Ausbildung des Raumes ab.

Als Material kann Ziegel oder Bruchstein oder beides zugleich verwendet werden, und zwar Stein unten und Ziegel oben. Zur Herstellung der Pendentifs werden diagonale Lehrbögen verwendet.

Häufig wird zwischen der Kuppel und den Pendentifs ein vertikaler, zylindrischer oder auch vielseitiger Mauerkörper, der sogenannte Tambour eingeschoben, der gewöhnlich mit Fenstern zur Erleuchtung der Kuppel durchbrochen ist.

Böhmische Platzelgewölbe (Fig. 2, T. 15). Diese können über verschiedenen Grundrißformen ausgeführt werden. Die Einwölbung wird nicht wie bei der Kuppel kufenartig, sondern schwalbenschwanzartig in der Weise hergestellt, daß die Ziegelschichten segmentförmig aus den Ecken nach dem Gewölbscheitel ansteigen und dort entsprechend verspannt werden. Auch hier entfällt die Eingerüstung und es wird die Form des Gewölbes an den Stirnmauern nach den Lehrbögen vorgezeichnet. Nach diesen Linien werden die Anläufe herausgehauen oder gleich mit Anlaufflächen herausgemauert. Die Leibung wird mit leichten Lehrbögen angegeben, indem man einen durchlaufenden Diagonallehrbogen aufstellt, an diesen den zweiten zweiteilig anschließt und bei größeren Räumen dazwischen noch andere Lehrbögen einschaltet, um genügend Anhaltspunkte beim Einwölben zu haben. Es ist ganz gleichgültig, wo diese Lehrbögen angeordnet werden, sie dürfen nur den Maurer bei der Arbeit nicht hindern.

Jede Schichte muß an ihren Enden scharf an die Widerlager passen. Für die Anläufe werden wie beim Kreuzgewölbe in den Ecken Gewölbfüßel gemauert; für wichtige Gewölbe können diese aus Quadern hergestellt werden.

Die böhmischen Platzel eignen sich auch zur Einwölbung von größeren Hallen, Gängen usw., in welchem Falle eine Unterteilung des Raumes mit Gurten wie bei den Kreuzgewölben erfolgen muß (Fig. 2, T. 15).

Der innere Scheitel der Gurten muß wenigstens 8—10 cm unter der Kämpferlinie der Kappen liegen. Bei mehreren nebeneinander liegenden Platzeln sollen sämtliche Scheitelpunkte der Anlaufbögen in einer horizontalen Ebene liegen, desgleichen auch die Scheitelpunkte aller Kuppeln, aus denen die Platzeln geschnitten sind.

Preußische Platzelgewölbe (Fig. 4, T. 15). Diese können in der gleichen Weise wie die böhmischen Platzel auch über verschiedenen Grundrißformen angewendet und schwalbenschwanzartig oder auch auf Rutschbögen gewölbt werden; in letzterem Falle erscheinen die Lagerfugen im Grundrisse etwas mehr segmentförmig. Man kann sich dieses Gewölbe als Tonne mit gekrümmter Achse vorstellen. Die Rutschbögen laufen dann nicht längs Latten, sondern über Bögen (siehe Fig. 28, T. 13).

Zur Ausführung dieser sehr flachen Gewölbe ($\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{12}$ Spannweite als Stich) ist die Grundrißform und gewöhnlich auch die Pfeilhöhe gegeben. Für die Konstruktion der Lehrbögen müssen aus der gegebenen Spannweite und Stichhöhe die notwendigen Radien gesucht werden.

Bei mehreren, nebeneinander liegenden Platzeln sollen wie bei den böhmischen Platzeln alle Scheitelpunkte in einer horizontalen Ebene liegen.

Muldengewölbe. Dieses selten vorkommende Gewölbe wird so wie das Klostergewölbe auf einer vollständigen Eingerüstung hergestellt.

Spiegelgewölbe (Fig. 5, T. 15). Diese zerfallen in den unteren Teil, welcher seiner Entstehung gemäß als Anfang eines Klostergewölbes kufenartig, und in den oberen Teil — Spiegel genannt —, welcher ein scheidrechtes Gewölbe bildet, das am besten schwalbenschwanzförmig aus den Ecken gewölbt wird.

Die Einwölbung geschieht auf einer vollständigen Eingerüstung. Die Solidität dieses Gewölbes hängt hauptsächlich von der sorgfältigen Arbeit und auch von der Bindekraft des Mörtels ab, daher man nur Zementmörtel anwenden soll. Die

Breite des Spiegels soll nicht über 3,50 m betragen; bei größeren Breiten wird der Spiegel als stukkaturte Holzdecke oder in Eisenkonstruktion ausgeführt. Der Spiegel erhält $\frac{1}{36}$ der Diagonalen als Pfeilhöhe.

Schilder-, Ohren- oder Stiehkappen (Fig. 16, T. 15). Diese werden zumeist als gerade oder konische Tonnengewölbe kufenartig oder auch schwalbenschwanzförmig hergestellt. Sie durchschneiden die Leibung eines Gewölbschenkels entweder in senkrechter oder in schiefer Richtung und können mit Bezug auf das Hauptgewölbe gleich hohe, tiefer oder höher liegende Kämpferlinien haben und entweder horizontal fallend oder auch steigend hergestellt werden.

Sie kommen am häufigsten bei Kellergewölben über den Kellerfenstern vor und zwar stehen sie da gewöhnlich senkrecht auf der Gewölbachse. Sonst werden sie bei verschiedenen Abzweigungen (Gängen, Türen, Nischen u. dgl.) notwendig.

Ihre Ausführung und der Verband ist wie bei Tonnengewölben, nur ist beim Einschneiden in die Leibungsfläche der Hauptgewölbe darauf zu achten, daß ein gehöriger Fugenwechsel stattfindet und beim Verband mit den Hauptgewölben die spitzen Winkel möglichst vermieden werden.

Bei Bruchsteinmauerwerk wird der Verband nach Fig. 16 a und b, T. 15, so hergestellt, daß in der Gewölbeleibung der Bogen des Schildes wie im geraden Mauerwerk mit regelrechtem Verbande erscheine. Bei Ziegelgewölben mit kufenartiger Einwölbung ist der Verband ähnlich dem mit Bruchstein. Bei der schwalbenschwanzförmigen Einwölbung werden die Schilder entweder nach Fig. 14 a, T. 15, im Verbande mit dem Gewölbe hergestellt oder es werden an den Graten (Fig. 14 b, T. 15) Verstärkungskränze angebracht, ähnlich wie beim Kreuzgewölbe. Bei Tonnengewölben auf Rutschbögen wird am besten jener Teil der Tonne, wo der Schild einschneidet, und der Schild selbst kufenartig einzuwölben sein (Fig. 15, T. 15).

Konische oder Kegelgewölbe (Fig. 17, T. 15). Diese können aus Bruchsteinen oder Ziegeln nach allen Wölbungsarten hergestellt werden. Bei der kufenartigen Einwölbung sollen die Stoßfugen normal zur Kegelmantelfläche gerichtet und die Lagerfugen zur Kegelachse geneigt liegen. Durch die in der Längsrichtung keilförmig gestalteten Steine ist diese Einwölbung sehr unbequem und wird daher bei minder wichtigen Einwölbungen so ausgeführt, daß man bei den Anläufen die Steine schief zuhaut und so in die Form der geraden Tonne mit steigenden Anläufen übergeht.

Öffnungen in Gewölben. Für Treppen, Aufzüge u. dgl. werden die notwendigen Öffnungen in Gewölben mit kranzartig abschließenden, 1—1½ Stein starken Stützbögen geschlossen. Die Öffnung kann am Schlusse, am Anlaufe oder in einer Ecke liegen und dann dementsprechend entweder kreis- oder halbkreis- oder auch linsenförmig abgeschlossen werden. Fig. 18, 19 und 20, T. 15, zeigen einige Beispiele.

d) Gewölbe aus Beton.

Bei komplizierten Gewölbverschnidungen sowie bei Mangel an geeignetem Ziegel- oder Steinmaterial wird es häufig ökonomischer sein, die Gewölbe aus Stampfbeton herzustellen. Hierzu ist eine vollständige und feste Einschalung nötig.

Der Beton soll, wenigstens für größere Gewölbe, aus Portlandzement hergestellt werden, für kleinere Spannweiten und minder wichtige Gewölbe kann man auch Romanzement verwenden.

Niemals soll man ein und dasselbe Gewölbe zum Teile aus Portlandzement- und zum Teile aus Romanzementbeton herstellen, weil zwischen diesen beiden Betongattungen Trennungen entstehen könnten.

Mit der Betonschüttung wird an beiden Anläufen gleichzeitig begonnen, und zwar wird der Beton in 10—20 cm hohen Schichten aufgetragen und so gestampft, daß die Schichten möglichst radial zur Gewölbachse liegen, damit eine eventuelle Trennung der einzelnen Schichten nicht schädlich wirken kann.

Der Rücken des Gewölbes oder die gleichzeitig mit dem Gewölbe betonierte Nachmauerung wird nach der erforderlichen Höhe abgeglichen, festgestampft und mit der Latte abgezogen. Bei Gewölben, welche dem Durchdringen des Regenwassers widerstehen sollen, muß gleich nach dem Abziehen des Betons eine 2—4 cm dicke Verputzschicht aus Portlandzement aufgetragen und mit Eisen geglättet oder ein anderer wasserdichter Belag hergestellt werden.

Das Lüften der Keile und Ausrüstung dieser Gewölbe kann natürlich erst nach vollständiger Erhärtung des Betons geschehen (siehe Betonmauerwerk).

e) Gewölbenachmauerung:

Zur Verstärkung der Gewölbe einerseits und zum Ausgleichen der Unebenheiten über den Gewölben andererseits wird in den vertieften Stellen, also bei den Anläufen des Gewölberückens ein gerades Mauerwerk, die sogenannte Nachmauerung, hergestellt. Die Höhe derselben richtet sich nach dem Zwecke, welchen das Gewölbe zu erfüllen hat. Daß die Nachmauerung zur Verstärkung des Gewölbes im allgemeinen viel beiträgt, erklärt sich aus folgendem:

Wird ein Gewölbe — z. B. Fig. 21, T. 15 — am Scheitel bei a vertikal entsprechend stark belastet, so wird es sich an dieser Stelle senken, hiedurch werden die Fugen bei a bestrebt sein, sich innen zu öffnen und außen zusammenzuschließen; vom Scheitel a gegen die Anläufe wird dieses Bestreben allmählich bis zu den Fugen b und b_1 abnehmen, die sich in dieser Beziehung neutral verhalten werden. Von b und b_1 gegen die Anläufe zu werden die Fugen das Bestreben zeigen, sich außen zu öffnen und innen zusammenzuschließen; dieses Bestreben wird sich etwa bei c und c_1 am stärksten äußern, gegen d und d_1 jedoch allmählich abnehmen, sich sodann bei d und d_1 selbst wieder ändern, so daß hier wieder ein Öffnen der Fugen nach innen stattfinden wird. Bei den Fugen a , c und c_1 wird also das Gewölbe unter starker Belastung zu brechen geneigt sein. Dieses Brechen der Gewölbe ist bedingt durch das Ausweichen der einzelnen Gewölbeteile in der Richtung der Pfeile bei a , c und c_1 und es ist klar, daß eine Nachmauerung N vermöge ihres Gewichtes diesem Ausweichen entgegenwirkt, demnach zur Verstärkung der Gewölbe beiträgt.

Bei Gewölben mit gewöhnlicher Belastung, wie selbe bei Hochbauten usw. vorkommt, macht man die Nachmauerung etwas über die gefährlichen Fugen c , c_1 hinaus, am besten bis in die Scheitelhöhe (Fig. 21, T. 15, rechte Seite). Bei stärker belasteten Gewölben, wie bei Brücken usw., wird die Nachmauerung oft bis zum Schlusse und darüber hinausreichen müssen. (Volle Nachmauerung.) Bei Gewölben, welche gleichzeitig dem Durchdringen des Regenwassers widerstehen müssen, wird diese Nachmauerung gleichsam als Dach nach einer oder mehreren Seiten abgattet (Fig. 21, T. 15, linke Seite).

2. Gesimse.

(Tafel 16.)

Gesimse sind Konstruktionsteile, welche mehr oder weniger über das äußere Mauerhaupt frei hervorragen. Ausladung und Gesamtlast solcher Konstruktionsteile müssen zur Verhütung des Herabfallens derselben in einem gewissen Verhältnisse zu den Mauerdimensionen stehen. Die Last, welche das Umkippen und Herabfallen des Gesimses verhindern soll, muß stets entsprechend groß sein, um die nötige Sicherheit zu gewähren. Kann diesem Grundsatz nicht entsprochen werden, wie z. B. bei Krönungsgesimsen, so muß durch eine kräftige Verankerung nach abwärts auch die Last des unterhalb liegenden Mauerwerks zum Tragen herangezogen werden.

Die Gesimse dienen vorzugsweise zur Zierde der Fassadeflächen, aber auch zum Schutze der Fassade vor der direkten Einwirkung der Niederschlagswässer, indem sie das Regenwasser von denselben abhalten. Zu diesem Zwecke erhalten sie

oben eine Abdachungsfläche und meistens auch eine wasserdichte Abdeckung mit Zinkblech u. dgl.

Die Gesimse können aus natürlichen oder künstlichen Werksteinen, aus Ziegeln ohne äußerem Verputz (Rohbau) sowie aus Ziegeln oder Bruchsteinen mit äußerem Verputz hergestellt werden. Unter Umständen macht man Gesimse auch aus Holz oder Metall.

a) Arten der Gesimse.

Je nach der Lage der Gesimse an der Fassade und je nach der Bestimmung unterscheidet man: 1. Sockel- oder Fußgesimse; 2. Gurt-, Band- oder Kordongesimse, auch Fatschen genannt; 3. Haupt-, Kranz- oder Krönungsgesimse; 4. Sohlbankgesimse, Brüstungsgesimse; 5. Verdachungen, und zwar gerade, Giebel- und Bogenverdachungen usw.; 6. Fenster- und Türumrahmungsgesimse.

b) Gliederung und Ausladung.

Die Gliederung der einzelnen Gesimse soll den Grundsätzen der architektonischen Formenlehre entsprechen. Was die Ausladung der Gesimse über das Mauerhaupt anbelangt, soll selbe sowohl zur Gebäudehöhe als auch zu der ganzen Anlage des Gebäudes in einem harmonischen Verhältnisse stehen. Im allgemeinen kann man die Ausladung für Gurtgesimse mit $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{15}$ der Etagenhöhe, für Hauptgesimse mit $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{20}$ der Gebäudehöhe und die Höhe der Gesimse mit $\frac{3}{4}$ — $\frac{5}{4}$ der Ausladung annehmen.

c) Gesimse aus Werksteinen.

Gesimse aus Werksteinen werden nach den in Naturgröße anzufertigenden Profilzeichnungen (Schablonen) vom Steinmetz erzeugt, jene aus künstlichen Werksteinen (Zement) in Formen gegossen. Zur leichteren Einfügung in den Ziegelverband soll ihre Höhe stets ein Vielfaches der Ziegeldicke und ihre Breite ein Vielfaches der Ziegelbreite betragen, ihre Ausladung soll so groß sein, daß ihr Schwerpunkt noch in die Mauer fällt. Die Werksteine werden gleichzeitig mit dem Aufmauern der geraden Mauern versetzt. (Näheres bei Steinmetzarbeiten.)

d) Gesimse aus Ziegeln ohne Verputz (Rohbau).

Bei Ziegelrohbau läßt man die einzelnen Ziegelscharen treppenartig über das Mauerhaupt vorspringen, jedoch so, daß der größere Teil der Ziegel in die Mauer fällt (Fig. 8—12, T. 16). Durch verschiedene Lagen und Färbungen der Ziegel kann man den Gesimsen mannigfaltige Muster geben. Auch kann man zu diesem Zwecke verschieden geformte Ziegel oder Hohlsteine mit Gliederungen verwenden. An den Abdachungsflächen solcher Rohbaugesimse sind die Ziegel gewöhnlich glasiert.

Da die normalen Ziegel verhältnismäßig kurz sind, können den Gesimsen nur kleinere Ausladungen gegeben werden.

Das Auslegen dieser Gesimse geschieht gleichzeitig mit dem Aufführen der geraden Mauern, und zwar so, daß man die betreffenden Ziegelscharen um das erforderliche Maß über das Mauerhaupt hervorragen läßt, dabei aber immer auf einen gehörigen Verband und auf ein genügendes Eingreifen der ausladenden Steine sieht. Es sollen also möglichst viele Binder in den vorspringenden Gesimsflächen angeordnet und die notwendigen Teilsteine nur im Innern der Mauer gelegt werden. Die Mörtelbänder an den Mauerhäuptern werden mit Romazement- oder — besonders bei Abdachungsflächen — mit Portlandzementmörtel verbrämt.

Die Ziegel für Rohbaugesimse sollen möglichst hart und scharfkantig sein. Es finden hiefür auch Profilsteine und größere, hohle Terrakottastücke Verwendung. Letztere sollen ihrer Höhenabmessung nach die doppelte Ziegeldicke nicht überschreiten, eine Wandstärke von 2·5—3 cm besitzen und die Wände mittels Rippen versteift haben.

e) Gesimse aus Ziegeln mit Verputz (gezogene Gesimse).

Bei diesen Gesimsen werden die Ziegel an den Häuptern nach der angegebenen Profilierung annähernd zugehauen (gespränzt), damit dort der Verputz eine gleichmäßigere Dicke erhält. Die einzelnen Scharen werden so weit über das Mauerhaupt vorspringen gelassen, als es die Bildung des betreffenden Gesimses verlangt. Der Vorgang bei dieser Arbeit teilt sich in das **Auslegen** und in das **Ziehen** der Gesimse.

Auslegen. Vorerst wird aus harten Brettern eine Schablone (Fig. 1, T. 16) nach den Hauptnrisen des Profils ausgeschnitten, an den Gliederungen mit einer rein ausgeführten Profilierung aus starkem Eisenblech beschlagen und am oberen und unteren Ende mit einer Führungslatte *a* und *b* versehen. Diese Schablonen (Wagen oder Schlitten, auch Gesimshobel genannt) werden auf eine an der Mauerflucht mit Mauerhaken parallel zum Gesimse befestigte und rein gehobelte Latte *c* (Lattengang genannt) gestellt, mit dem Senkel in die richtige Lage gebracht und danach die zugehauenen Richtungssteine der einzelnen Ziegelscharen an den Gesimsenden so gesetzt — ausgelegt —, daß zwischen denselben und dem Wagen noch zirka 2 cm Zwischenraum für den Verputz bleibt. Mit der Schnur werden dann auf Lattenlänge Richtungssteine und zwischen diesen mit Hilfe der Mauerlatte die übrigen Steine ausgelegt. Auf diese Weise werden alle übrigen Scharen bis zur Bekrönung des Gesimses hergestellt.

Die kleinen, wenig ausladenden Gesimse, z. B. Sockel-, Sohlbank- und Gurtgesimse usw., werden gleichzeitig mit der Aufmauerung des Gebäudes ausgelegt. Die Hauptgesimse mit ihren größeren Ausladungen werden aber erst nach Aufstellung des Dachstuhles ausgelegt, weil sie das Aufziehen der langen Dachhölzer sehr behindern und selbst leicht beschädigt werden könnten.

Das **Ziehen** der Gesimse geschieht gleichzeitig mit dem Verputzen der Mauerflächen, und zwar wird mit dem Hauptgesimse oben begonnen und die Arbeit nach unten fortgesetzt. Zum Ziehen wird am oberen Teile des Gesimses eine zweite, rein gehobelte Führungslatte (*d*, Fig. 1, T. 16) befestigt, auf welcher die obere Führung *a* des Wagens läuft.

Vor dem Ziehen muß probiert werden, ob die Vormauerung zirka 1·5—2 cm von der Schablone absteht, andernfalls muß das stellenweise vorstehende Mauerwerk mit dem Hammer abgeschlagen werden. Das Gesimsmauerwerk wird dann gut abgekehrt, mit der Mörtelpfanne angenäßt und sodann zuerst mit grobem, dünnflüssigem Mörtel beworfen. Hierauf wird der Wagen an einem Ende angesetzt, an die Führungsplatten gedrückt und durchgezogen, so daß dadurch der überflüssige Mörtel abgestreift wird. Nachdem der erste, grobe Anwurf genügend angezogen hat, wird mit etwas dickerem Mörtel ein zweiter Anwurf gemacht und auf dieselbe Weise abgezogen. Wenn auch dieser genügend fest ist, wird die Fläche so oft mit feinem Mörtel beworfen und auf die beschriebene Art durchgezogen, bis alle Glieder rein und die Kanten scharf gezogen erscheinen. Statt reinem Weißkalkmörtel wird es sich, namentlich bei feuchter oder kalter Witterung, empfehlen, rasch bindenden Mörtel und an den Niederschlägen oder sonstiger Feuchtigkeit stark ausgesetzten Teilen verlängerten Portlandzementmörtel zu verwenden. An der oberen Seite der Gesimse wird sodann eine Abdachung mit Teilsteinen gemauert, eben verputzt, und nach dem Trocknen des Mörtels zumeist mit Zinklech eingedeckt.

Alle Bildhauerarbeiten als: Zahnschnitte, Konsolen, Rosetten u. dgl. werden erst nach dem Ziehen in hierfür ausgesparte Öffnungen eingefügt (versetzt), dabei sollen größere Teile mit eisernen Haken mit dem Mauerwerk fest und unverrückbar verbunden werden. Die Tragsteine der Hauptgesimse, welche die Hängplatte unterstützen, müssen aber schon beim Auslegen der Gesimse in das Mauerwerk versetzt werden. In diesem Falle wird jeder ober und unter den Tragsteinen befindliche Teil des Gesimses für sich separat gezogen.

Nach dem Ziehen der Gesimse werden die Enden derselben sowie alle ein- und ausspringenden Ecken und Gehrungen mit kleinen, oft verschieden geformten Reibbrettern mit feinem, rasch bindenden Mörtel verputzt.

Für größere Gesimsausladungen, bei denen gewöhnliche Ziegel zur Bildung der Hängplatte zu kurz und zu schwach sind, verwendet man *Gesimsziegel* (Fig. 1, T. 16), welche bis zur Größe von $60 \times 20 \times 12$ cm angefertigt werden, oder rauh bearbeitete Steinplatten. Bei noch größerer Ausladung wird die Hängplatte gewöhnlich mit rein abgestockten Steinplatten ausgelegt und die Sima entweder mit Ziegeln gemauert oder aus starkem, profiliertem Zinkblech hergestellt (Fig. 2 und 3, T. 16).

Bei ausspringenden Ecken muß man selbst bei geringeren Ausladungen Gesimsziegel oder Steinplatten anwenden und letztere durch die ganze Mauerdicke reichen lassen; nur bei kleineren Ausladungen können die ausspringenden Ecken auch mit gewöhnlichen Ziegeln ausgelegt werden, müssen aber dann unter der Hängplatte durch entsprechend eingemauerte Eisenschienen unterstützt werden.

Die Aufmauerung über dem rückwärtigen Teile der Hauptgesimse wird gewöhnlich bis zur Mauerbank oder Fußfette der Dachkonstruktion fortgesetzt (Fig. 1, 2, 3 und 8, T. 16), einerseits als Unterstützung des Dachgehölzes und anderseits zur Belastung der vorspringenden Hängplatte, um ein Umkippen derselben zu verhindern. Auf eine Belastung des Gesimsmauerwerkes durch die Dachkonstruktion darf nicht gerechnet werden, weil im Falle eines Brandes nach Abbrennen des Dachstuhles diese Belastung nicht mehr wirken, daher das Gesimse abstürzen würde.

Um beim Auslegen Gesimsziegel zu ersparen, werden dieselben manchmal mit Zwischenräumen von zirka 27 cm verlegt, nach Fig. 4, T. 16, schräg zugehauen und in diese Zwischenräume gewöhnliche, entsprechend zugehauene Ziegel eingehängt; man nennt diesen Vorgang „Schwalbeln“ (schwalbenschwanzförmiges Zuhauen). Diese Konstruktion ist jedoch weniger zu empfehlen, weil den Gesimsziegeln eine große Last aufgebürdet wird, wodurch ein Abbrechen einzelner Ziegel leicht eintreten kann.

Bei sehr großen Ausladungen läßt man oft stärkere Hängplatten aus sehr festem Stein weiter über das Mauerhaupt vorspringen und verankert sie an der Rückseite mit Eisenschließen nach abwärts in die Mauer (Fig. 3, T. 16). Den vorderen Teil des krönenden Gesimses — die Sima — kann man in diesem Falle aus Zinkblech machen, welches in Entfernungen von 1 m mit eisernen Haken an der Hängeplatte befestigt wird. In diese Sima wird gleich die Dachrinne eingelegt. Bei besonders großen Ausladungen kann man sehr leichte Gesimse aus Zinkblech auf einem tragenden Eisengerippe herstellen (siehe Spenglerarbeiten).

f) Beispiele von Gesimsen.

Die Fig. 6, T. 16, zeigt die linke Hälfte eines Fensters mit Umrahmung, durchlaufender, gerader Sohlbank und anschließender Quadrierung, welche Art häufig im Erdgeschoss angeordnet wird; den unteren Teil schließt ein gemauerter Sockel und den oberen Teil ein Kordongesimse ab. Die rechte Hälfte dieses Fensters (Fig. 7, T. 16) zeigt ein nach dem Stützensystem konstruiertes Beispiel. Die Fensterbrüstung schließt unten an ein Kordongesimse und ist im oberen Teile mit einer durchlaufenden Sohlbank gekrönt. Die Fenstergewände sind mit gemauerten Lisenen ausgebildet, die nur einige Zentimeter über das Mauerhaupt vorspringen. Die Krönung ist aus Architrav, Fries und Kränzesimse zusammengesetzt, welche letzteres „die Verdachung“ der Fensteröffnung bildet. Die Mauerflächen sind mit Nutungen versehen.

Alle diese Gesimse werden auf die früher beschriebene Art ausgelegt und gezogen. Bevor man aber zum Ziehen schreitet, müssen die geraden Mauerflächen bereits mit dem groben Verputze versehen sein, damit die gezogenen Gesimsflächen durch das Anwerfen von Mörtel nicht verunreinigt werden.

Nur wenig über das Mauerhaupt vorspringende Gesimse, wie Fensterumrahmungen u. dgl., werden meistens gar nicht ausgelegt, sondern nur durch stärker aufzutragenden Verputz gebildet, siehe Schnitt *ef* der Fig. 6, T. 16, manchmal werden nur einige Binder über das Mauerhaupt hervorragend gelassen, welche dann zahnartig in den Verputz eingreifen.

Die für Quadrierungen notwendigen Vertiefungen im Mauerhaupte können nach Fig. 6, T. 16, Schnitt *gh* entweder nach Art I, durch entsprechendes Zuhauen oder nach Art II, durch Zurücksetzen der Ziegel gleichzeitig mit dem Aufführen der Mauern gebildet werden. Die Vertiefungen für Nuten werden gewöhnlich nur im groben Verputze eingeschnitten; für tiefere Nuten müssen aber auch die Ziegel entsprechend ausgestemmt werden (Schnitt *ik*, I und II).

Das Einlegen von entsprechenden Holzstäben an die Stelle der Nut noch vor dem groben Anwurf ist nur bei breiteren Nuten vorteilhaft.

D. Verputz- und Fugarbeiten.

Verputz ist im allgemeinen eine Verkleidung der sichtbaren Mauer- und Deckenflächen mit Mörtel und hat einerseits den Zweck, diesen Flächen ein besseres Aussehen zu geben, andererseits dieselben vor Nässe, schädlichen Witterungseinflüssen u. dgl. zu schützen sowie Umfangswände dicht und warmhaltend zu machen. Letzteres kommt besonders bei Steinmauern in Betracht.

Der äußere Verputz der Mauern hat den Hauptzweck, dieselben vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen. Quadermauerwerk, das aus wetterbeständigem Materiale besteht, wird in der Regel außen nicht verputzt. Bruchsteinmauerwerk kann einen Außenverputz erhalten, doch haftet derselbe bei diesem im allgemeinen schlecht. Die Steine sollen daher möglichst rauh belassen werden und die Fugen 2—3 cm tief offen bleiben, damit der Verputz tief eingreifen kann. Ziegelmauerwerk ist für das Verputzen am besten geeignet, weil viele Fugen vorhanden sind, in die der Verputz eindringt. Am sichersten haftet der Verputz an gut gebrannten, neuen Ziegeln, weil er mit diesen auch in innige, chemische Verbindung tritt. (Bei Verwendung von alten, schon gebrauchten Ziegeln ist das nicht der Fall.)

Im allgemeinen gilt die Regel, je glatter die Mauer und je größer die Steine, desto dünner muß der Verputz aufgetragen werden.

1. Der gewöhnliche, grobe und feine Verputz.

Die gewöhnlichen Verputzarten sind: Der 1·5 cm dicke, grobe oder rauhe Verputz und der 0·5 cm dicke, feine Verputz, welcher als Unterlage einen rauhen Verputz erfordert.

Eine Mauer soll erst dann verputzt werden, wenn sie ausgetrocknet ist und die Setzung durchgemacht hat, also zirka drei Monate nach Aufmauerung derselben. Nachdem die Temperatur auf die Dauerhaftigkeit des Verputzes einen großen Einfluß hat, da der Mörtel bei großer Hitze zu rasch trocknet und leicht Risse bekommt, bei Frost aber gefriert, somit seine Bindekraft verliert und beim Auftauen abfällt, so soll der Verputz nur zur geeigneten Jahres- eventuell auch Tageszeit ausgeführt werden. Im allgemeinen ist das Frühjahr am besten für die Verputzarbeiten, für Zementmörtelverputz speziell wieder die feuchten und mäßig warmen Morgen- und Abendstunden. Verputz mit Romazement oder Portlandzement muß vor Sonnenhitze möglichst geschützt werden.

Die zu verputzenden Mauerflächen müssen rein sein und die Mörtelbänder 1—2 cm vom Haupte zurückliegen, damit der Mörtel des Anwurfes in die Fugen entsprechend tief eingreift und besser haftet. Unreine, alte Mauern müssen, ehe sie frisch verputzt werden, mit einem harten Besen abgekehrt, eventuell abgekratzt

und mit Ziegeln abgerieben oder auch abgewaschen werden, letzteres namentlich dann, wenn sie infiziert sind. Geschlossene Fugen müssen bis auf 2 cm Tiefe ausgekratzt und, wie die Mauer selbst, gereinigt werden.

Unmittelbar vor dem Auftragen des Verputzes werden die Mauerflächen befeuchtet, damit dem Mörtel nicht zu rasch das Wasser entzogen werde.

Die Herstellung des groben oder rauhen Verputzes geschieht in der Weise, daß ein dünnflüssiger Mörtel aus reinem, reschem Sande und fettem Kalke mit der Mauerkelle scharf an die Mauerfläche angeworfen wird, so daß der Mörtel auch in alle Fugen eindringt. Hat dieser erste Anwurf — auch Spritzanwurf genannt — so weit angezogen, daß er einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, so wird ein zweiter Anwurf mit etwas dickerem Mörtel ausgeführt und an der Oberfläche mit der Mauerlatte abgezogen.

Um möglichst ebene Verputzflächen zu bekommen, werden zuerst an den Mauerflächen von 2'00 zu 2'00 m Entfernung zirka $1\frac{5}{15}$ cm große Mörtelplättchen so aufgetragen, daß ihre Oberflächen in einer Ebene liegen. Diese werden dann mit vertikalen, zirka 15 cm breiten, an der Oberfläche glatt abgezogenen Mörtelstreifen (Lehrstreifen) verbunden, welche, nachdem sie genügend angezogen haben, zur Führung der Latte beim Abziehen der zwischen den Streifen gebliebenen Felder dienen. Bei ausspringenden Ecken wird an der anschließenden Mauerfläche eine Latte mittels Haken so befestigt, daß selbe um die Verputzstärke über die Mauerkante vorragt und so zur Führung der Latte beim Abziehen dienen kann.

Dieser grobe oder rauhe Verputz ist für sich allein nur für Wandflächen in untergeordneten Räumen (Kellern, Dachböden, Magazinen oder an Feuermauern u. dgl.) geeignet. Gewöhnlich wird auf denselben noch ein feiner Verputz aufgetragen, welcher auf folgende Art ausgeführt wird: Nachdem der grobe Anwurf gut ausgetrocknet ist, wird die Wand mit Wasser befeuchtet und an diese ein dünnflüssiger Mörtel — aus fein gesiebttem Sande und magerem Kalke — angeworfen und mit einem großen „Reibbrett“ (Hobel) abgezogen und glattgestrichen. Hat dieser feine Mörtel so weit angezogen, daß er sich mit dem Finger nicht leicht eindrücken läßt, so wird die Wandfläche mit einem kleineren Reibbrett unter fortwährendem Befeuchten (Anspritzen mittels eines Maurerpinsels) so lange gerieben, bis die Oberfläche eben und glatt ist und sich keine Sprünge mehr bilden.

Wenn man den Kalkmörtelverputz mit einer scharfen Lösung von Eisenvitriol bestreicht, so erhärtet die Oberfläche des Verputzes bald, nimmt eine rostbraune Farbe sowie das Aussehen von Sandstein an und wird wetterbeständiger; das Korn des Verputzes bleibt aber erhalten.

2. Stein-Imitationsverputz.

Durch verschiedenartige Bearbeitung der Oberfläche eines Verputzes kann man demselben ein steinähnliches Aussehen geben. Solche Verputzarten sollen möglichst nur mit Zementmörtel oder wenigstens mit rasch bindendem Weißkalkmörtel hergestellt werden. Man unterscheidet je nach der Herstellungsweise folgende Verputzarten:

a) Den gestuppten oder Stuppverputz, bei welchem die noch weiche Oberfläche des wie früher ausgeführten, aber etwas stärker aufzutragenden Verputzes, mit einem sehr steifen, kurzen Reisigbesen so lange gestuppt wird, bis sie ein rauhes, steinähnliches Aussehen annimmt.

b) Den Spritzanwurf; auf den ersten dünnflüssigen, groben Anwurf wird dünnflüssiger, mit erbsen- bis haselnußgroßem Kies gemengter Zementmörtel einfach scharf angeworfen, ohne mit der Latte abgezogen zu werden.

c) Die Nachahmung rauher Bruch- oder bossierter Steinflächen. Hiefür wird auf den ersten Anwurf ein zweiter, etwas stärkerer Verputz mit dickerem Zementmörtel, aufgetragen. Sobald derselbe angezogen hat, wird mit spitzigen Eisen durch Herausbrechen von Mörtelteilen die Oberfläche

des Verputzes derart rauh gemacht, daß sie das Aussehen von Bruch- oder bossierten Steinflächen erhält. Der hiezu verwendete Sand soll ziemlich gleichmäßig im Korne sein.

d) Die Nachahmung gestockter Steinflächen, indem die Oberfläche des noch weichen Verputzes mit einem Stockhammer derart gedrückt wird, daß hiedurch die entsprechenden Vertiefungen gleich einer gestockten Fläche entstehen.

e) Den Kunststeinverputz. Handelt es sich darum, den Mauerflächen nicht nur ein steinähnliches Aussehen, sondern auch eine dem Steine gleichkommende Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu geben, so kann ein Verputz aus Kunststeinmasse hergestellt werden. Diese Masse besteht aus Steinpulver, welches mit einem besonderen Bindemittel zu einer Mörtelmasse vermennt und auf die gereinigten und befeuchteten Mauerflächen wie gewöhnlicher Verputz aufgetragen wird. Sobald dieser Verputz erhärtet ist, wird die Oberfläche desselben vom Steinmetz so wie natürlicher Stein bearbeitet, d. h. die Flächen können rauh bossiert, gestockt oder auch geschliffen werden. Durch solche Verputze können Steinsockel u. dgl. vorteilhaft und billig ersetzt werden.

Die Firmen Schöberl & Birchmann, dann Matscheko & Schrödl, Zelenka & Co. in Wien übernehmen die Herstellung solcher Verputzarbeiten.

f) Den geglätteten Verputz mit Portlandzement. Dieser ist sehr fest, dauerhaft und wasserdicht. Er wird auf folgende Art hergestellt:

Der grobe und feine Verputz mit Portlandzementmörtel wird auf die früher beschriebene Art aufgetragen, der letztere, sobald er etwas angezogen hat, mit kleinen, eisernen Reibbretern oder Glasstäben gerieben, bis eine glatte, schwarze Fläche hervortritt. Der hiezu verwendete Sand muß sehr rein und resch sein.

Geeignete Mischungsverhältnisse von Zement und Sand sind für den groben Verputz 1:3 bis 1:4 und für den feinen 1:2 bis 1:3.

3. Stukkaturverputz.

Dieser dient dazu, um Holzflächen (Zimmerdecken, Plafonds oder Holzwänden) ein mauerartiges Aussehen und einen gewissen Grad von Feuersicherheit zu geben. Die zu verputzenden Holzflächen müssen zur Aufnahme des Verputzes entsprechend vorbereitet werden, d. h. sie müssen mit einer Hacke aufgerauht (gespranzt), eventuell noch mit breitköpfigen Nägeln beschlagen oder verrohrt werden.

Zum Verrohren verwendet man Schilfrohr, ausgeglühten Eisendraht und zirka 3 cm lange Stukkaturnägel. Das ausgewachsene Schilfrohr muß gut getrocknet und abgeschält sein. Beim Verrohren werden zuerst für eine Rohrlänge drei Drahtzüge weitläufig angenagelt, hinter diese die Rohrstengel abwechselnd mit dem Stamm- und Wipfelende eingeschoben, hienach die Halme um ihre Dicke auseinandergerückt und sodann die Drahtzüge auf je 15 cm Entfernung festgenagelt, dazwischen werden die übrigen Drahtzeilen auf 15 cm Entfernung gezogen und auf die gleiche Entfernung genagelt. Die Drahtzeilen müssen immer nach der Längsrichtung der Holzfasern gezogen werden, während das Rohr senkrecht darauf gelegt wird, da sonst der Mörtel nach der Richtung der Holzfasern Risse erhalten würde. Es gibt auch fertige Rohrdecken, die man nur anzunageln braucht.

Ist es notwendig, größere Unebenheiten durch den Verputz auszugleichen, so nimmt man eine doppelte Verrohrung, welche wie die einfache, jedoch mit zwei sich unter 90° kreuzenden Lagen ausgeführt wird.

Statt der Verrohrung können auch gebrannte Tonknöpfe in Form von niedrigen Kegelstützen angewendet werden, welche mit der kleineren Basis in Entfernungen von 8 cm voneinander an die zu verputzende Wand zu nageln sind; eventuell kann man auch trapezförmige Latten mit der schmalen Seite gegen die Wand an die Holzflächen nageln.

Nachdem auf diese Weise die Holzfläche für die Aufnahme des Mörtels vorbereitet ist, wird ein dünner Kalk- oder Gipsmörtel als Spritzanwurf und, nachdem dieser genügend angezogen hat, ein zweiter Anwurf mit etwas konsistenterem Mörtel aufgetragen und entweder mit einer Latte roh abgezogen oder bloß mit dem Hobel glattgestrichen. Nach dem vollständigen Austrocknen dieses groben Anwurfes werden die, besonders im Weißkalkmörtel entstehenden zahlreichen Risse mit dem dritten (feinen) Verputz aus gesiebtem, fettem Mörtel geschlossen.

Bei Plafonds verwendet man, besonders in feuchter Jahreszeit, zumeist Gipsmörtel. Dieser muß dünnflüssig angemacht und schnell verarbeitet werden. Gewöhnlich mischt man Kalk- und Gipsmörtel zusammen, damit die Erhärtung etwas verzögert werde.

Die Plafondbegrenzungen werden zur Vermeidung von scharfen Ixen gewöhnlich mit einer Hohlkehle versehen, so daß der Übergang von der horizontalen Decke zu den vertikalen Wänden allmählich erfolgt.

4. Stuckarbeiten.

Hierher gehört der sogenannte „Stuck“, eine eigentümliche Gattung des Mauerverputzes, mit spiegelnder Oberfläche. Stuck wird bei reich ausgestatteten Räumen angeordnet. Man unterscheidet den Gipsstuck, den Stuckmarmor, Stuckolustro usw.

Zu den Stuckarbeiten zählt man auch die Anfertigung architektonischer Ornamente aus Gips, Zement, Terrakotta usw. und deren Befestigung an Wänden und Decken, endlich die Mosaikarbeiten.

Der Gipsstuck wird aus einem, aus fein gesiebtem Gipsmehl und dünner Leimlösung bereiteten Mörtel erzeugt. Mit diesem Mörtel wird auf der verputzten Fläche eine 5—8 mm starke Schichte aufgetragen, diese dann eben abgezogen, nach teilweiser Eintrocknung abgeschliffen und endlich auf Glanz poliert. Das Abschleifen geschieht unter fortwährendem Nässen mit einem Schwamme, zuerst mit Bimsstein, dann mit rauhem, später mit feinem Grünstein und schließlich mit einem Filzlappen. Dabei müssen eventuelle Risse ausgekratzt und verschmiert werden. Das Polieren erfolgt durch Reiben mit Tuchlappen oder mit Leinenbauschen, die zuerst mit Seifenwasser und nach dem Trocknen des Verputzes mit Leinöl getränkt werden.

Der Stuckmarmor (künstlicher Marmor), welcher das Aussehen von geschliffenen Naturmarmorflächen hat, wird auf folgende Art hergestellt:

Auf die gut gereinigten und ausgetrockneten Mauerflächen oder auf doppelt behohrte Holzflächen wird zuerst ein Gipsmörtelverputz (zur Hälfte aus Gips, zur Hälfte aus grobem Sande mit Leimwasser angemacht) mit rauher Oberfläche aufgetragen und gut austrocknen gelassen. Sodann werden aus feinem Gipsteig, welcher entsprechend gefärbt und geädert wurde, dünne Scheiben geschnitten und diese nach vorherigem Anspritzen des Grundverputzes in denselben dicht aneinanderschließend eingedrückt und mit Eisen glatt gestrichen. Nach dem Abbinden der Gipsmasse wird die Fläche zuerst abgehobelt, sodann mit einem groben Sandstein ganz abgeschliffen und wieder durch einige Tage austrocknen gelassen. Erst dann werden die Flächen mit feinem Grünstein abgeschliffen und je nach Bedarf mit in Leimwasser angemachtem Gipsbrei überpinselt, so daß dadurch alle kleinen Poren und Risse geschlossen werden. Nach jedesmaligem Austrocknen wird dieser Überzug mit immer feineren Steingattungen abgeschliffen und endlich mit Blutstein (Roteisenstein) poliert, wobei die zu schleifenden Flächen mit einem nassen Schwamme wiederholt gereinigt werden müssen. Nach dem vollständigen Austrocknen werden die farbigen Marmorimitationen mit Leinöl getränkt und mit Wachs poliert.

Der Stuckolustro wird mit einem Mörtel aus Weißkalk, gepulverten Marmorabfällen (Alabaster) und ungebranntem Gipsstaub erzeugt. Mit diesem durch Farbenbeimengungen entsprechend gefärbten Mörtel wird ein feiner Verputz auf einem rauhen, gewöhnlichen Grundverputz hergestellt. Die noch feuchte Verputzfläche wird sodann mit feinen Pinseln entsprechend bemalt (geadert).

Nach dem Anziehen wird die Fläche mit heißen Eisen gebügelt und nach dem vollständigen Austrocknen mit einer zum Teile aus Wachs hergestellten Politur überzogen.

5. Sgraffito.

Sgraffito ist eine besonders für den künstlerischen Schmuck von Putzflächen geeignete Malerei. Bei derselben wird ein durch Verwendung von schwarzem Sand, Steinkohlenschlacke, Holzkohlenstaub usw. mit gewöhnlichem und hydraulischem Kalke sich ergebender dunkler Putzgrund in vier Schichten aufgetragen. Auf den feuchten, gut geglätteten Putzgrund kommt ein dreimaliger Anstrich mit Kalkmilch, der den schwarzen Grund zu decken hat und zirka 3 mm dick ist. Aus diesem Anstrich werden nun, so lange der Putz noch feucht ist, die gewünschten Zeichnungen herausgekratzt, so daß dieselben sich in dunklen Umrissen abheben.

Durch herausgekratzte Schraffierungen können die Zeichnungen schattiert werden, wodurch sie plastisch erscheinen; man kann aber auch durch Flächenabhebung die Zeichnung dunkel auf hell oder umgekehrt erscheinen lassen.

6. Die Fugarbeiten.

Bei Rohbauten (mit unverputzten Mauerflächen) werden bloß die Fugen mit Mörtel ausgefüllt. Nach der Art der Ausführung unterscheidet man:

a) Das Fugenverstreichen, bei welchem der Mörtel mit der Kelle bis in die Mauerflucht aufgetragen und über den Fugen glatt verstrichen wird.

b) Das Fugenverbänden, bei welchem über die Fugen ein erhabenes Mörtelband gelegt wird. Dies ist aber nicht zu empfehlen, weil das Mörtelband leicht abfällt.

c) Das Fugenverbrämen, bei welchem in die vertiefte Fuge ein zäher, fester Mörtel eingestrichen und mit dem Fugeisen glatt verrieben wird.

Die Fugarbeiten sollen besonders im Freien nur mit Romanzement oder Portlandzement ausgeführt werden. Die Fugen müssen vorher ordentlich ausgekratzt, die Mauerflächen mit Besen abgekehrt und mit Wasser bespritzt werden. Bei einem Ziegelrohbau empfiehlt es sich außerdem, die Mauerflächen mit verdünnter Salzsäure zu waschen, wodurch alle Flecken und Ausscheidungen verschwinden. Beim Reinigen der Ziegel muß eine Beschädigung der wetterfesten Oberfläche derselben vermieden werden.

7. Verputz auf Lehmwänden.

Die Lehmwände werden zuerst mit einem möglichst mageren Lehmörtel (mit Zusatz von Häckerling, Flachsabfällen oder Quarzsand), dem etwas Weißkalk zugesetzt werden kann, verputzt; haltbarer wird der Verputz, wenn in den noch weichen Lehmputz kleinere Ziegelplättchen oder poröse Steinchen eingedrückt werden. Nach dem Austrocknen wird ein Kalkmörtelputz, welcher an den Steinchen besser haftet als auf reinem Lehmverputz, aufgetragen und verrieben. Sollen Lehmsteinmauern verputzt werden, so muß man die Lehmsteine schon früher hiezu geeignet machen, indem man dieselben aus magerem Lehm herstellt und die für die Verputzung bestimmten Flächen besandet.

E. Weißen und Färbeln der Verputzflächen.

Verputzte Mauerflächen werden meistens mit Kalkmilch bepinselt, das heißt geweißt. Beim Weißen ist folgendes zu berücksichtigen:

1. Die Kalkmilch darf nicht zu dickflüssig genommen werden, sondern muß die Konsistenz gewöhnlicher Milch haben, weil die trockene Weißung sonst abblättert.

2. Man muß wenigstens zweimal weißen, um eine gleichmäßig gefärbte Fläche zu erhalten. Für das zweite Streichen kann die Lösung etwas dicker sein. Die zweite, eventuell dritte Weißung darf erst dann vorgenommen werden, wenn die vorherige getrocknet ist.

3. Der Kalkmilch ist etwas Lackmus (blauer Farbstoff) oder Frankfurterschwärze beizumengen, um das blendende Weiß einigermaßen zu dämpfen und den gelblichen Stich zu verhindern.

4. Für alle bereits öfters geweißten Flächen soll der Kalkmilch etwas geiebter Sand beigemengt werden, um die Haltbarkeit zu erhöhen.

5. Alte, schon mehrmals geweißte Wände müssen vor dem Weißen gut abgekratzt werden. Dadurch wird die obere, lockere Kalkschicht entfernt und ein späteres Abblättern verhindert.

6. Vom Rauch gelb gewordene Flächen werden mit einer mit Frankfurterschwärze und etwas Asche zubereiteten Kalkmilch überzogen, um die gelbliche oder rötliche Farbe zu decken.

Für die Färbung setzt man der Kalkmilch die notwendigen Erdfarben zu, welche 1—2 Tage vorher im Wasser aufgelöst werden. Man soll immer eine hinreichende Menge Farbe anmachen, da man sonst nur schwer den gleichen Farbenton wieder erhält.

Die Weißung oder Färbung darf nur auf vollkommen ausgetrocknetem Verputz und nur bei trockener, warmer Witterung vorgenommen werden.

Kleinere Verputzausbesserungen an alten Zimmerwänden sollen mit Gipsmörtel bewirkt werden, weil Weißkalkmörtel bei dem Austrocknen reißt, weiters die eventuell aufgetragenen Farben meist zersetzt, so daß in der Färbung oder in der Malerei dauernde Flecken bleiben.

Zur Erhöhung der Haltbarkeit bei Fassadefärbungen wird der Kalkmilch oft etwas Leinöl beigemengt.

Für Färbungen in geschlossenen Räumen nimmt man statt Weißkalk häufig „Pfeifent“, welcher mit dünnem Leimwasser vermischt wird. Bei noch feuchten oder der Witterung ausgesetzten Wänden, an denen das Leimwasser nicht hält, kann dem Pfeifent 15% Harz und 1% Terpentin beigemischt werden.

Von den Freiherr Brennerschen Industrialien in Gainfahn (Depot: Wien, I. Hoher Markt 3) wird als Zusatz für Kalkanstriche Pinol offeriert. Es ist dies ein dickflüssiges Gemenge von Natronharzseife mit in Terpentinöl aufgelöstem Harz. Zum Gebrauche wird eine Mischung (1 : 3) mit Wasser hergestellt und entweder zum Grundieren der Wandflächen oder als Zusatz zur Kalkmilch oder zu Zimmermalern verwendet. Die Wirkung des Pinols kommt jener des Leimes bei Zimmermalern gleich, weil es die Haltbarkeit der Farben an den Flächen erhöht. Pinol soll auch Ungeziefer in alten Wohnungen vertilgen. Zu diesem Zwecke sind die Wandflächen und Plafonds nach vorhergegangener Reinigung mit einer Mischung von $\frac{1}{4}$ Teil Pinol und $\frac{3}{4}$ Teil Wasser anzustreichen. Natürlich müssen auch die Fußböden, welche vom Ungeziefer verunreinigt sind, ebenso behandelt werden. Auch als Desinfektionsmittel soll Pinol verwendbar sein.

Zum Weißen und Färbeln kann man auch Anstreichmaschinen verwenden. Das Prinzip eines solchen Apparates besteht im

allgemeinen darin, daß mit einer Pumpe die streichfertige Tünche durch ein entsprechend langes Rohr in einen Zerstäuber gepreßt wird, aus welchem die Tünche in fein verteilten, äußerst dünnen Strahlen unter hohem Druck auf die Anstrichfläche getrieben wird. Es erfolgt also nicht ein Bestreichen, sondern ein Bespritzen der zu tünchenden Fläche, was wohl eine sehr rasche Arbeitsleistung gewährleistet, aber auch eine sorgfältige Führung des Zerstäubers erfordert, damit die Fläche ganz gleichmäßig mit der Tünche bespritzt werde. Selbstredend muß die Fläche vorher gereinigt, eventuell auch abgekratzt werden.

Bei Verwendung eines langen Bambusrohres kann man ohne Gerüstung und ohne Leitern bis auf 10 m Höhe die Anstrichflächen bespritzen.

Derartige Maschinen werden von der Firma Franz Nechvile in Wien, V/1 Margaretenstraße 98, geliefert.

F. Maurerarbeiten bei Frostwetter.

Ist man genötigt, bei Frostwetter Maurerarbeiten auszuführen, so müssen dazu absaugende, also trockene und auch frostfeste Ziegel oder Steine verwendet werden; der hydraulische Mörtel ist in kleinen Portionen mit möglichst wenig, aber vorgewärmtem Wasser (wenn möglich auch vorgewärmtem Sande), mit Romanzement oder besser Portlandzement und einem Zusatze von Soda (siehe frostsicherer Mörtel) anzumachen und sogleich zu verwenden; bei Betonarbeiten ist es vorteilhaft, auch den Schotter vorzuwärmen. Das Vorwärmen der Materialien beschleunigt das Abbinden des Mörtels; selbst die Siedetemperatur des Wassers ist dem Zemente nicht schädlich. Hat er einmal abgebunden, so ist sogar starker Frost ohne Nachteil für ihn. Tritt der Frost während des Abbindens ein, so ist derselbe nur dann schädlich, wenn der Mörtel mehr Wasser enthält, als er zum Abbinden braucht, weil das gefrierende Wasser den Zementkörper auseinandertreibt.

Man kann also unter Beobachtung der angegebenen Maßregeln selbst bis zu einer Temperatur von -20° C Mauerwerks- oder Betonarbeiten ausführen, ohne daß durch die Einwirkung der Kälte die Festigkeit der ausgeführten Objekte beeinträchtigt wird. Äußere Verputzarbeiten, insbesondere das Verreiben und Glätten des Verputzes, dürfen jedoch bei Frostwetter nicht vorgenommen werden.

Bei sehr starkem Froste (unter -20° C) sollen die ausgeführten Mauer- oder Betonkörper, wenigstens auf die Dauer des Abbindens, durch eine provisorische Umhüllung mit Stroh, Laub, Sand u. dgl. vor der direkten Einwirkung des Frostes geschützt werden.

Die Anwendung von ungelöschtem Kalk als Bindemittel des Mörtels oder als Zusatz zum Zementmörtel gestattet ebenfalls die Ausführung von Maurerarbeiten selbst bei strenger Kälte. Der mit ungelöschtem Kalk bereitete Mörtel darf aber nur in geringen Mengen, unmittelbar vor dem Gebrauche zusammengemischt werden; niedere Temperaturen erfordern stets eine größere Menge von ungelöschtem Kalk. Die Verarbeitung des Mörtels muß so rasch erfolgen, daß die durch das Ablöschen des Kalkes erzeugte Wärme nicht vor seiner Verwendung verloren geht.

Bei jeder Mauerung im Winter muß sowohl das zu verarbeitende Material als auch die oberste Schichte der Mauern vor der direkten Einwirkung des Frostes und der Niederschläge geschützt werden.

Nach Erfahrungen kann behauptet werden, daß der verlängerte Portlandzementmörtel der Einwirkung des Frostes besser widersteht als reiner Romanzementmörtel; die Anwendung von Portlandzement wird sich also nicht nur zweckmäßiger, sondern meistens auch ökonomischer erweisen.

G. Maueröffnungen.

(Tafel 17 und 18.)

Die in den Wänden eines Gebäudes notwendigen Fenster-, Tür- und sonstigen Öffnungen werden je nach ihrer Bestimmung verschiedenartig konstruiert.

Die zum Verschließen einzurichtenden Öffnungen erhalten gewöhnlich eine steinerne, hölzerne oder eiserne Verkleidung (Gewände, Stöcke), an welche die Fenster- und Türflügel usw. anschließen. Das Versetzen dieser Stöcke, d. h. das Verbinden derselben mit dem Mauerwerke kann entweder gleichzeitig mit der Aufmauerung des Gebäudes vorgenommen werden oder erst später, wenn das Gebäude eingedeckt ist. Bei letzterer Art haben die Stöcke von den unvermeidlichen Setzungen und vom Regen nicht so zu leiden wie bei ersterer Art.

Sind die Stöcke gleichzeitig mit der Mauerung zu versetzen, so werden sie auf das abgegliche Mauerwerk gestellt, durch Unterlegen von Ziegeln und Holzkeilen in die richtige Lage gebracht und mit Latten und Brettern provisorisch festgehalten. Die Einmauerung der Stöcke wird sodann unter Einhaltung der Verbandregeln für Mauerendungen bewirkt.

Bei nachträglich zu versetzenden Stöcken wird in den Mauern auf die Breite der Stöcke eine Verschmatzung frei gelassen, welche ein festes Anschließen der später zu versetzenden Stöcke gestattet.

Bei Maueröffnungen ohne Gewände (Stöcke) erfolgt die Herstellung der Umrahmung wie bei Mauerendungen.

Die Überdeckung von Maueröffnungen richtet sich nach der Breite derselben. Schmale Öffnungen werden einfach mit Steinplatten oder Ziegeln nach Fig. 1, T. 17, horizontal überdeckt; breitere können nach Fig. 2 und 3, T. 17, durch Überkragung oder Spreizung, am besten aber durch Einwölben nach Fig. 4, T. 17, überdeckt werden. Sehr breite Öffnungen müssen aber immer mit Gewölben oder mittels eiserner Träger und dazwischen gelegtem Mauerwerk (Fig. 5, T. 17) überdeckt werden.

Die Anordnung, Größe und sonstige Einrichtung der Maueröffnungen ist nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, sehr verschieden.

1. Die Fenster.

(Tafel 17.)

Fenster sollen grundsätzlich nur an den ins Freie führenden Außenmauern angeordnet werden; ist man aber gezwungen, Fenster in den inneren Mauern gegen einen Gang oder einen Vorraum anzuordnen, so sollen sie womöglich Außenfenstern unmittelbar gegenüberliegen.

Die Größe und Anzahl der Fenster wird zumeist durch die Größe der zu beleuchtenden Räume selbst bestimmt, muß aber auch der Außenarchitektur der Gebäude entsprechen. Die Höhe und Breite des Stockes (innere Lichte) nennt man die „Stocklichte“ und die daraus resultierende Fläche die „Lichtfläche“.

Die für einen Raum erforderliche Lichtfläche wird gewöhnlich im Verhältnis zur Fußbodenfläche bestimmt. Für Wohnräume u. dgl. Räume fordert man im allgemeinen $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ der Zimmergrundfläche, für Stallungen $\frac{1}{12}$ der Bodenfläche.

Die gefälligste Form der Fenster ist die eines Rechteckes, dessen Höhe annähernd gleich der doppelten Breite ist. Im oberen Teile segment- oder halbkreisförmig abgeschlossene Fenster werden wegen schlechter Lichtverteilung und wegen komplizierter Konstruktion seltener angeordnet.

Für Wohnräume u. dgl. werden die gewöhnlichen Fenster zumeist 0·90—1·20 m breit und 1·80—2·40 m hoch gemacht und mit nach einer oder nach beiden Seiten aufzuschlagenden Fensterflügeln versehen. Breitere Fenster müssen drei- oder mehrteilig angeordnet werden. Das zwischen zwei Fenstern liegende Mauerwerk, Fensterpfeiler genannt, soll womöglich breiter als die Fenster selbst sein.

Die Fenster der verschiedenen Stockwerke sollen vertikal übereinander liegen.

Die Teile eines Fensterstockes (Fig. 6, T. 17) haben folgende Benennung:

α) Fenstersohlbank, β) Wandstück oder Seitenteil, γ) Fenstersturz und δ) Vorköpfe oder Ohren. Der Mauerteil zwischen Fußboden und Sohlbank heißt Fensterbrüstung oder Parapet, der Gewölbebogen ober dem Fenstersturz heißt Sturz- oder Ramenabbogen, die Verbreiterung der Maueröffnung nach innen heißt Spalettierung.

Die Fenstersohlbank legt man gewöhnlich zirka 0·85 *m* über den Fußboden. Der Fenstersturz soll möglichst nahe der Geschoßdecke angeordnet werden. Bei gewölbtem Sturzbogen wird der Fenstersturz meistens 0·50 *m* unter der Zimmerdecke liegen müssen, während bei einer Überdeckung mit Eisenträgern der Fenstersturz nur um die Trägerhöhe von der Deckenkonstruktion abzustehen braucht.

a) Nach außen aufgehende Fenster.

Bei diesen können die äußeren Fensterflügel nur nach außen geöffnet werden, haben daher unter den Witterungseinflüssen stark zu leiden.

Die Detailkonstruktion dieser Fenster erfolgt häufig nach der in Fig. 6 *a*, *b*, *c*, *d* und *e*, T. 17, angedeuteten Weise.

Der Fensterstock wird vorteilhaft aus $\frac{5}{15}$ *cm* starkem Kiefern- oder Lärchenholz erzeugt und auf den inneren drei Seiten gehobelt.

Bei nachträglichem Versetzen der Fensterstöcke wird das Mauerwerk neben den Wandstücken bis zum Sturze aufgeführt, und zwar so, daß es auf jeder Seite um 7·5 *cm* von der Stocklichte absteht. Außerdem wird auf die Höhe des Fensters eine 15 *cm* breite und 7·5 *cm* tiefe Schmatzung zum Versetzen des Fensterstockes offen gelassen. Diese Zurückschmatzung hat beim Parapet die Breite der später herzustellenden Parapetmauer; 7·5 *cm* über der lichten Fensterhöhe beginnt der Anlauf des Sturzbogens, welcher als scheinrechtlicher Bogen oder als 30—60gradiger Bogen ausgeführt wird.

Beim Versetzen wird der Fensterstock in die Öffnung geschoben, in die richtige Höhe und in die Verputzfläche der Außenseite gestellt, hierauf mit $\frac{1}{4}$ Ziegeln die Schmatzung derart ausgemauert, daß das Mauerwerk fest an den Stock anschließt und diesen festhält. Bei großen Fenstern empfiehlt es sich, den Stock außerdem an vier Stellen mit eisernen Klammern in das Mauerwerk zu verankern. Die Fensterbrüstung wird sodann aufgemauert und der segmentförmige Teil ober dem Sturze als gerades Mauerwerk ausgeführt, wenn nicht — was jedenfalls vorzuziehen ist — der Sturzbogen scheinrechtlich aufgeführt wurde. Die Mauerflächen werden sodann, anschließend an den Stock, verputzt und die Fuge zwischen Holz und Mauerwerk mit einer Falz- oder Zierverkleidung gedeckt, welche aber gewöhnlich schon vor dem Versetzen des Stockes an diesen festgenagelt wird (Fig. 6 *e*, T. 17).

Statt der hölzernen, können auch steinerne Fensterstöcke verwendet werden, deren Teile zumeist einen quadratischen Querschnitt von $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ der Fensterbreite erhalten (Fig. 11 *a*, *b*, *c* und *d*, T. 17). Die Wandstücke greifen hier mit einem Falz etwa 2 *cm* in die Sohlbank und in den Sturz ein; die Vorköpfe entfallen ganz. Die Versetzung dieser Stöcke geschieht stückweise, indem zuerst die Sohlbank auf die gemauerte Brüstung so gelegt wird, daß sie einerseits horizontal liegt und andererseits nur an beiden Enden unterstützt ist, in der Mitte aber hohl liegt; sodann werden die beiden Seitenteile lotrecht aufgestellt und schließlich wird der Sturz wagrecht darüber gelegt.

Bei steinernen Stöcken müssen sowohl der Sturz als auch die Sohlbank vor jeder Beanspruchung auf Biegung sorgfältig bewahrt werden, weshalb zwischen dem Sturze und dem in der Leibung jedenfalls scheinrechtlich herzustellenden Bogen, dann zwischen der Sohlbank und der Fensterbrüstung ein kleiner Zwischenraum

(von zirka 2 cm) zu belassen ist, welcher beiderseits an den Mauerflächen verputzt wird. Die Stoßfugen zwischen den einzelnen Stockteilen werden gewöhnlich mit gelöschtem Weißkalk ausgefüllt.

Zur Aufnahme der inneren Fensterflügel wird häufig an den Stock ein Holzrahmen befestigt, welcher entweder mit Holzschrauben nach Fig. 11 d, T. 17, an eingegipsten Holzklötzchen festgeschraubt oder nach Fig. 11 c, rechte Seite, an eingegossenen Steinschrauben mit Schraubenmuttern festgehalten wird.

b) Nach innen aufgehende Fenster.

Bei dieser in besseren Neubauten fast ausschließlich angewendeten Fensterkonstruktion wird der vollständig beschlagene Stock 15 cm von der äußeren Mauerflucht nach einwärts versetzt, so daß er gegen die Witterung besser geschützt ist (Fig. 7 a bis f, T. 17). Die Mauerschmatzen des zum Versetzen des Stockes bestimmten Mauerteiles werden nach der früher beschriebenen Art ausgeführt, während der 15 cm breite, äußere Mauerteil so gemauert wird, daß derselbe etwa 2 cm über die äußere Kante des von innen zu versetzenden Stockes vorspringt, wodurch das Herausfallen des Stockes verhindert wird. An der inneren Seite wird eine etwa 7½ cm zurückspringende Spalettierung angelegt (Fig. 7 f, T. 17), welche das Anmauern an den Stock in den Mauerschmatzen gestattet. Häufig wird aber diese Spalettierung auch weggelassen und der Stock nach Fig. 7 e, T. 17, ohne Mauerschmatzen in die Öffnung versetzt. Diese Ausführung ist zwar einfacher, aber es kann, nachdem die Schmatzen fehlen, an den Stock nicht angemauert werden, so daß zwischen dem Stocke und dem Mauerwerk immer nachteilige Hohlräume bleiben. Manchmal läßt man die Mauerschmatzen bis zum äußeren Mauerhaupte reichen und vermauert diese Schmatzen mit Kopfstücken von der Außenseite des Gebäudes.

Bei besser ausgestatteten Fenstern wird manchmal statt des einfachen ein Doppelstock mit Futter angeordnet, wie dies Fig. 8, T. 17, im Grundriß zeigt. Bei einer derartigen oder ähnlichen Konstruktion wird zuerst der Doppelstock mit dem Futter versetzt, an diesen angemauert und hierauf an den inneren Stock eine Deckverkleidung v festgenagelt oder eine Spalettverkleidung angeschlossen.

Bei den nach innen aufgehenden Fenstern soll der Sturzbogen im äußeren Teile eine scheinrechte Leibung erhalten.

Für die Fensterrouleaux werden im Sturzbogen oft Vertiefungen, sogenannte Rouleauxnischen (am häufigsten bei runden Oberflügeln) hergestellt und mit Holz verkleidet.

c) Spalettierung und Fensterbrett.

Die Spalettierung wird gewöhnlich verputzt und nur bei besserer Ausstattung mit einer Holzvertäfelung verkleidet. Im Erdgeschosse werden manchmal mit der Spalettverkleidung auch Spalettläden verbunden, siehe Tischlerarbeiten.

Die Parapetmauer erhält eine Abdeckung mit einem 2—3 cm dicken Fensterbrett (Fig. 6 c, T. 17), welches mit einer Feder in eine Nut der Fenstersohlbank eingreift und über die innere Mauerflucht etwa 2 cm vorspringt. Bei nach innen aufgehenden Fenstern und 30 cm dicker Parapetmauer ist das Fensterbrett nicht untermauert (Fig. 7 c, T. 17), sondern steckt an den beiden Enden im Verputz und wird von diesem festgehalten. Bei großen und breiten Fensterbrettern wird jedoch außerdem noch an beiden Seiten eine Befestigung mit Bankeisen und eine stärkere Dimensionierung des Fensterbrettes, eventuell unter demselben eine Verstärkungsleiste nötig sein.

d) Eiserne Fensterflügel.

In allen jenen Räumen, in denen das Holz durch Feuchtigkeit zu sehr leiden würde, ist es zweckmäßig, sowohl die Fensterflügel als auch die Rahmen aus Eisen herzustellen, jedoch gut anzustreichen.

Derartige Rahmen werden meistens aus Winkeleisen erzeugt und mit Prätzen bündig in das Mauerwerk versetzt (Fig. 13, T. 17). Der Raum zwischen Rahmen und Mauerwerk wird mit gutem Zementmörtel voll ausgefüllt. Die Flügel sind zumeist aus Fassoneisen gefertigt (siehe Schlosserarbeiten, T. 62 und 63).

e) Fenster ohne Stock.

Kleine, untergeordnete Fenster können auch ohne Stock hergestellt werden und wird dann an die Spalettierung ein Holzrahmen in derselben Weise, wie dies beim steinernen Stocke beschrieben wurde, festgeschraubt oder mittels Bankeisen befestigt, an den die Fensterflügel in einen Falz anschließen. Bei runden und halbkreisförmigen Fenstern wird diese Anordnung am häufigsten angewendet.

f) Gekuppelte Fenster.

Wenn Fenster mit ihren Gewänden unmittelbar aneinander schließen oder durch ein Mittelstück aus Holz oder Stein oder nur durch einen schwachen Mauerpfeiler voneinander getrennt sind, so nennt man sie „gekuppelte Fenster“. Der Gurtbogen wird in diesem Falle über beide Öffnungen gemeinschaftlich gespannt (siehe Fig. 17, T. 14). Gewöhnlich wird derselbe in einfacher und zweckmäßiger Weise durch eiserne Träger oder Beton ersetzt. Ist der Mauerkörper, welcher die beiden Fenster trennt, genügend tragfähig hergestellt, so kann er auch als gemeinschaftliches Widerlager für geteilte Gurtbögen dienen. Die sonstige Konstruktion für derartige Fenster ist gleich jener, wie bei den einfachen Fenstern.

g) Fensterflügel.

Die Fensteröffnungen werden durch verglaste, einfache oder doppelt angeordnete Fensterflügel geschlossen. Für unbeheizte Räume, Gänge, Stiegen, Aborte, Magazine usw. genügen in den meisten Fällen nur äußere Fensterflügel, für beheizte Räume müssen aber doppelte Flügel angeordnet sein. Statt der äußeren, verglasten Fensterflügel werden in südlichen Gegenden oft Flügel mit Jalousien angeordnet, welche im Winter durch verglaste Fensterflügel ersetzt werden können.

h) Kellerfenster.

Bei unterkellerten Gebäuden müssen im Sockel auch Fenster angeordnet werden, deren Verteilung gewöhnlich nach den Fensterachsen der Geschosse erfolgt. Die Größe dieser Fenster hängt zumeist von der Sockelhöhe, von der Höhe des Fußbodens über dem Bauhorizont und von der Bestimmung der Keller ab.

Kellerfenster können an der Außenseite entweder mit einem steinernen Stocke ausgekleidet oder bloß mit einem Anschlag gemauert sein. Gegen innen muß die Fensteröffnung so erweitert werden, daß die Lichtstrahlen den Kellerraum möglichst gleichmäßig erhellen können. Oben wird die Öffnung meistens von einem fallenden, in das Kellergewölbe eingreifenden Gewölbeschild überdeckt.

Die Sohlbank der Kellerfenster soll mindestens 10 cm über dem Außenterrain liegen, die Gewölbestärke des Schildes mindestens 15 cm betragen und so angeordnet werden, daß der Rücken desselben mit einer mindestens 8 cm hohen Schuttlage bedeckt werden kann.

Bei 0,65 m über dem Bauhorizont liegendem Fußboden des Erdgeschosses wird daher die Fensteröffnung nicht höher als 0,30 m gemacht werden können (Fig. 9, T. 17).

Die Breite der Kellerfenster kann je nach der erforderlichen Lichtfläche bis zur doppelten Höhe betragen.

Für Wirtschaftskeller und Depoträume wird diese Fenstergröße im allgemeinen genügen, für Waschküchen, Duschkloake u. dgl. jedoch mit Rücksicht auf die notwendige Beleuchtung nicht hinreichen. Für solche Räume müssen also größere

Fenster angeordnet werden. Dies erreicht man entweder durch Höherlegen des Sturzes oder Tieferlegen der Sohlbank. Im ersteren Falle muß häufig die Parapetmauer im Erdgeschosse voll, d. h. gleich der Mauerstärke gemacht werden; der Fenstersturz kann dann so hoch gehoben werden, daß der Rücken des Schildes noch zirka 8 cm mit Schutt bedeckt werden kann, siehe Fig. 10, T. 17. Im letzteren Falle muß vor dem Fenster ein kleiner Schacht (Lichtschant), wie z. B. in Fig. 12, T. 17, angelegt werden. Dieser Lichtschacht wird entweder mit Glas abgedeckt oder nur mit einem Stangengitter verschlossen, dann muß aber die Sohle des Schachtes nach außen fallend gemacht und das Niederschlagswasser durch ein Rohr abgeleitet werden.

Für mehrere in einer Front liegende Fenster kann man einen durchlaufenden Schacht anlegen, so daß vor dem Gebäude eine Art Graben (Lichtgraben) entsteht, welcher gleichzeitig das Kellermauerwerk gegen Eindringen der seitlichen Erdfeuchtigkeit schützt. Dieser Graben kann entweder mit Glas abgedeckt werden oder offen bleiben, muß aber im letzteren Falle eine entsprechende Entwässerung erhalten.

Der Verschluß der Kellerfenster erfolgt bei Depoträumen bloß mit durchbrochenen, eisenblechernen Flügeln; bei Räumen, die eine Beleuchtung erfordern (z. B. Waschküchen), mit verglasten Fensterflügeln aus Fassoneisen.

Ist man gezwungen, unterhalb einer Eingangstür mit vorgelegten Stiegenstufen ein Kellerfenster anzubringen, so kann dies nach Fig. 14, T. 17, mit einem vor die Stufen gelegten Lichtschachte geschehen, welcher mit dem Kellerraume durch eine möglichst große Öffnung in der Hauptmauer verbunden ist. Dieser Schacht wird entweder bloß mit einem Eisengitter oder mit einem mit starkem Gußglas verglasten Eisenrahmen geschlossen. Derartige Gitter werden in einen steinernen oder betonierten Schachtstock entweder fix oder abnehmbar versetzt.

Fensteröffnungen der unteren Geschosse sollen bei Kanzleien, Magazinen, bei in Gängen ausmündenden Wohnräumen u. dgl. auch einbruchsicher, d. h. mit eisernen Stangengittern geschlossen werden. Bei Magazinen werden aus Sicherheitsrücksichten außerdem noch Drahtgitter angebracht, welche so befestigt werden müssen, daß sie das Öffnen der Fensterflügel nicht hindern.

Zum Schutze gegen Feuersgefahr werden bei Magazinen die äußeren Fensterflügel durch eiserne Fensterläden ersetzt; in diesem Falle dürfen natürlich auch nur steinerne oder eiserne Fensterstöcke angewendet werden.

2. Die Türen und Tore.

(Tafel 18.)

Türen vermitteln die Verbindung der Räume untereinander. Sie müssen so angelegt werden, daß einerseits der freie Eintritt in die Räume nicht gestört wird und andererseits in den Räumen möglichst große Wandflächen zum Aufstellen der Einrichtung und der Öfen verfügbar bleiben. Sie sollen demnach 0·80—1·00 m von den Raumecken abstehen, wenn nicht andere Umstände die Lage derselben bestimmen, so z. B. ist dem Auflager der eisernen Deckenträger möglichst auszuweichen und sind Glastüren womöglich gegenüber von Fenstern anzuordnen.

Die Größe der Türen ist abhängig von der Art der Frequenz und von der Größe und Bestimmung des Raumes. Haustüren macht man gewöhnlich 1·30—1·60 m, Wohnungstüren 0·95—1·20 m, Türen für untergeordnete Räume, Aborte u. dgl. zumeist unter 0·95, selbst bloß 0·65 m breit und gibt ihnen zur Höhe etwas mehr wie die doppelte Breite.

Bis zur Breite von 1·10 m sollen die Türen nur einflügelig, über 1·10 m Breite immer zweiflügelig, und zwar entweder mit gleich breiten oder mit ungleich breiten Flügeln hergestellt werden, in welchem letzterem Falle der breitere Flügel zum Öffnen eingerichtet wird.

Türen mit angeschlossenen Oberlichtern werden mit Rücksicht auf die notwendige Beleuchtung und die Geschoßhöhe dimensioniert, die Türe selbst wird dabei zumeist etwas niedriger (zirka 2·2 m) gehalten, damit die Oberlichte möglichst groß ausfallen.

Die Türöffnungen erhalten gewöhnlich einen einfachen Verschuß mit Türflügeln, nur bei direkt ins Freie oder auf einen kalten Gang führenden Türöffnungen oder wegen Schalldämpfung werden manchmal Doppeltüren angewendet; es können aber auch bei solchen Türen inner- oder außerhalb des Raumes Windfänge, das sind gedeckte Ein- oder Vorbauten aus Glas- oder Holzwänden mit einer Türe angeordnet werden.

Die Herstellung der Türöffnungen geschieht ähnlich jener der Fensteröffnungen. Der untere Teil des Türstockes oder des Türgewändes heißt „Schwelle“, die seitlichen Bekleidungen heißen „Seitenteile“ oder „Wandstücke“ und der obere Teil der „Türsturz“.

Im Innern der Gebäude verwendet man vorteilhaft 5/15 oder 8/15 cm starke Pfostenstöcke, welche entweder auf drei Seiten gehobelt sind und die Türflügel direkt aufnehmen oder mit einer Holzverkleidung „Futter“ versehen werden, wodurch gleichzeitig ein Falz für die Türflügel gebildet wird. Bei den ins Freie führenden Türen verwendet man häufig steinerne Stöcke oder stärkere Stöcke aus Holzbalken.

Ist eine Türöffnung bloß mit einem Stocke, an welchen der Türflügel direkt anschließt, versehen, so nennt man die Türe eine „Spalettür“; der Stock kann hiebei in der Mauerflucht (Fig. 1, T. 18) oder in der Mitte der Mauer (Fig. 2, T. 18) versetzt sein. Ist die Türöffnung ganz mit einer Bretterverkleidung (Futter), die zumeist an zwei, zu beiden Seiten der Mauer versetzte, raue Pfostenstöcke genagelt wird, versehen, so spricht man von einer „Futtertür“ (Fig. 3, T. 18).

a) Spalettüren.

Der Stock wird meistens an einer Mauerflucht angeordnet (Fig. 1, T. 18). Die Versetzung erfolgt gewöhnlich erst nach der Eindeckung des Gebäudes. Die Spalettierung wird der Türbreite (inklusive Türenschnal) entsprechend vollständig rein ausgemauert. An der Mauerflucht, an welcher der Stock versetzt werden soll, werden auf die Breite des Stockes Schmatzen so aufgemauert, daß der Stock mit einem 2 cm breiten Spielraume in die Öffnung paßt. Nachdem der Stock mit Libelle und Senkel in die richtige Lage gebracht und entsprechend festgekeilt wurde, sind die Schmatzen auszumauern, wodurch der Stock festgehalten wird. Bei starker Frequenz soll man den Stock außerdem durch 2 oder 4 Eisenklammern in das Mauerwerk verankern.

Steinerne Stöcke läßt man zirka 2 cm über die Mauerflucht vorspringen (Fig. 1 c, T. 18); hölzerne Stöcke stellt man in die Verputzebene und schließt die Fuge zwischen Stock und Mauerung mit einer darüber genagelten Verkleidung (Fig. 4, T. 18). Soll der Stock aber von der Mauerflucht zurückgesetzt sein (Fig. 2, T. 18), so wird er in der Regel gleichzeitig mit der Mauerung versetzt und das Mauerwerk an den Stock gut angeschlossen; es ist aber auch möglich, durch Freilassen einer entsprechenden, mit Mauerschmatzen versehenen Öffnung den Stock erst nach dem Aufmauern zu versetzen und die Spalettierung auf einer Seite durch Vollmauern der Schmatzen nachträglich herzustellen.

Der Türsturz wird gleichzeitig mit der Mauerung durch einen flachen Segmentbogen überwölbt, welcher bei steinernen Stöcken über dem Türsturze scheinrecht herzustellen ist, damit der steinerne Sturz nicht belastet werde. Bei hölzernen Stöcken kann der Teil zwischen Bogen und Türstock auch mit geradem Mauerwerke geschlossen werden, welches auf den Stock aufgelegt wird.

Die Spalettierung muß so hergestellt werden, daß die Türflügel vollständig geöffnet und bequem ausgehängt werden können, weswegen auch der Türsturz

entsprechend hoch anzulegen ist. Bei starken Mauern kann daher die Spalettierung, wie im Grundriß α der Fig. 1, T. 18, dargestellt, nach innen zu schräge, bei schwächeren Mauern (Grundriß β) senkrecht zur Mauerflucht angelegt werden.

b) Futtertüren.

Bei diesen sind die Wandflächen der Türöffnung mit einer Holzvertäfelung (Futter) ausgekleidet. Das Türfutter wird gewöhnlich an zwei in der Mauerflucht versetzte Holzstöcke angenagelt.

Die Türstöcke werden um die Stärke der beiden Türfutter (mehr $\frac{1}{2}$ cm auf jeder Seite als Spielraum) breiter und höher gemacht als die verlangte Türlichte. Die ungehobelten Stöcke werden auf den beiden Seiten der Türöffnung in der Verputzebene versetzt und durch Vollmauern der Mauerschmatzen festgehalten, eventuell außerdem mit vier Flacheisen in entsprechender Höhe miteinander verschraubt, siehe Fig. 3 b, T. 18.

Der Mauerkörper zwischen den beiden Stöcken ist voll aufzumauern, daher nur die Vertiefungen für die Stöcke und die Schmatzen zum Versetzen derselben auszusparen sind.

Nach Herstellung des Verputzes wird das 2—3 cm dicke Türfutter an die Türstöcke derart angenagelt, daß dasselbe genau in den Verputzflächen abschließt. Auf die Schwelle der Türstöcke ist eine 3 cm dicke, glatt gehobelte, gemeinsame Bretttafel (Fußtritt) anzuschrauben.

Hierauf ist auf derjenigen Seite, an der die Türflügel angebracht werden, eine Falzverkleidung so an den Stock zu nageln, daß ein etwa $1\frac{1}{2}$ cm breiter und 2 cm tiefer Falz vom Türfutter und der Falzverkleidung gebildet wird, in welchen sich die Türflügel lagern (Fig. 3 d, T. 18). Auf der anderen Seite ist durch eine Zierverkleidung ohne Falz die Fuge zwischen Stock und Mauerwerk zu decken.

Bei 15 cm starken Mauern wird nur ein Stock in der Breite der Mauerdicke verwendet (Fig. 5, T. 18). Auch für 30 cm starke Mauern wird manchmal nur ein, der Mauerdicke entsprechend breiter Stock verwendet, was aber nicht zu empfehlen ist, weil breite Stöcke sich leicht werfen.

Die Fußtritte sollen womöglich aus Eichenholz hergestellt werden; bei Verwendung von weichem Holze sollen die Kanten mit $\frac{3}{20}$ mm starken, angeschraubten Flacheisen oder mit entsprechend starken Winkeleisen vor Abnutzung geschützt werden. Das Gleiche gilt natürlich auch für die Schwellen der Spalettüren. Auch bei hartem Holze und stärkerer Frequenz wird sich ein derartiger Beschlag empfehlen.

c) Eiserner Türen.

Diese werden entweder in steinernen Stöcken mittels Bändern und Kegeln versetzt (Fig. 6, T. 18) oder sie erhalten einen Rahmen aus Winkeleisen (Fig. 7, T. 18), welcher in das Mauerwerk mittels angenieteten Pratzen zu versetzen ist. Bei starker Frequenz und schweren Türflügeln soll man an beiden Seiten der Türöffnung einen Winkeleisenrahmen versetzen und diese durch Flacheisenbänder miteinander verbinden, da die Pratzen im Mauerwerke sich bald lockern. Die Versetzung der Rahmen erfolgt so, daß die Winkeleisen mit der Putzfläche bündig liegen. Der Rahmen kann entweder gleichzeitig mit der Mauerung oder besser nach der Setzung der Mauern versetzt werden.

Bei Winkeleisenrahmen wird die Türöffnung ohne Rücksicht auf die Rahmen voll ausgemauert, weil die Dicke der Winkeleisen ohnehin kaum die Stärke des Verputzes erreicht; etwa vorstehende Ziegel sowie die Öffnungen für die Pratzen werden beim Versetzen ab-, bzw. ausgestemmt.

d) Tore.

Tore sind breitere Türöffnungen, welche das Durchfahren mit beladenen Wagen gestatten.

Für das Durchfahren eines gewöhnlichen Wagens genügt eine Breite von 1.80 m; bei stärkerer Frequenz gibt man jedoch, um den übrigen Verkehr nicht zu stören, eine Breite von mindestens 2.20—2.50 m, für sehr breite Fuhrwerke (Heu- und Strohwagen) eine Breite bis zu 4 m.

Die Höhe richtet sich zwar in erster Linie nach der Stockwerkshöhe, muß aber die ungehinderte Kommunikation gestatten; im allgemeinen wechselt sie zwischen 3 und 4 m. Der Sturzbogen muß wegen der größeren Spannweite besonders solid hergestellt werden; ist nur eine geringe Konstruktionshöhe verfügbar, so wird man vorteilhaft einen geraden Sturz mittels eiserner Träger anordnen.

Die Toröffnung wird gewöhnlich mit einer soliden Mauerung ausgekleidet, an deren innerer Flucht die Torflügel direkt (ohne Stock) befestigt werden. Bei starken Mauern kann man nach Fig. 8, T. 18, eigene Gewände mauern, an deren innerer Flucht die Torflügel anschlagen. Im letzteren Falle müssen die Anläufe des inneren Bogens so hoch gelegt werden, daß sie das Öffnen der Torflügel nicht hindern. Der innere Torbogen wird also meistens flacher einzuwölben sein als der äußere, siehe Fig. 8 b, T. 18.

Kleinere Tore erhalten manchmal auch steinerne Gewände, diese müssen aber entsprechend stark hergestellt und mit dem Mauerwerke gut verankert werden; der Sturz derselben muß vor jeder Belastung geschützt sein. Ein Beispiel hierfür gibt die in Fig. 9, T. 18, dargestellte Haustür.

Die Torflügel sind meistens so angebracht, daß der untere Teil des Flügels mit einem Zapfen in einer im Torschweller versetzten, korrespondierenden Pfanne ruht und der obere Teil mit einem Zapfen in einem, im Sturzbogen versetzten Ringe (Halse) in lotrechter Lage festgehalten wird. Es ruht so die ganze Last des Torflügels in der Pfanne, wodurch eine sehr leichte Bewegung der Torflügel erreicht wird (Fig. 6 und 7, T. 60).

Sehr breite Tore werden oft als Schiebetore mit einem oder auch mit zwei Flügeln angeordnet (siehe Schlosserarbeiten, T. 65).

Tore, durch welche gefahren wird, sollen zum Schutze der Torgewände steinerne oder eiserne „Radabweiser“ und zum Schutze der verkehrenden Fußgänger in der Hausflur erhöhte Trottoirs — Perrons genannt — erhalten.

3. Ventilationsöffnungen.

Diese haben den Zweck, reine, unverdorbene Luft in die Räume, oder die verdorbene, schlechte Luft aus denselben gelangen zu lassen. Die Zufuhr der reinen Luft kann bei großen Räumen durch in Außenmauern angebrachte, verschließbare Öffnungen erfolgen, welche bei beheizten Räumen mit dem Ofen durch Kanäle verbunden sein sollen; bei unbeheizten Räumen münden diese Öffnungen unmittelbar ober dem Fußboden in dieselben.

Den Querschnitt der Ventilationsöffnungen macht man bei Ziegelmauerwerk gewöhnlich als Vielfaches der Ziegeldicke, also $\frac{15}{15}$, $\frac{15}{23}$, $\frac{23}{23}$, $\frac{30}{30}$ u. dgl.; er muß nach der Größe des Raumes bestimmt werden (siehe Ventilationsanlagen). Führt die Öffnung direkt von außen durch die Mauer in den Raum, so ist sie womöglich nicht geradlinig, sondern gebrochen anzulegen, um dadurch den direkten Luftzug zu verhindern. Die Wände der Luftkanäle sind möglichst glatt zu verputzen und vor Feuchtigkeit zu schützen. An der Außenseite sind diese Öffnungen gegen das Eindringen von Ungeziefer mit einem Drahtgitter zu versehen, an der inneren Seite werden schließbare, eiserne Klappen oder Schuber angebracht und diese mittels Prätzen bündig in das Mauerwerk versetzt.

Die Abfuhr verdorbener Luft erfolgt meist durch Abzugskanäle, welche schlotartig in den Haupt- oder Mittelmauern angebracht und bis über Dach geführt werden. Die Einnündung in diese Schlote erfolgt 10—30 cm ober dem Fußboden und unter dem Plafond und wird ebenfalls durch Klappen oder Jalousien abgeschlossen.

V. Fundierungen.

Für die Dauerhaftigkeit eines jeden Bauwerkes ist es unbedingt notwendig, daß der Baugrund gleichmäßig und genügend tragfähig sei, damit das Bauwerk keine ungleichmäßigen Setzungen erfahre.

Die infolge der Last des Bauwerkes durch Pressung des Baugrundes beinahe immer eintretenden Setzungen müssen gleichmäßig vor sich gehen und bald zum Stillstande kommen. Bei einem ungleichartigen oder wenig tragfähigen Baugrund würden sich einzelne Teile des Bauwerkes mehr, andere weniger oder gar nicht setzen, so daß Risse in dem Mauerwerk entstehen müßten, welche den Bestand des Baues eventuell gefährden könnten.

Bei gleichartigem und genügend tragfähigem Baugrunde ist die Fundamentbasis so groß zu machen, daß der Baugrund durch die Last des Baues in keinem Teile mehr als zulässig — je nach der Bodengattung $1\frac{1}{2}$ —6 kg pro cm^2 — belastet werde. Ferner muß die Fundamentsohle so tief gelegt werden, daß sie vom Froste nicht erreicht werden kann. Die Frosttiefe beträgt je nach den klimatischen Verhältnissen 0.70—1.20 m.

A. Arten des Baugrundes.

Die verschiedenen Bodengattungen werden je nach ihrer Tragfähigkeit in guten, mittleren und schlechten Baugrund eingeteilt.

Als guter Baugrund werden alle Fels- und jene Bodengattungen bezeichnet, welche eine sichere Tragfähigkeit von mindestens $2\frac{1}{2}$ —6 kg pro cm^2 besitzen, also wie erwähnt, Felsen, ferner Schotter, rescher Sand, trockener Ton und Lehm.

Zu dem mittleren Baugrund zählen jene Bodenarten, die eine Tragfähigkeit von zirka 1—2 kg pro cm^2 besitzen, z. B. nasser Lehm oder Ton, weicher, eventuell mit Lehm oder Ton gemengter Sand u. dgl.

Als schlechter Baugrund gelten: Humuserde, Torf, Moor und alle aufgeschütteten oder angeschwemmten, weichen Bodengattungen, welche eine geringere Tragfähigkeit als 1 kg pro cm^2 besitzen, daher für eine solide Gründung vorerst entweder ganz entfernt oder künstlich verstärkt werden müssen.

Felsboden kann bei einer Mächtigkeit von 3.00 m und bei günstiger, vor dem Abgleiten gesicherter Schichtung auch dann als vorzüglicher Baugrund gelten, wenn unter demselben eine mindere Bodengattung lagert. Bei verwitterbarem Felsen muß mit der Fundamentsohle bis auf die Frosttiefe hinabgegangen werden. Zerklüftungen müssen bezüglich ihrer Haltbarkeit und Wasserundurchlässigkeit vorerst untersucht werden. Ungefährliche Klüfte werden einfach voll gemauert, gefährliche aber vorerst ausgebrochen.

Schotter, Kies oder rescher Sand bilden bei einer Mächtigkeit von 3.00 m und vor dem seitlichen Ausweichen sowie vor Unterwaschungen geschützt, ebenfalls einen sehr guten Baugrund.

Ton-, Lehm- oder Mergelgrund bilden bei einer Mächtigkeit von 3.00 m einen guten Baugrund, wenn derselbe vor Wasserandrang geschützt ist und nicht zu rasch austrocknen kann, in welchem Falle er Risse bekommen und ungleiche Senkungen veranlassen würde.

Humuserde und aufgeschütteter oder angeschwemmter Boden sind als Baugrund für massive Bauten unbrauchbar und müssen für solche vollständig entfernt werden; sie sind als Baugrund nur für leichte Holzbauten zulässig.

Sumpf-, Moor- oder Torfgrund ist nicht nur als Baugrund ungeeignet, sondern auch in hygienischer Hinsicht gefährlich.

Fundierungen in solchem Boden sind oft kostspieliger als das ganze Bauwerk; man wird daher solche Gründe möglichst meiden.

B. Einfluß des Grundwassers auf Fundierungen.

Als Grundwasser bezeichnet man jenes Niederschlagswasser, welches im durchlässigen Boden nach abwärts sickert, auf einer wasserundurchlässigen Schichte je nach den Neigungsverhältnissen auf dieser Schichte entweder weiterfließt (Grundwasserstrom) oder sich in einem Becken ansammelt (stehendes Grundwasser). Die Bewegung des Grundwassers kann mit Rücksicht auf den Widerstand durch den Erdboden nur eine sehr träge sein. Nähert sich die undurchlässige Schichte der Erdoberfläche, so tritt zuweilen das Grundwasser als Quelle zutage. (Bei Ausgrabung von Fundamenten u. dgl. können ebenfalls Quellen auftreten.)

Das Grundwasser übt auf alle Bodenarten einen zerstörenden Einfluß aus, indem es den Boden auflockert und dadurch dessen Tragfähigkeit vermindert, ferner Bewegungen einzelner Bodenpartien, oft auch ganzer Schichten hervorruft. Ist dabei der Grundwasserstand nicht konstant, sondern veränderlich, so ist dies für den Baugrund noch schädlicher, da der Boden durch die mechanische Bewegung des Wassers in erhöhtem Maße aufgelockert und die Gefahr der direkten Befeuchtung des Fundament- und Kellermauerwerkes durch das aufsteigende Grundwasser vermehrt wird.

Die genaue Ermittlung der Grundwasserverhältnisse eines Bauplatzes ist somit von großer Wichtigkeit und muß stets vor Beginn eines Baues durchgeführt werden, weil hievon die Art der Fundierung desselben abhängig ist. Die Ermittlung erfolgt durch Bodensondierungen und Beobachtung der Wasserstände benachbarter Brunnen und hat sich nicht nur auf den Bauplatz allein, sondern auch auf die weitere Umgebung desselben zu erstrecken. Hiebei sind auch alle sonstigen Umstände zu erheben, die den Grundwasserstand beeinflussen. Ungünstige Verhältnisse können oft dadurch behoben werden, daß man den Grundwasserzuluß entweder durch Ableitung oder Tieferführung absperrt. Näheres hierüber im Kapitel „Entwässerung des Bodens“.

C. Untersuchung des Baugrundes.

Lassen sich die Verhältnisse des Baugrundes durch die in der Nähe bereits ausgeführten Bauten und Brunnen oder auf Grund der örtlichen geologischen Kenntnisse nicht hinreichend konstatieren, so muß man die Art des Baugrundes auf eine der im folgenden angegebenen Weisen untersuchen, und zwar: 1. durch Aufgraben von Schächten oder Brunnen, 2. durch Sondieren, 3. durch Bohrungen oder 4. durch Eintreiben von Pfählen (Probepfählen).

ad 1. Durch Aufgraben (Ausheben von Schächten) lassen sich die Bodenverhältnisse am besten bestimmen; dieses Verfahren kommt aber bei größeren Tiefen sehr teuer, es wird daher bloß in wichtigen Fällen und nur bei voraussichtlichen Tiefen bis höchstens 5·00 m angewendet.

ad 2. Das Sondieren geschieht mit dem Sondiereisen (Fig. 1, T. 19) und mit dem Brecheisen. Das Sondiereisen besteht aus einem 2—3 m langen, 2—3 cm dicken, unten zugespitzten und oben mit einer Handhabe versehenen Eisenstab. Zuweilen werden auch mehrere Stäbe bis zu 5 m Länge zusammengeschräubt. Am Schafte sind Kerben eingehauen, welche vor dem Eintreiben in den Boden mit

Unschlitt ausgeschmiert werden. Das Sondiereisen wird entweder mit den Händen in den Boden gestoßen oder eingerammt. Durch den Widerstand beim Eintreiben und die beim Herausziehen an dem Unschlitt haftenden Bodenteile kann man die Art des Bodens annähernd beurteilen.

Stößt man auf einen harten Gegenstand, so kann man durch Hineinstoßen eines Brecheisens an dem hohlen oder dumpfen Ton erkennen, ob die Schichte mächtig oder dünn ist.

Dieses Sondieren ist wenig verlässlich, kann daher nur als eine Voruntersuchung betrachtet werden.

ad 3. Das Bohren. Dieses gestattet, Bodenuntersuchungen auf große Tiefen vorzunehmen und gibt über die Art der Bodenschichtung sehr genauen Aufschluß. Man unterscheidet die Bohrer je nach der Art ihrer Verwendung in Dreh- und Stoßbohrer. Die gebräuchlichsten Bohrer sind folgende:

a) Der Zylinderbohrer zum Bohren in weicheren Erdgattungen (Moor, Ton, Muttererde) hat eine durchgehende, unten zugespitzte Achse (Fig. 2, T. 19), einen aufgeschlitzten, schraubenförmig gebogenen Boden und eine ebenfalls geschlitzte Mantelfläche mit geschärftem Rande aus gestähltem Eisenbleche. Je nach der Zähigkeit des Bodens ist der Schlitz in der Mantelfläche größer oder kleiner; bei sehr weichem Boden verwendet man eventuell Bohrer mit vollkommen geschlossener Mantelfläche. Nach Einstellung der Bohrarbeit wird durch Heben des Bohrers mit dem Bohrstücke jenes Bodenmaterial zutage gefördert, welches sich in der erbohrten Tiefe vorfindet.

Der Zylinderbohrer (Fig. 3, T. 19) besitzt eine Boden- und eine Mantelschneide aus Stahlblech; er ist für festere Bodengattungen geeignet.

b) Der Löffelbohrer. Für weiches Gestein oder auch bei festem Ton, Mergel usw. benützt man Löffelbohrer, die nur einen kleinen Teil einer Zylinderfläche bilden (Fig. 4, T. 19). Diese Form verwendet man auch zum Vorbohren und bewirkt die Erweiterung des Bohrloches durch einen Löffelbohrer von der Form nach Fig. 5, T. 19.

c) Der Schraubenbohrer (Fig. 6, T. 19) besteht aus einem unteren Schraubengewinde mit größerer und einem oberen mit kleinerer Steighöhe; beide sind auf einem konischen Körper befestigt. Das steilere Gewinde bewirkt ein schnelleres Eindringen in den Boden. Dieser Bohrer eignet sich nur für geringere Tiefen. Beim Herausziehen des Bohrers muß das ganze im Bohrloche befindliche Material mitgehoben werden.

d) Der Ventilbohrer (Fig. 7, T. 19) eignet sich beim Bohren in einem weichen, mit Wasser gemischten Material (Schlamm, Sand, Kies usw.), das aus den früher beschriebenen Bohrern abfließen würde. Dieser Bohrer besteht aus einem geschlossenen Zylinder, der unten ein Klappen- oder Kugelventil enthält.

Der Bohrer wird durch Aufstoßen auf den Grund gefüllt. Der Ventilbohrer dient auch zum Herausheben des Bohrschlammes aus Bohrlöchern, die mittels anderer Bohrer erzeugt wurden.

Bei den meisten Erdarten, welche die Anwendung des Ventilbohrers verlangen, sind gewöhnlich auch Futterröhren nötig, um das Bohrloch frei zu halten. Diese werden aus Eisenblech oder Mannesmannrohren erzeugt, müssen innen glatt sein und erhalten gewöhnlich am unteren Ende einen zugeschärften Rand, den man durch einen Außenring verstärkt. Je nach der Bodengattung wird der Rand gestählt oder mit Sägezahnung versehen. Die Rohre werden eingedreht oder eingerammt. Bei passenden Erdarten, frei von Steinen, Hölzern u. dgl. kann man die Rohre außen auch mit einem Schraubengewinde versehen. Der Durchmesser der Rohre ist 4 cm größer als jener der Bohrer. Bei größeren Tiefen werden mehrere Futterröhren zusammengestoßen. Jedes Rohr enthält an seinem oberen Ende eine angenietete Muffe mit Schraubengewinde, in welche das nächstfolgende Rohr eingeschraubt wird.

Beim Bohren durch sehr feinen Triebssand kann man zum Heraustreiben desselben auch Druckwasser (von einer Wasserleitung oder einer Pumpe kommend) verwenden, welches durch das im Innern der Futterröhre eingesetzte, bis an das Ende des Bohrloches reichende Druckwasserrohr mittels eines Schlauches zugeleitet wird.

Diese Art der Förderung hat den Nachteil, daß die Bohrproben verschiedener, aufeinanderfolgender Schichten durcheinander gemengt werden, so daß man über die Zusammensetzung des Bodens keinen genügenden Aufschluß erhält.

e) Die Meißel-, Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 8, 9 und 10, T. 19) dienen als Stoß- oder Schlagbohrer für verschiedene Gesteinsarten. Hierbei bekommt man das betreffende Steinmaterial im zerriebenen Zustande, so daß die Festigkeit desselben nur nach den Fortschritten der Bohrarbeit beurteilt werden kann. Günstiger sind in dieser Hinsicht die sogenannten Kernbohrer (Fig. 12, T. 19), zu welchen auch der Diamantbohrer (ein am unteren Rande mit schwarzen Diamanten besetzter Kernbohrer) gehört. Es sind dies Drehbohrer, welche einen festen Bohrkern liefern, der auf alle seine Eigenschaften hin untersucht werden kann.

Für Baugrunduntersuchungen werden die Kernbohrer wohl nie angewendet, sondern meist nur bei Tiefbohrungen und im Tunnelbau.

Die von H. Mayer in Hannover erfundenen Erdbohrer entsprechen allen Bohrzwecken besser, indem sie rascher und sicherer arbeiten und auch leichter zu handhaben sind als die vorbeschriebenen BohrerGattungen.

Der Triumphbohrer, Fig. 14, dient zum Bohren in gleichmäßigen Bodenschichten (Ton- oder Lehmboden). Der Bohrer ist spiralförmig konstruiert und im oberen Teile mit einem geschlossenen Zylinder umgeben, welcher das gebohrte Material am Bohrer festhält. Zur Bedienung genügen zwei Mann, welche den Bohrer beim Dreher *D* (Fig. 14) fassen und in den Boden eindrehen, wodurch das zu bohrende Material zuerst vollständig losgeschnitten und dann im Zylinder aufgenommen wird. Zum Hochziehen des Bohrers dienen bei geringen Tiefen die Heber *h* und *h'* (Fig. 14), welche abwechselnd nach Bedarf immer tiefer am Gestänge *g* (Fig. 14) anzusetzen sind, bis der Bohrer zutage gefördert ist. Bei größeren Tiefen kommen eigene Hebevorrichtungen zur Anwendung.

Die Leistungsfähigkeit des Bohrers soll bei gleichmäßigem Lehm- oder Tonmaterial und bei 10 cm Bohrlochweite 5 m Tiefe in einer Stunde und 10 m Tiefe in drei Stunden betragen. In tieferen Lagen nimmt die Leistungsfähigkeit natürlich immer mehr ab. Trifft man auf Steine, so werden diese mit dem Steinmeißel (Fig. 15) entweder durchgeschlagen oder seitwärts geschoben, was die Leistungsfähigkeit ebenfalls vermindert.

Durch Anwendung einer praktischen Vorrichtung soll der Bohrer auch in Kies, Sand, Triebssand u. dgl. gut verwendbar sein, bei fließendem, nassem Boden natürlich nur mit Anwendung von Futterröhren. Das Gestänge kann bei geringeren Tiefen rasch und ohne zeitraubendem Schrauben verlängert oder verkürzt werden.

Der zweischneidige Zylinder-Erdbohrer (Fig. 15) eignet sich vorwiegend zum Bohren in Mutterboden, Sand, Kies usw. und kommt hauptsächlich da zur Verwendung, wo es sich um größere Löcher bis zu 60 cm Durchmesser handelt.

Der Universalbohrer (Fig. 17 *a* und *b*) ist zylinderförmig konstruiert, mit seitlich zuschiebbarem Schlitz und mit einer an- und abschraubbaren Ventilklappe versehen. Dieser Bohrer gestattet im trockenen Gelände, in Ton, Lehm, Kies, Sand, Braunkohle usw. ohne verschlossenen Schlitz und Ventilklappe zu bohren, in schwimmendem Gelände dagegen den Schlitz mittels Schieber zu schließen und die Ventilklappe anzuschrauben. In letzterem Zustande füllt sich der Zylinder durch einfaches Drehen bis zum oberen Rande; beim Hochziehen fällt die Kappe zu und das erbohrte Gut wird an die Oberfläche befördert. Infolge der eigenen Schneidestellung dreht er sich nicht wie manche Bohrer fest, sondern

schneidet sich frei und ist infolgedessen leicht hochzuheben. Dieser Universal-Bohrer kann je nach der Größe Steinstücke bis 20 cm Durchmesser aufnehmen. Er dürfte deshalb für genannte Zwecke ein äußerst praktisches Werkzeug sein. Der Universal-Bohrer kann auch bei Brunnengrabungen an Stelle des Sackbohrers vorteilhafte Verwendung finden.

ad 4. **Probepfähle** sind zugespitzte Pfähle, welche in den Boden eingerammt werden. Nach dem Widerstand, den die Pfähle beim Eintreiben finden, kann man die Tragfähigkeit des Bodens beurteilen. Diese Art der Untersuchung ist jedoch ungenau. Jeder Probepfahl ermöglicht bloß ein Urteil über die Tragfähigkeit des Bodens an seinem Standorte und in seiner nächsten Umgebung; es bedarf daher des Schlagens einer größeren Anzahl von solchen Probepfählen, um einigermaßen sicher zu gehen. Dann geben aber solche Probepfähle noch keinen Aufschluß über Schichtung und Art des Baugrundes.

Stößt man auf Stein, so muß einerseits die Ausdehnung desselben, andererseits bei konstatiertem Felsen auch dessen Mächtigkeit untersucht werden, indem man auf geringe Entfernungen voneinander mehrere Pfähle einrammt, bezw. mehrere Bohrlöcher in dem Felsen ausführt.

D. Tragfähigkeit des Baugrundes.

Über die Tragfähigkeit der Bodenarten lassen sich keine allgemein gültigen Angaben machen.

Nach den Bestimmungen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines (1890) sind für die verschiedenen Bodenarten folgende Belastungen zulässig:

für sehr weichen Boden höchstens	1 kg pro cm^2 ;
für Lehm und Tegel, sehr feucht, dann Sand von mindestens 1 m Mächtigkeit, jedoch gegen Ausweichen geschützt, bis	1.5 „ „ „
für sandigen Schotter, fest, von geringer Mächtigkeit oder wechselnd geneigter Lagerung, dann Lehm und Tegel, trocken, stehend oder teilweise stehend und gegen Ausweichen geschützt, bis	2.5 „ „ „
für festgelagerten grobkörnigen Schotter, dann sogenannten Plattelschotter in größerer Mächtigkeit, ferner liegenden Lehm und Tegel, trocken, bis	5.5 „ „ „
für lockeren, wasserhältigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage, bis	2.0 „ „ „
für lockeren, wasserhältigen Boden, Fundierung mit Anwendung einer Pilotage und 60 cm Betonlage, bis	3.0 „ „ „
für groben Schotter, ferner für festen, trockenen Tegel in horizontaler Lagerung und in großer Mächtigkeit, bis	6.0 „ „ „
für festen, nicht verwitterten Felsboden	10.0 „ „ „

Bei Projektverfassungen sollen diese Angaben nie überschritten werden.

Für die Fundierung wichtiger Bauten empfiehlt es sich, direkte Belastungsproben zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes vorzunehmen.

Die hierfür zur Verwendung gelangenden Vorrichtungen und Apparate beruhen auf dem Prinzip, daß eine bekannte Last mittels eines Stempels von bestimmter Fläche auf den Baugrund übertragen und aus der Größe der Einsenkung des Stempels die Tragfähigkeit des Bodens berechnet wird. Je größer die Grundfläche des Stempels, desto größer ist die Genauigkeit der Probe.

Da erfahrungsgemäß ein gleichmäßiges Setzen eines Gebäudes bis zu 20 mm für dessen Bestand ohne Gefahr ist, so kann man jene Last, unter welcher der Stempel bis 20 mm in den Baugrund einsinkt und bei ein- bis zweitägiger Belastung dieser

Last auf dem Stempel keine weitere Einsenkung desselben hervorruft, als die Tragfähigkeit des Bodens in bezug auf eine Fläche gleich der Grundfläche des Stempels bezeichnen. Die Tragfähigkeit pro Flächeneinheit kann dann leicht berechnet werden. Aus dem arithmetischen Mittel mehrerer solcher Proben an verschiedenen Stellen des Bauplatzes erhält man die Tragfähigkeit des Baugrundes im allgemeinen, von welcher zur Sicherheit aber nur 70—75% als zulässige Belastung gerechnet werden dürfen.

Eine einfache, leicht herstellbare Vorrichtung zur Vornahme einer Probebelastung ist in Fig. 18, T. 19, dargestellt. In der zu untersuchenden Bodenschichte wird eine 20 cm tiefe, 60 cm im Quadrat messende Grube ausgehoben und deren Sohle vollkommen horizontal ausgeglichen; auf die Sohle wird eine hölzerne Unterlage (Spiegel) aus 5 cm dicken, gefugten Pfosten genau horizontal verlegt. Auf diese Unterlage wird ein kubischer Mauerkörper von 60 cm Seitenlänge aus Ziegeln in Zementmörtel, Beton oder aus einem Quader bestehend hergestellt, in dessen oberen Teil in der Mitte eine Hülse aus schwachen Brettern eingesetzt wird, die zur Aufnahme der Meßplatte dient. Auf den Mauerkörper wird ein quadratischer Rost aus $1\frac{18}{21}$ cm Kanthölzern, von 1 m Seitenlänge aufgelegt und auf diesen ein gleich großer Bretterboden aus 5 cm dicken Pfosten aufgenagelt.

Bei Verwendung eines Quaders kann die Belastungsprobe sogleich, bei Mauerwerk jedoch erst 5—6 Tage nach Herstellung des Mauerkörpers vorgenommen werden. Vor Beginn wird eine Meßplatte in die Hülse des Mauerkörpers eingesteckt. Im oberen Teile erhält die Meßplatte eine Führung zwischen zwei Kanthölzern, die quer über die Sondengrube gelegt werden. Nun wird auf den Rost die Belastung aufgebracht, wozu sich Ziegel am besten eignen, die schichtenweise auf den Bretterboden des Rostes aufgelegt werden. Das durchschnittliche Gewicht eines Ziegels muß durch Abwägen mehrerer Ziegel ermittelt werden. Auf den m^2 Bretterboden lassen sich 25 Ziegel in einer Lage aufbringen. Nach Auflegen mehrerer Lagen, z. B. von fünf, wird die Einsenkung des Mauerkörpers an der Meßplatte abgelesen und notiert; sodann wird mit dem Auflegen der Ziegel so lange fortgesetzt und die Einsenkung notiert, bis dieselbe zirka 20 mm erreicht oder keine weitere Einsenkung mehr stattfindet. Die Gesamtlast wird sodann 1—2 Tage auf dem Roste liegen gelassen, um zu erheben, ob nach dieser Zeit keine weitere Einsenkung des Mauerkörpers stattgefunden habe. Das Ablesen der Einsenkungen an der Meßplatte erfolgt entweder an der Oberfläche der als Führung dienenden Kanthölzer oder besser mit dem Nivellierinstrument.

Das Gewicht aller Belastungsziegel samt dem Eigengewicht von Spiegel, Mauerkörper und Rost gibt die Tragfähigkeit der Bodenschichte auf die Fläche von $60 \times 60 = 3600 \text{ cm}^2$, woraus die Tragfähigkeit pro cm^2 ermittelt wird. (Ein Mauerkörper aus Ziegeln in Zementmörtel wiegt samt Spiegel, Rost und Bretterboden zirka 500 kg.)

Wird diese Belastungsprobe an 2—3 Stellen des Bauplatzes vorgenommen, so erhält man aus dem arithmetischen Mittel ziemlich genau die mittlere Tragfähigkeit des Baugrundes; 75% dieser ermittelten Tragfähigkeit ergeben, wie bereits früher erwähnt, die zulässige Belastung des Bodens.

Ein anderer, recht praktischer Apparat ist der sogenannte Fundamentprüfer des Wiener städtischen Ingenieurs Mayer (Fig. 19, T. 19). Derselbe ist 2 kg schwer, kann in drei Teile, A, B und C durch Abschrauben zerlegt und in einem Futterale verpackt werden. Der Teil A enthält ein mit einer Skala versehenes Federdynamometer von 25 kg Tragkraft; C dient zur Befestigung der Preßstempel, welche eine Querschnittsfläche von 5, 10, 15 und 20 cm^2 haben, während der mittlere Teil B bloß die Verbindung der Teile A und C bewirkt.

Die Handhabung des Instrumentes erfolgt in der Weise, daß dasselbe mittels der beiden umlegbaren Handhaben vertikal gegen den zu untersuchenden Grund gedrückt wird, bis ein deutlicher, aber nicht über 10 mm tiefer Eindruck erfolgt.

Aus dem Vergleiche des ausgeübten Druckes, welcher an der Skala abzulesen ist, mit der Querschnittsfläche des Preßstempels ergibt sich sodann unmittelbar die zulässige Belastung des Baugrundes. Natürlich wird man die Versuche an mehreren Stellen vornehmen müssen, um dadurch ein verhältnismäßig sicheres Resultat zu erzielen.

Das Eigengewicht des oberen Teiles *A*, welches 1 kg beträgt und bei den Belastungsproben mitwirkt, wird der verschiebbare Schlitten *n* an der Skala genau anzeigen, allfällige Abweichungen können durch die am Kopfe angebrachte Schraubenmutter leicht behoben werden.

Sollte bei den Versuchen ein seitliches Ausweichen und Auftreiben des Baugrundes bemerkbar sein, was namentlich bei sandigem Grunde eintritt, so stellt man in dem zu untersuchenden Grunde eine trichterartige, oben $15\text{--}20\text{ cm}$ weite und ebenso tiefe Grube her, deren Sohle etwas größer ist als der Durchmesser des zur Verwendung gelangenden Preßstempels; die Versuche werden dann in solchen Gruben vorgenommen. Die Einsenkung des Preßstempels soll 10 mm nicht übersteigen. Versuche, welche eine wesentlich tiefere Einsenkung ergeben, sind außer Betracht zu lassen.

Zur Prüfung von schotterigem Baugrund ist das Instrument nicht geeignet, doch wird eine Prüfung in solchen Fällen meistens überflüssig sein, weil die volle Tragfähigkeit eines derartigen Baugrundes selten ganz ausgenützt wird.

Von demselben Ingenieur wurde auch der in Fig. 20, T. 19, dargestellte Präzisionsapparat konstruiert. Bei diesem wird auf eine kleine Fläche des Baugrundes ein, durch eine gleichmäßig wachsende Belastung zunehmender Druck ausgeübt und gleichzeitig an einer Skala beobachtet, welche Einsenkungen hiedurch jeweilig an der Druckstelle bewirkt werden. Bei der Benützung des Apparates wird vorausgesetzt, daß innerhalb der zulässigen Belastungen des Baugrundes die Einsenkung mit der Belastung proportioniert wächst. Nehmen die Einsenkungen plötzlich rascher zu, als der Proportion entsprechen würde, so ist die Grenze der Tragfähigkeit überschritten.

In der Figur bezeichnet *a* den Preßstempel, welcher mittels des Schraubengewindes *b* in dem Führungsbolzen *c* befestigt ist, welcher letzterer sich in der Hülse *d* frei auf- und abwärts bewegen kann und an seinem oberen Ende die Unterlagsplatte *e* trägt; diese nimmt die nach und nach aufgelegten Belastungsproben *Q* in der Weise auf, daß sie mit Hilfe eines genau in der Mitte angebrachten Loches auf die Führungsstange *f* gesteckt werden. Die Belastung wird daher auf den Preßstempel vollkommen zentral übertragen. In der Hülse *d* ist seitlich ein Schlitz ausgespart, in welchem sich der in dem Führungsbolzen *f* befestigte Mitnehmerarm *g* frei auf- und abwärts bewegen kann.

Um das seitliche Ausweichen, bezw. Aufsteigen des Baugrundes während der Belastungsprobe zu verhindern, ist die Hülse *d* mit einem breiten, ringförmigen Untersatz *h* versehen; außerdem wird für jeden Preßstempel ein zu dem Kaliber desselben passender Einsatz *i* angebracht. Das Feststellen des Apparates wird durch drei Arme *k* bewirkt, welche mit den, an den äußeren Enden angebrachten Spitzen *l* in den Boden eindringen.

Die durch das Auflagern der Belastungsplatten bewirkte Einsenkung des Preßstempels überträgt sich mittels des Mitnehmerarmes *g* auf den Bolzen der Mikrometerschraube *m* und durch diesen auf den Kolben *n*, der mit einer Kautschukhülle überzogen ist, die einerseits infolge ihrer Elastizität den Kolben beständig nach aufwärts zu bewegen sucht und andererseits gegen das Gefäß *o* einen dichten Verschuß herstellt. (Bei einer neueren Ausführung wird statt der Kautschukhülle der Kolben dicht eingeschliffen und durch eine Spiralfeder nach aufwärts gedrückt.)

Das mit Quecksilber gefüllte Gefäß *o* kommuniziert mit einer dünnen Glasröhre *p*, längs welcher eine Millimeterskala angebracht ist, an welcher der Stand der Quecksilbersäule noch in Zehntel-Millimetern abgelesen werden kann. Da der

lichte Durchmesser der Glasröhren bloß $\frac{1}{10}$ desjenigen des Gefäßes beträgt, daher der Querschnitt des letzteren hundertmal so groß ist als jener des Glasrohres, so wird jede Bewegung des Kolbens eine hundertfach größere Bewegung in dem Glasrohre hervorrufen. Mittels der Mikrometerschraube kann bei Beginn der Beobachtung die Quecksilbersäule auf 0 gestellt werden. Zur Korrektur der durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Änderung im Stande der Quecksilbersäule ist an der Rückseite des Skalabrettes ein kleines Thermometer angebracht.

Die Preßstempel haben einen Querschnitt von 5, 10, 15 und 20 cm^2 und die Belastungsplatten ein Gewicht von je 10 kg , so daß aus der Anzahl der aufgelegten Platten die Belastung pro cm^2 Baugrund sofort bestimmt werden kann.

Zur Durchführung der Belastungsversuche werden die Belastungsplatten nacheinander auf die Unterlagsplatte aufgelegt, bei jeder Platte wird die Veränderung der Quecksilbersäule unter Berücksichtigung etwa eingetretener Temperaturschwankungen beobachtet. Verzeichnet man die erzielten Beobachtungsergebnisse in ein Diagramm (Fig. 20 a, T. 19), so ergibt jene Stelle desselben, an der die Proportionalität in der Einsenkung verschwindet, wo also die Ansteigungslinie von einer Geraden $a b$, in eine Kurve $b c$ übergeht (also hier der Punkt b), die größte zulässige Belastung, welche im vorliegenden Falle 6.5 kg pro cm^2 beträgt. Die hierbei eintretende Setzung ist 2.3 mm .

Von der ermittelten, größten zulässigen Belastung per 6.5 kg pro cm^2 dürfen aber nur 70—75%, d. i. 4.55—4.87 kg wirklich in Rechnung gezogen werden.

Der Anwendung der angeführten Apparate muß immer die übliche Sondierung und Untersuchung des Baugrundes vorangehen; sie kann also diese Vorarbeiten nicht ersetzen, sondern sie soll dieselben nur ergänzen.

E. Fundierungsarbeiten.

Die Art und Weise der Fundierung eines Bauobjektes kann je nach der Größe und dem Gewichte desselben sowie je nach der Beschaffenheit des Baugrundes eine sehr verschiedene sein.

1. Fundierung auf gutem Baugrunde.

Bei diesem kann das Fundamentmauerwerk ohne besondere Vorkehrungen direkt auf die Sohle des Fundamentgrabens aufgesetzt werden.

Selten wird man gleich unter der Humusschichte einen festen, tragfähigen Baugrund finden, man wird vielmehr erst durch Tiefergraben einen solchen suchen müssen.

Die Fundamentsohle der Außenmauern darf der zerstörenden Wirkung des Frostes nicht ausgesetzt sein, sie muß daher — ausgenommen bei wetterbeständigem Felsen — in die Frosttiefe, d. i. 0.70—1.20 m tief gelegt oder durch eine dementsprechende Erdanschüttung geschützt werden.

Die Fundamentfläche eines Bauobjektes ist so groß zu machen, daß der durch die Last des Bauwerkes auf den Baugrund ausgeübte Druck nicht größer sei, als die zulässige Beanspruchung der betreffenden Bodengattung. Aus diesem Grunde wird meistens eine Verbreiterung der Mauern im Fundamente nötig sein, welche gewöhnlich 15 cm unter dem Bauhorizonte (Kellersohle) in der Form einer nach einer oder nach beiden Seiten vorspringenden Stufe — dem sogenannten Fundamentabsatz — beginnt (Fig. 1 a und 3, T. 20).

Mauern, die längs einer Straße hinführen und in der Baulinie liegen, kann man unter dem Bauhorizont um 15 cm über die Baulinie hinausreichen lassen (Mauerrecht). Man wird also in diesem Falle sowie bei allen Außenmauern die Verbreiterung für Kellermauern nach außen und die Fundamentverbreiterung nach innen anlegen (Fig. 1 b, T. 20). Steht aber die Außenmauer knapp an der Grenze

des Nachbargrundes (z. B. eine Feuermauer), so müssen beide Verbreiterungen nach innen verlegt werden. Bei Mittelmauern, Scheidemauern usw. kann die Verbreiterung auf beiden Seiten erfolgen (Fig. 1 c, T. 20). Ist eine größere Basis für Fundamente notwendig, so wird man mehrere Absätze anordnen (Fig. 2, T. 20). Die Höhe des verbreiterten Fundamentmauerwerkes muß mindestens, wie in der Figur angedeutet, $\frac{1}{3}$ der Mauerdicke betragen, weil sonst leicht Trennungen im Mauerwerke eintreten könnten.

Auf horizontalem Boden und gleichartigem Baugrunde legt man die Fundamentsohle für das ganze Bauwerk in eine gleich tiefe horizontale Ebene. Bei geböschten Stütz- oder Futtermauern kann die Fundamentsohle auch senkrecht zur Böschungslinie, also geneigt angelegt werden.

Auf geneigtem Boden treppt man die Fundamente so ab, daß die Länge jeder Stufe mindestens die dreifache Höhe derselben beträgt, weil sonst die Stufe bei eintretender Belastung abgedrückt würde, daher das Bauwerk abrutschen könnte.

Wenn auf Fels- oder Steinboden fundiert werden muß, ist der Boden horizontal zu ebnen, eventuell in Stufen abzutreten (Fig. 4, T. 20).

Die Tiefe der Fundamente ist derart festzusetzen, daß der tragfähige Baugrund und bei Außenmauern auch die Frosttiefe erreicht werde. Durch Aushebung zu tiefer Fundamente würden die tragende Bodenschichte geschwächt und die Fundamente unnütz verteuert werden.

2. Steinpackung.

Bei sehr feuchtem Ton-, Letten-, Lehm- oder Mergelgrund kann durch Einschlagen von Klaubsteinen in die Fundamentsohle (Fig. 3, T. 20) das Tragvermögen derselben erhöht werden. Auf diese Steinpackung soll aber womöglich zuerst eine Betonschicht aufgetragen und auf dieser erst das Fundamentmauerwerk aufgeführt werden.

Diese Art Verbesserung des Baugrundes kann nur bei leichten Bauwerken in Anwendung kommen und nur dann, wenn der Baugrund gleichmäßig ist, daher keine ungleichen Setzungen eintreten können.

3. Roste.

Bei Baugründen mit hohem Grundwasserstand kann die Last des Bauwerkes durch hölzerne Roste oder Pfähle auf eine breitere Fundamentbasis gleichmäßig verteilt, bezw. auf einen tragfähigeren Boden übertragen werden. Für diesen Zweck dienen Pfosten, Bohlen oder Balken, bezw. Pfähle aus Kiefern-, Lärchen-, Rotbuchen-, am besten aber aus Eichenholz. Das Holz muß jedoch beständig unter Wasser bleiben, weil es nur dann eine unbegrenzte Dauer gewährleistet.

Das Einbauen der Roste soll zur Zeit des niedrigsten Grundwassers erfolgen und muß das ganze Holzwerk mindestens 30 cm unter dem niedrigsten Wasserstand zu liegen kommen.

Je nach dem zur Verwendung gelangenden Holzmaterial und der dadurch bedingten Konstruktionsart unterscheidet man:

a) den Bohlenrost, b) den Schwellenrost und c) den Pfahl- oder Pilotenrost.

a) Der Bohlenrost.

Bei diesem werden zirka 8 cm dicke, 20—30 cm breite, 4—5 m lange Bohlen in der Längenrichtung des Fundamentgrabens in Abständen gleich der Bohlenbreite auf die geebnete, eventuell gestampfte Fundamentsohle gelegt (Fig. 7, T. 20) oder es wird ein doppelter Bohlenbelag nach Fig. 8, T. 20, angeordnet. Die Zwischenräume werden mit Beton oder mit Steintrümmern ausgefüllt.

Besser entspricht ein doppelter Bohlenrost, bei welchem die Querbohlen auf 1.2—2 m Entfernung in die Fundamentsohle eingegraben werden und senkrecht darauf ein dicht aneinander schließender Bohlenbelag gelegt wird. Die Zusammenstöße der Bohlen müssen aber abwechselnd über die Querpfeosten zu liegen kommen. Wenn nötig, kann man beide Bohlenlagen auch mit Holznägeln verbohren.

Der Bohlenrost eignet sich nur für leichte Bauwerke und für ziemlich gleichmäßige Bodenverhältnisse.

b) Der Schwellenrost.

(Fig. 9, T. 20.)

Dieser für schwere Bauwerke bestimmte Rost besteht aus zwei Lagen 20—30 cm starker Balken. Die Balken der unteren Lage — die Querschwellen — sind 0.60—1.50 m voneinander entfernt, die der oberen Lage — die Längsschwellen — kreuzen die unteren und sind in diese zirka 5 cm eingekämmt oder so überschritten, daß die oberen Langschwellen ungeschwächt bleiben.

Vor dem Legen des Rostes muß der Boden geebnet werden. Die Querschwellen werden dann in den Boden horizontal eingegraben, festgestampft und darüber Langschwellen gelegt. Die Zwischenräume zwischen den Schwellen werden am besten mit Beton ausgestampft oder ausgemauert; man kann selbe aber auch mit Schutt, Lehm, Ton usw. bis zur Oberkante der Langschwellen ausfüllen.

Manchmal werden auch die Langschwellen mit den Querschwellen bündig oder nur teilweise überblattet, manchmal wird ein Pfostenbelag aufgenagelt. Letztere Anordnung ist aber nicht empfehlenswert, da das Mauerwerk sich mit dem Beton oder der Steinfüllung besser verbindet als mit den Pfosten. Die Langschwellen werden stets über einer Querschwelle gestoßen und die Stöße so verteilt, daß über einer Querschwelle nur ein Stoß zu liegen kommt. Manchmal werden nur Langschwellen allein angeordnet und deren Zwischenräume gut ausgemauert.

Bei den Ecken wechseln die Langschwellen mit den Querschwellen (Fig. 9 a, T. 20) so, daß bei nicht bündiger Lage der Balken die Höhenlage des Rostes in jedem der beiden Fundamente verschieden ist. Wenn der Baugrund gleichmäßig tragfähig ist, so wird man aus Ersparungsrücksichten die tiefere Rostlage für die schwächere Mauer wählen.

c) Der Pfahl- oder Pilotenrost.

(Fig. 10, T. 20.)

Bei sehr weichem und ungleichmäßigem Baugrund kann der Bohlen- oder Schwellenrost auf Pfähle (Piloten) gesetzt werden, welche an den Kreuzungsstellen der Rosthölzer in den Boden eingetrieben (eingerammt) werden.

Die Piloten aus Eichen-, Buchen-, Lärchen- oder Föhrenholz sollen bis zu einer Länge von 4.00 m mindestens 24 cm stark sein; bei längeren Piloten soll deren Stärke für jedes weitere Längensmeter um 2.5 cm zunehmen.

Die Piloten reichen entweder bis auf den tragfähigen Boden, so daß die Last mit Hilfe der Piloten auf diesen übertragen wird, oder sie wirken nur durch die große Reibung mit dem sie umgebenden, an und für sich nicht tragfähigen Bodenmaterial.

Was die zulässige Belastung der Piloten anbelangt, muß man unterscheiden zwischen jener Belastung, welche die Pilote nach ihrer Knickfestigkeit tragen darf und jener Belastung, welche abhängig ist von der Reibung, welche die Pilote beim Eindringen in den Boden findet.

Erstere kann bei lockerem Boden und bis 7 m langen Pfählen mit 20 kg, bei festerem Boden und kürzeren Pfählen mit 40 kg pro cm² des Querschnittes angenommen werden. Dies gilt aber nur bei jenen Piloten, welche durch die nachgiebige Schichte bis in den tragfähigen Boden eingetrieben werden.

Die von der Reibung im Boden abhängige, zulässige Belastung einer Pilote wird von Fall zu Fall durch Beobachtung beim Einrammen ermittelt, wie dies später erklärt werden wird.

Im allgemeinen werden die Piloten in 0·80—1·00 *m* voneinander abstehenden Reihen, in Entfernungen von 1·00—1·30 *m* (Mitte zu Mitte) eingerammt.

Bei sehr nachgiebigem Boden können die Piloten auch näher als 1·00 *m*, selbst bis auf Entfernungen gleich der eigenen Stärke nebeneinander angeordnet werden.

Jede Pilote ist so tief in den Boden einzurammen, bis sie nach einer Hitze (20—30 Schläge) nicht mehr zieht, d. h. nur mehr wenige Millimeter in den Boden eindringt und der Rammklotz zu tanzen (zurückzuprallen) beginnt.

Auf die entsprechend eingerammten und in einer horizontalen Ebene abgesägten Piloten (Grundpfähle genannt) kann entweder ein Schwellenrost aufgezapft oder bei leichteren Bauten ein Bohlenrost ohne Verzapfung aufgelegt werden.

Bei weniger nachgiebigem Boden kann auch die Aufsetzung eines Rostes entfallen; in diesem Falle werden die Piloten etwa 30 *cm* über der Sohle abgeschnitten und wird zwischen die Piloten und etwas darüber reichend eine 0·60—1·00 *m* hohe Betonschicht eingestampft (Fig. 6, T. 20).

Wenn das Einrammen der Pfähle aus irgend einem Grunde untunlich ist, z. B. in der Nähe von Objekten, welche durch die Erschütterung beim Einrammen Schaden leiden könnten, so wird es bei geeignetem Baugrund geboten sein, Schraubepfähle (Fig. 13, T. 19) anzuwenden, welche nicht eingerammt, sondern in den Grund eingehohrt werden. Diese Pfähle haben an ihrer Spitze eine schneckenförmige, eiserne Schraube und können entweder aus Holz, bloß mit Eisenbeschlägen, oder ganz aus Eisen und innen hohl sein. In letzterem Falle wird der Hohlraum nach dem Einschrauben mit Beton ausgefüllt.

Wäre ein seitliches Unterwaschen des Pfahl- oder auch des Schwellenrostes zu befürchten, so müßte nach Fig. 9, T. 20, eine Spundwand auf jener Seite, an der die Unterwaschung eintreten könnte, ganz unabhängig von der Rostkonstruktion hergestellt werden, welche ebenfalls mindestens 30 *cm* unter dem niedersten Wasserstand liegen muß.

4. Allgemeines über Pilotierungen.

Je nach der Art und Verwendung der Pfähle oder Piloten unterscheidet man Grund- oder Rostpfähle, welche bei Fundierungen angewendet und ganz in den Boden eingetrieben werden, und Langpfähle, welche über den Boden emporragen, wie z. B. bei Brückenpfeilern. Bei Spundwänden werden die Pfähle oder Bohlen als Spundpfähle oder Bohlenpfähle bezeichnet.

Die Länge der Pfähle wird durch Sondierung und Probepiloten ermittelt, die Stärke derselben kann nach folgender Erfahrungsformel abgeleitet werden: $d = 12 + 3l$, worin d den Durchmesser des Pfahles in *cm* und l die Länge desselben in *m* bezeichnet. Darnach wäre also für einen 6 *m* langen Pfahl ein Durchmesser von $12 + 3 \times 6 = 30$ *cm* erforderlich. Unter 4 *m* lange Piloten soll man aber mindestens 24 *cm* stark machen.

Die Pfähle werden entrindet und mit dem Wipfelende nach unten in den Boden getrieben; am unteren Ende werden sie auf zwei- bis dreifache Pfahlstärke in Form einer vierseitigen Pyramide, die unten etwas abgestumpft wird, manchmal auch kegelförmig zugespitzt. Für schotterigen oder mit Wurzeln vermengten Boden werden die Spitzen mit schmiedeeisernen oder gußeisernen, 8—10 *kg* schweren Schuhen (Fig. 23 und 24, T. 19) armiert. Die schmiedeeisernen Schuhe sind widerstandsfähiger gegen Bruch, sie haben eine gestählte Spitze und werden mit vier Federn (Armen) an die Pilotenspitze festgenagelt; die Federn sind in das Holz zu versenken, damit die Reibung beim Einrammen vermindert wird.

Die Köpfe der Pfähle werden nach Fig. 21, T. 19, mit einem zirka 20/70 mm starken, eisernen Ringe versehen und die Kanten oberhalb desselben abgestumpft, damit sie durch das Schlagen der Ramme nicht aufgebürstet (zerschlagen) werden. Nach dem Eintreiben wird der Ring abgenommen. Für feldmäßige Pilotierung eignet sich besonders der englische Bandring, welcher mit zirka 60 cm langen Haken (Fig. 22, T. 19) zum Auflegen der Gerüstpfosten, auf welchen die Arbeiter stehen, versehen ist.

Wenn der Kopf von den Schlägen des Rammklotzes zu einer schwammigen Masse zusammengeschlagen ist und der dadurch gebildete Polster die Wirkung der Schläge zu sehr abschwächt, so muß man den Kopf bis zum festen Holze abschneiden und den Ring neuerdings aufpassen.

Das Einrammen der Pfähle geschieht bei schwachen Pfählen (bis 15 cm Durchmesser und 2·00—3·00 m Länge) am einfachsten mit der Handramme. Für größere Pfähle verwendet man Zug-, Kunst- oder Dampfrahmen (I. Band, T. IX).

Jede Ramme wirkt dadurch, daß der Hauptbestandteil derselben, der Rammklotz oder Bär in der Richtung des auszuführenden Schläges über den Pfahl gehoben, sodann frei auf den Kopf des Pfahles fallen gelassen wird.

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Schlagwerke läßt sich am besten aus nachfolgender Tabelle erkennen, bei welcher durchaus Sandboden in Betracht genommen ist.

Gattung der Ramme	Schläge pro Minute	Bär-gewicht in kg	Hubhöhe in m	Zahl der Arbeiter	Ein-getriebene Pfahl-länge pro Tag (12 Std.) in m	An-schaffungs-kosten in Kronen
Handramme . . .	30	100—120	0·60—1·00	2—4	3—6	40
Zugramme . . .	30	150—600	1·20—1·50	10—30	6—15	720
Handkunstramme .	0·5—1	600—800	2—6	4—5	9—10	1.080
Dampfkonstramme	3—6	600—800	2—6	3	35—40	4.320
Nassmythramme .	75—100	2500	0·75—1·00	5	80—110	32.400

a) Das Einrammen der Pfähle.

Ist die Baugrube in der entsprechenden Tiefe ausgegraben, so wird der Standort der einzelnen Piloten nach dem Rostplane mit nummerierten Pflocken bezeichnet.

Leicht handliche, bis 6 m lange Piloten werden aus freier Hand aufgestellt (angesetzt). Bei schweren Piloten geschieht das Ansetzen mit Zuhilfenahme der Schlaggerüste mittels Seilen oder Ketten.

Die Schlagwerke ruhen entweder auf unterlegten Schwellen direkt auf dem Boden oder sie sind auf Bockgerüsten, die mit einer Bedielung versehen sind, aufgesetzt.

Das Einrammen beginnt mit leichten Schlägen, bis die Pilote eine Führung hat, hierauf werden die Schläge taktmäßig nacheinander gegeben; 15—30 solcher, unmittelbar aufeinander folgender Schläge nennt man eine Hitze. Nach jeder Hitze ist eine kleine Pause zu machen, damit die Leute ausruhen und die Spannungen im Boden sich wieder ausgleichen können. Das Eintreiben der Pfähle muß genau in der angegebenen Richtung geschehen, wozu jede Pilote mittels Hebeln, eventuell unter Zuhilfenahme von Seilen oder Ketten entsprechend dirigiert werden soll.

Die Hitzten werden so lange fortgesetzt, bis der Pfahl nicht mehr zieht, d. h. bis er entweder gar nicht mehr oder nach jeder Hitze nur mehr einige mm eindringt und der Rammklotz zu tanzen (zurückzuprallen) beginnt.

Hierauf gibt man noch 2—3 Hitzten ab und läßt dann den Pfahl ruhen. Man hat beobachtet, daß vollständig eingerammte Piloten bei neuerlichem, nach einigen Tagen vorgenommenem Rammen wieder „ziehen“, welcher Umstand von dem Nachlassen der beim Rammen erzeugten Spannungen im Baugrunde herrührt. Bei wichtigen Bauten muß daher nach einigen Tagen, eventuell öfters nachgeschlagen werden.

Reicht der Rammbar nicht bis auf die Pilote herab, so bedient man sich eines kurzen, eichenen Pilotenstückes als Verlängerung, auf das dann die Schläge geführt werden. Dieses Pilotenstück — Aufsetzer oder Rammknecht genannt — steckt mit einem Dorn in einer entsprechenden Bohrung der Pilote und trägt oben den Armierungsring.

Schlecht gehende Piloten müssen herausgezogen werden; dies geschieht entweder mit einem Wuchtbäum hebelartig (Fig. 26, T. 19) oder bequemer mittels starken Wagenwinden (Fig. 25, T. 19). Bei letzterer Art steckt man auf die Pilote einen eisernen Ring, der mittels Klammern festgehalten wird und setzt zwei oder vier Winden an, mit denen man gleichzeitig arbeitet.

b) Bestimmung der Tragfähigkeit der Piloten.

Die Tragfähigkeit jener Piloten, die nicht bis zur tragfähigen Schichte hinabreichen, sondern durch die Reibung zur Wirksamkeit kommen, welche sie beim Eindringen in den Boden finden, muß durch Schlägen von Probepiloten ermittelt werden. Auf Grund dieser Erprobung und der ermittelten Gesamtlast des Bauobjektes wird sodann die Anzahl der notwendigen Piloten bestimmt.

Bedeutet Q das Gewicht des Rammklotzes in kg , q das Gewicht der Pilote in kg , h die Fallhöhe des Bärs in m und e die Eindringungstiefe der letzten Hitze in m , so läßt sich die Tragfähigkeit T durch folgende Formel bestimmen:

$$T = \frac{1}{4} \cdot \frac{h \cdot Q^2 \cdot q}{e \cdot (Q + q)^2}, \text{ wobei vierfache Sicherheit genommen ist.}$$

Wäre z. B. $Q = 500$, der Pilotendurchmesser $d = 0.30 m$ und die Länge der Pilote $= 5.00 m$, ferner $h = 1.50 m$ und $e = 0.004 m$, so würde sich hieraus vorerst unter Zugrundelegung eines Gewichtes des Holzes per $m^3 = 800 kg$ ergeben:

$$\begin{aligned} q &= \frac{\pi d^2}{4} \times 5 \times 800 \\ &= \frac{3.14 \times 0.30^2}{4} \times 5 \times 800 = 282 kg \end{aligned}$$

und somit

$$T = \frac{1}{4} \cdot \frac{1.50 \times 500^2 \times 282}{0.004 \cdot (500 + 282)^2} = 10.800 kg = 10.8 t.$$

Die so berechnete Tragfähigkeit darf aber nicht die der Knickfestigkeit der Pilote entsprechende Belastung, d. i. bei mehr als $4 m$ langen Piloten $20 kg$ pro cm^2 , überschreiten. Dies ist hier der Fall, denn $\frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 20 = 14.120 kg$.

Wäre z. B. die Konstruktionslast eines Gebäudes $= 12.500 t$, die Nutzlast $= 7350 t$, somit die Gesamtlast $= 19.850 t$ und es seien $0.30 m$ starke Piloten zur Verfügung, welche die oben berechnete Tragfähigkeit besäßen, so braucht man im ganzen $\frac{19.850 t}{10.8} = \text{rund } 1840 \text{ Stück Piloten.}$

5. Betonpfähle System Strauss.

(Fig. 15, 16, 17, T. 20.)

Dieses ausgezeichnete System besteht im allgemeinen darin, daß man ein eisernes Leitrohr auf dem Wege des gewöhnlichen Bohrverfahrens und Herausbefördern des Bohrgutes entweder bis zur Tiefe des tragfähigen Bodens oder nach Erfordernis auf eine gewisse Tiefe in den Boden versenkt, das Bohrloch unter beständigem Heben des Leitrohres schichtenweise mit Stampfbeton ausfüllt und diesen derart feststampft, daß er das Bohrloch je nach der Dichte des Bodens mehr oder weniger erweitert (Fig. 17, T. 20). Dadurch wird nicht nur der Boden verdichtet, sondern auch zwischen diesem und Betonpfahl eine derart rauhe Fläche geschaffen, daß der Pfahl durch die Reibung mit dem anschließenden Boden imstande ist, eine ganz bedeutende Last auf diesen zu übertragen. Bei schotterigem Boden wird die Reibung zwischen diesem und den Pfahlwänden noch dadurch vermehrt, daß die meisten an den Pfahl anschließenden Steine vom weichen Beton gebunden werden, und bei Erhärtung des Betons an diesen festhaften. Man kann auf diese Weise den Betonpfahl mit Leichtigkeit auf jede beliebige Tiefe ausführen. Ökonomischerweise wird man dort, wo der tragfähige Baugrund nicht zu tief liegt, den Pfahl bis zu diesem hinabreichen lassen, bei bedeutenden Tiefen aber die Last des Bauwerkes durch die Reibung auf den anschließenden Boden übertragen. In diesem Falle kann die notwendige Tiefe des Pfahles, wie bei Holzpählen erläutert wurde, berechnet werden, woraus aber eine bedeutend größere Sicherheit wie bei Holzpählen sich ergeben wird.

Die Ausführung des Pfahles erfolgt gleich nach beendigter Bohrung (Fig. 15 und 16, T. 20). Das Bohrgerüste mit der Verrohrung dient zugleich auch zum Aufhängen und Betätigen einer Büchse mit Bodenklappe zum Einbringen des Betons und des Betonstößels (Fig. 17, T. 20). Sobald eine Schichte Beton in das Rohr eingebracht ist, wird das Rohr unter gleichzeitigem energischem Stößeln des Betons um ein geringes in die Höhe gezogen, worauf der gestampfte Beton über den unteren Rand der Verrohrung hinaustritt und bei fortgesetzten Stößeln den ihn umgebenden Boden verdrängt und verdichtet.

Bei diesem Vorgang bildet sich, wie die Erfahrung zeigt, selbst in festeren Bodenschichten immer ein beträchtlich dickerer Pfahl als dem Durchmesser der Verrohrung entsprechen würde. Sobald die Komprimierung des Bodens und damit auch die Verdichtung des Betons selbst ihre Grenze erreicht haben, wird neuer Beton nachgefüllt und gestößelt, das Leitrohr hiebei abermals ein wenig hochgezogen und der oben beschriebene Vorgang wiederholt, bis allmählich das ganze Rohr hochgezogen und der Pfahl betoniert ist. Das Rohr wird jeweilig nur so hoch gezogen, daß auch nach vollzogener Stößelung im Rohr noch ein wenig Beton ansteht.

Es ergibt sich aus dieser Herstellungsweise eigentlich von selbst, daß der Beton in weicheren Bodenschichten sich mehr ausbreiten wird als in härteren, da letztere sich weniger zusammendrücken und verdrängen lassen. Infolgedessen bildet der Strauss-Pfahl eine Art Differenzialpfahl, da er sich in seiner Stärke den Härte- oder Weichheitsgraden der verschiedenen Bodenschichten anpaßt. Sein Querschnitt wechselt somit von Schicht zu Schicht, es bilden sich regelrechte Knoten in den weicheren Bodenschichten, und zwar sind die Verdickungen umgekehrt proportional den Dichtigkeitsgraden der Bodenschichten an den betreffenden Stellen.

Es ist klar, daß jeder Knoten, jede Verdickung, mit einem Worte die ganze Außenfläche des Pfahles mit ihrer großen Rauhigkeit eine bedeutend größere Lastübertragung gewährleistet als Holzpfähle, außerdem ist es bei Betonpfählen ganz gleichgültig, ob sie über oder im Grundwasser zur Ausführung gelangen.

Die Eignung der Betonpfähle nach System Strauss zur Dichtung des Bodens oder zur Erreichung tragfähiger Schichten bei Gründungen ist daher über jeden Zweifel erhaben. Die Ausführung übernimmt für Oesterreich-Ungarn die Firma *Rella & Neffe* in Wien.

6. Sandschüttung.

(Fig. 11, T. 20.)

Sandschüttungen sind nur dann zweckentsprechend, wenn kein seitliches Ausweichen und keine Unterspülung derselben vom Wasser zu befürchten und der Baugrund ein gleichmäßiger, stark zusammendrückbarer Boden ist. Die Sandschüttung soll mindestens 75 cm hoch sein und aus grobem, reschem Sande bestehen. Mit der Höhe der Sandschüttung nimmt deren Tragfähigkeit im allgemeinen zu. Eine 2 m hohe Sandschüttung kann mit 2—3 kg per cm² belastet werden.

Der Druck, welchen die auf die Oberfläche der Sandschüttung aufgesetzte Mauer auf die Sandschüttung selbst ausübt, verpflanzt sich infolge der Reibung der einzelnen Sandkörner nach seitwärts auf die anschließenden Sandkörner und nach abwärts auf eine mit der Tiefe der Schüttung stets wachsende Fundamentbasis. Die Begrenzungslinie dieser Druckübertragung fällt ungefähr mit einer Böschungslinie von 2 : 1 zusammen. Die Fundamentbasis B (Fig. 11, T. 20) ist also gleich der Mauerbreite b mehr $2 \times$ der halben Höhe der Sandschüttung h , also $B = b + 2 \cdot \frac{h}{2} = b + h$.

Macht man die Schüttung breiter, so wird ein Teil des Sandes nicht mehr zur Druckübertragung ausgenützt und man hat unnützerweise die Fundamentaushebung zu breit gemacht. Bleibt man aber unter diesem Maße, so wird die druckverteilende Eigenschaft des Sandes bei schlechtem Baugrunde nicht voll ausgenützt.

Zur Ausführung wird der etwas befeuchtete Sand auf die geebnete Sohle in 15—30 cm hohen Schichten lagenweise eingebracht und etwas gestampft.

Beim Stampfen sollen schwächere Bretter, auf welchen die Arbeiter stehen, auf die Sandschüttung gelegt werden, damit die Schüttung nicht durch direktes Betreten wieder gelockert werde.

Die fertige Sandschüttung wird „eingeschlemmt“, d. h. so lange mit Wasser begossen, bis sie vollkommen gesättigt ist; das Wasser wird dann an der tiefst gelegenen Stelle der Baugrube, dem sogenannten Sumpf, wo es zusammenläuft, wieder ausgepumpt. Durch das Einschlemmen wird eine vollständige Setzung und dichte Lagerung der Sandschüttung erzielt, es soll daher stets zur Anwendung kommen. Nach dem Einschlemmen soll die Sandschüttung durch zirka eine Woche mit Fundamentsteinen provisorisch belastet werden, wodurch eine weitere Setzung erreicht wird. Vor Aufmauern des Mauerwerkes kann die oberste Schichte durch Aufgießen von Kalkmilch gedichtet werden; besser ist aber die Auftragung einer 15—30 cm hohen Betonschichte (Fig. 11, T. 20).

Die Sandschüttung kann auch in der Weise ausgeführt werden, daß bis zum festen Grunde Schächte ausgehoben, diese mit Sand gefüllt und oben mit einer durchlaufenden Sandschichte in Verbindung gebracht werden. Man hat auch Pfähle eingerammt, diese herausgezogen und die Hohlräume sodann mit Sand ausgefüllt (Sandpfähle, Fig. 12, T. 20). Im letzteren Falle wird der Boden durch das Einrammen der Pfähle verdichtet und in diesem Zustande durch das nachherige Einfüllen von Sand erhalten.

7. Betonbettung.

(Fig. 5, T. 20.)

Diese in neuester Zeit vielfach gebräuchliche Fundierungsart ist geeignet, alle besprochenen, zumeist sehr kostspieligen Roste in ökonomischer und zweckentsprechender Weise zu ersetzen. Ein ganz bedeutender Vorteil liegt darin, daß die Fundamentsohle nicht wie bei den Rosten unter dem niedersten Grundwasser liegen muß.

Eine 0.50—1 m hohe Betonschichte genügt für nicht allzu schwere Bauwerke.

Die Druckverteilung in einer Betonplatte erfolgt im allgemeinen unter einem Winkel von 45° nach abwärts. Es kann sonach der Übergang zur notwendigen Breite der Fundamentsohle unter 1:1 erfolgen, weswegen Betonfundamente im allgemeinen weniger hoch und massiv ausfallen als solche aus anderem Mauerwerk (Fig. 5, T. 20).

Bei schweren Bauwerken und geringer Tragfähigkeit des Baugrundes kann zur Verdichtung des Bodens unter der Betonschichte auch eine Pilotierung ausgeführt werden, wie dies bei der Rotunde der Wiener Weltausstellung geschah und in Fig. 6, T. 20, dargestellt erscheint.

Der Beton wird in 10—20 cm hohen Schichten in die geebnete Baugrube eingebracht und lagenweise festgestampft. Ist die Sohle der Baugrube unter Wasser, so muß dieses zuerst ausgepumpt werden. Bei großem Wasserandrang kann auch der Beton als Gußbeton mittels entsprechend weiten Röhren, welche bis zur Sohle hinabreichen, in das Wasser versenkt werden. In fließendem Wasser muß die Baugrube durch Spundwände abgeschlossen werden.

Unter Wasser oder im nassen Boden ist nur Portlandzement zu verwenden, während im trockenen Boden auch die Verwendung von Romanzement genügt.

Bei Anwendung von Portlandzement wird das Mischungsverhältnis je nach der notwendigen Härte des Betons 1:3:5 bis 1:4:8 genügen (siehe Betonierungen). Bei trockenem Baugrunde hat man noch geringere Mischungsverhältnisse mit den besten Erfolgen angewendet.

An der adriatischen Küste verwendet man für Wasserbauten mit Vorteil folgende Mischung: $3\frac{1}{2}$ Teile Santorinerde, 1 Teil gelöschten Kalk, $3\frac{1}{2}$ Teile Schlägelschotter.

8. Fundierung auf massiven Pfeilern und auf Erdbögen.

(Fig. 13 und 14, T. 20.)

Die Fundierung auf Pfeilern empfiehlt sich, wenn fester, tragfähiger Boden mit nicht zu mächtigen, weichen Schichten überlagert ist. Solche Grundpfeiler (zumeist in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt) bringt man unter den am meisten belasteten Konstruktionsteilen, in Entfernungen von 3.00—4.00 m (Mitte zu Mitte) an und verbindet sie oben mit starken Gewölbgurten, auf welchen sodann die Mauern der oberen Geschosse ruhen. Die Pfeiler reichen unbedingt bis auf den festen Grund und erhalten die erforderliche Verstärkung (Verbreiterung der Basis). Die Pfeiler müssen so stark gemacht werden, daß in ihnen die Maximalbelastung für die betreffende Mauerwerksgattung nicht überschritten wird. Die Fundamentverstärkung (Verbreiterung) muß nach der größten zulässigen Beanspruchung der betreffenden Bodengattung ermittelt werden. Die Ausführung geschieht derart, daß man für die einzelnen Pfeiler bis zum tragfähigen Boden Schächte aushebt, deren Wände entsprechend bölzelt und dann die Mauerung unter sukzessiver Entfernung der nicht mehr notwendigen Bölzung ausführt, gleichzeitig aber auch zwischen Erdwand und Mauerung Erde feststampft.

Bei weichem, mit Wasseradern durchzogenem oder sumpfigem Baugrund können die Pfeiler auch mittels Senkbrunnen hergestellt werden (siehe Brunnenarbeiten), wenn der tragfähige Baugrund nicht allzu tief liegt. Die fertigen Senkbrunnen werden mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt und dann so wie gemauerte Pfeiler übergurtet.

Ist der Baugrund trocken, aber von geringer Tragfähigkeit, so kann die Fundamentbasis dadurch vergrößert werden, daß man zwischen die Pfeiler umgekehrte Gewölbgebögen, sogenannte „Erdbögen“ spannt (Fig. 14, T. 20), welchen die Aufgabe zufällt, die Belastung auf die ganze Länge des Fundamentes zu verteilen, ohne daß man die Mauerung voll auszuführen braucht. Diese Fundierungsart bezweckt also bloß eine Ersparnis an Mauerwerk.

9. Fundierungen im Grundwasser.

(Tafel 21.)

Sowohl bei der Ausgrabung der Fundamente als auch bei der Herstellung der Gründung selbst muß das in die Grube eventuell eingedrungene Wasser mittels Eimern u. dgl. ausgeschöpft, bei größerem Wasserandrang aber mit kräftigen Pumpen ausgepumpt werden.

a) Einschließen der Baugrube.

Ist der Zudrang des Grundwassers in die Baugrube ein derartiger, daß er selbst mit den kräftigsten Pumpen nicht bewältigt werden kann, so wird man die Wände der Baugrube mit einer wasserundurchlässigen Wand (Spundwand) bekleiden und diese Spundwand bis in die wasserundurchlässige Schichte einrammen (Fig. 1, T. 21). Hiedurch wird der Wasserzudrang in die Grube zum größten Teile verhindert; die durch die Fugen der Wände und durch die Grubensohle noch eindringende, geringe Wassermenge kann leicht ausgepumpt werden. Bleibt diese Spundwand zum Schutze der Gründung gegen seitliche Unterwaschungen permanent in der Baugrube, wie z. B. bei Wasserbauten, so muß sie von der Gründung vollständig getrennt sein, damit sie die Setzungen des Bauwerkes nicht beeinträchtigt.

Für Fundamenttiefen bis zu 3·5 m genügen für die Ausführung der Spundwände 10—14 cm dicke, 25—35 cm breite Bohlen (Bohlenwände), für größere Tiefen müssen Pfähle (Balken) angewendet werden (Pfahlwände).

Die Bohlenwände erhalten an den Ecken Pfähle als Verstärkung (Fig. 2, T. 21). Schwächere Bohlen werden mit der Keilspundung, stärkere auch mit der Quadratspundung oder mit eingeschobenen, eventuell harten Holzleisten miteinander verbunden (Fig. 3, T. 21). Pfähle werden bloß stumpf aneinander stoßend eingerammt; sie erhalten meist einen trapezförmigen Querschnitt (Fig. 4, T. 21) und werden beim Einrammen so gestellt, daß jeder Pfahl mit der breiteren der beiden parallelen Seiten an den vorhergehenden Pfahl anschließt.

Die Tiefe der Spund- oder Pfahlwand richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit und nach der Mächtigkeit der wasserführenden Schichte.

Die Ausführung der Wand wird wesentlich erleichtert, wenn man die Baugrube, so weit es die Haltbarkeit des Bodens zuläßt, zuerst bis zum Grundwasserspiegel aushebt und erst dann das Einrammen beginnt. Zum Einrammen werden 20—30 Bohlen oder Pfähle nebeneinander aufgestellt, mit Zangen festgehalten und dann einzeln, anfangs mit mäßigen, dann aber mit immer kräftigeren Schlägen eingetrieben (siehe Zimmermannsarbeiten, „Spundwände“ und T. 5).

Sind die Boden- und Grundwasserverhältnisse derart, daß die Trockenlegung der Baugrube auch mittels Spundwänden nicht möglich ist und führt auch der Versuch, die Bodenentwässerung mittels Kanälen oder einer Drainageanlage zu bewirken, zu keinem günstigen Resultate, so bleibt nichts anderes übrig, als die Fundierung unter Wasser vorzunehmen.

b) Aushebung unter Wasser.

Bis zu 60 cm unter dem Grundwasserspiegel kann die Aushebung der Fundamentgrube noch mit der Stichschaufel, so wie im Trockenem bewirkt werden. Hiebei wird man einzelne Teile der Baugrube, z. B. eine halbe Tagesleistung rasch, womöglich mit Ablösung, bis auf die notwendige oder erreichbare Tiefe ausheben, worauf diese Teile sich allmählich mit Wasser füllen werden. Man beginnt dann den zweiten und dritten Teil, indem man zwischen den Teilen einen etwa 50 cm breiten Damm stehen läßt, welcher erst nach Vollendung der Aushebung abgegraben wird.

Liegt die Fundamentsohle tiefer, so kann zur weiteren Aushebung, bis zu 2 m Tiefe, die Baggerschaufel (Fig. 5, T. 21) benützt werden und die Aushebung bei schmalen Gruben von den Rändern der Grube aus, bei breiten von eigenen, in der Grube herzustellenden Brücken aus bewirkt werden.

Bei größeren Tiefen der Baugrube muß man sich zur weiteren Aushebung des Sackbaggers (Fig. 6, T. 21) oder Sackbohrers (Fig. 7, T. 21) bedienen. Die Handhabung derselben erfolgt von eigens für diesen Zweck hergestellten Gerüstbrücken aus. Trifft man während des Baggerns auf größere Steine, so sucht man dieselben durch Umbaggern zu senken und läßt sie dann auf der Sohle der Grube liegen; wäre dies nicht statthaft, so müßten sie mit eisernen Rechen oder mit der Teufelsklaue (Fig. 8, T. 21) gehoben werden. Baumstämme u. dgl. müssen ebenfalls entfernt und können auf dieselbe Weise gehoben werden. Stößt man beim Baggern auf größere Wurzeln, so können diese mit dem Meißelbohrer (Fig. 9, T. 21) abgetrennt und dann, wie früher angedeutet, herausgehoben werden.

c) Verstärken der Fundamentsohle durch Roste und Betonschüttungen.

Nach bewirkter Aushebung wird der zumeist wenig und ungleichmäßig tragfähige Baugrund verstärkt werden müssen; dies kann durch die früher beschriebenen Roste geschehen, wird heute aber größtenteils durch Betonschüttungen bewirkt.

Nachdem bei einer Verstärkung des Baugrundes durch Roste alle Holzteile mindestens 30 cm unter den niedersten Wasserstand zu legen sind, um ihren Bestand zu sichern, so muß die Baugrube jedenfalls auf die Zeit der Arbeit trockengelegt werden, weshalb auch die Einschließung der Baugrube mit Spundwänden notwendig sein wird.

Man kann in diesem Falle, bei Anwendung eines Pfahlrostes, auch die Spundwand aus Pfählen herstellen und diese statt einer gewöhnlichen Pfahlreihe zum Tragen des Bauwerkes mit verwenden. Dann müssen aber die Pfähle der Spundwand mit den übrigen Pfählen durch Zangen wenigstens teilweise verbunden werden; Bohlenwände wären für diesen Zweck zu schwach.

Durch Betonschüttungen ist eine Verstärkung der Fundamentsohle viel einfacher und billiger herzustellen, weil man die Schüttung auch unter Wasser vornehmen kann, daher die Herstellung einer Spundwand und das Auspumpen des Wassers entfällt; auch wird durch die Betonschüttung eine wasserundurchlässige Schichte hergestellt, welche der Ausführung und dem Bestand des Fundamentmauerwerkes zugute kommt.

Bei der Ausführung einer Betonschüttung unter Wasser sollen folgende Grundsätze beachtet werden:

a) Die weiche Betonmasse soll möglichst lange von der Einwirkung des Wassers geschützt, daher in geschlossenen Behältern versenkt werden.

b) Man soll möglichst große Betonmassen auf einmal versenken, weil durch das größere Gewicht eine festere Lagerung der Betonmasse stattfindet und dieselbe dichter wird.

c) Nach erfolgter Schüttung darf kein Ausgleichen oder Stampfen stattfinden, weil dadurch der Mörtel ausgespült und der Zement sich als Schlamm oben ablagern würde.

Die Einbringung der Betonmasse kann durch stückweise Schüttung mittels Betonsäcken oder Betonkästen oder durch kontinuierliche Schüttung mittels Trichtern, Röhren u. dgl. erfolgen.

Für die stückweise Schüttung mit Betonsäcken sind zylindrische, oben und unten offene Säcke, mit zirka 0.3 m³ Inhalt (Fig. 10 a, T. 21) aus dichter, geteeter Leinwand gebräuchlich, die am oberen und unteren Ende mit Ringen aus Tauen versteift sind. Die untere Öffnung wird vor dem Einbringen

der Betonmasse mit einer Seilschleife (Fig. 10 b, T. 21) geschlossen (Fig. 10 c, T. 21). Durch rasches Ziehen an einer an der Schleife befestigten Leine löst sich die Schleife, wodurch sich der Boden öffnet.

Der gefüllte, an zwei über Rollen laufenden Seilen hängende Sack wird bis auf den Grund versenkt, sodann wird die Schleife durch rasches Ziehen an der betreffenden Leine unten geöffnet und der Sack wieder rasch emporgezogen; die Betonmasse bleibt natürlich am Boden liegen.

Durch entsprechende, stückweise Verschiebung der an einem Balken befestigten Rollen ist die Fortsetzung der Schüttung so zu regeln, daß jede neue Schüttung an die vorhergehende anschließt. Bei breiten Fundamentgruben können zwei oder auch mehrere Säcke nebeneinander angeordnet werden, so daß die Schüttung auf die ganze Grubenbreite auf einmal bewirkt werden kann.

Für die stückweise Schüttung mit Kästen können hölzerne oder eiserne Kästen verschiedener Größe gebraucht werden.

Hölzerne Kästen haben gewöhnlich nach Fig. 11, T. 21, einen aus zwei Klappen bestehenden Boden, welcher während des Herablassens von zwei leicht lösbaren Riegeln r in geschlossener Lage erhalten wird. Ist der Kasten an der richtigen Stelle bis auf den Grund versenkt, so werden durch Ziehen an zwei an den Riegeln befestigten Leinen l erstere geöffnet und der Kasten etwas emporgehoben, worauf sich die Klappen öffnen und die Betonmasse herausfällt.

Eiserne Kästen erhalten gewöhnlich die in Fig. 12 a, b, T. 21, dargestellte Form eines geteilten, auf beiden Seiten geschlossenen Halbzylinders. Die beiden Teile sind in der Zylinderachse drehbar miteinander verbunden. Während des Herablassens des gefüllten Kastens hängt derselbe auf zwei Seilen s , welche an den Achsenenden derart befestigt sind, daß der Kasten geschlossen bleibt. Hat der Kasten den Grund erreicht, so werden diese Seile gelöst, dagegen wird an einem an der Mantelfläche befestigten Seile s_1 rasch angezogen, wodurch sich beide Halbzylinderteile, wie Fig. 12 c, T. 21, zeigt, öffnen und die Betonmasse zu Boden fällt.

Bei den eisernen Kästen kommt die Betonmasse während der Entleerung des Kastens seitlich noch weniger mit dem Wasser in Berührung als bei Holzkästen. Bei beiden darf aber die Entleerung nicht früher erfolgen, als bis der Kasten den Grund erreicht hat.

Bei der stückweisen Schüttung darf die Versenkung in der Höhe des Wasserspiegels nur langsam bewirkt werden, damit nicht durch zu rasches Überfluten der Betonmasse der Mörtel fortgeschwemmt werde; hiedurch wird der rasche Gang der Arbeit etwas beeinträchtigt. Durch Zudecken des Betonkastens mit geteilter Leinwand, welche entsprechend befestigt und mit Gewichten an den Seiten noch beschwert wird, kann man auch diesen Übelstand größtenteils beseitigen.

Die kontinuierliche Schüttung eignet sich für schmale, langgestreckte Fundierungen mit mäßiger Wassertiefe besser als die stückweise Schüttung, sie gestattet auch einen raschen Baufortschritt und wird daher im Hochbaue häufiger angewendet.

Die Betonbehälter haben die Form von Trichtern oder umgekehrten Trichtern von quadratischem Querschnitt (Fig. 13 a und b, T. 21) und werden entweder ganz aus Eisenblech oder aus Brettern erzeugt und innen mit Eisenblech beschlagen. Die inneren Flächen des Trichters dürfen das Anhaften des Betons nicht begünstigen, weshalb Holzflächen glatt gehobelt sein müssen und bei Eisenkonstruktionen keine Nieten u. dgl. vorragen dürfen.

Der Trichter erhält bei schmalen Fundamentgruben an der unteren Seite möglichst die Breite der Grube (Fig. 15, T. 21), damit die Betonmasse beim Ausfließen aus dem Trichter möglichst direkt an die Grubenwände anschleße und nicht durcheinander geworfen werde, weil, sonst ein Auswaschen des Mörtels eintreten könnte.

Bei breiteren Fundamentgruben werden zu diesem Zwecke gewöhnlich mehrere Trichter nebeneinander aufgestellt und auch gleichzeitig betrieben, wodurch die Schüttung auf die ganze Breite der Grube auf einmal erfolgen kann.

Die Trichter werden vertikal über der Fundamentsohle aufgestellt und an einem Gerüste auf Wagengestellen so befestigt, daß man sie in der Richtung der Fundamentgrube, wenn nötig aber auch senkrecht darauf verschieben kann (Fig. 15, T. 21).

Bei Beginn der Betonschüttung wird der Trichter bis auf die Grubensohle hinabgelassen und mit Betonmasse gefüllt, worauf derselbe dann langsam so hoch gehoben wird, als man die Betonschichte dick machen will. Sodann wird der Trichter am Wagengestelle befestigt und die Schüttung kontinuierlich fortgesetzt, indem man den Trichter langsam nach vorwärts bewegt, gleichzeitig aber fortwährend Betonmasse hineinschüttet, so daß der Trichter immer bis etwas über den Wasserpiegel gefüllt bleibt.

Die Schüttung soll nicht unterbrochen werden, weil sonst die Betonmasse im Trichter erhärten würde. Wenn eine Unterbrechung dennoch eintreten muß, so ist der Trichter ganz zu entleeren und dann die Arbeit wieder so zu beginnen, wie früher erklärt wurde.

Während der Schüttung muß der Trichter langsam und vorsichtig vorwärts bewegt werden, damit eine gänzliche Entleerung desselben auch bei unebener Sohle nicht erfolgen könne. Gerät man mit dem Trichter über ein größeres Loch, so ist es möglich, daß sich derselbe trotz aller Vorsicht plötzlich entleert. In diesem Falle darf aber nicht die Betonmasse einfach in den mit Wasser gefüllten Trichter geworfen werden, weil sich dadurch der Zement vollständig vom Sand und Schotter trennen würde, es muß vielmehr vor neuerlicher Füllung des Trichters das Wasser aus demselben entfernt werden. Man kann hiebei zuerst versuchen, den Trichter durch Herablassen in die noch weiche Betonmasse zu versenken, dadurch den weiteren Zufluß des Wassers abzusperren und den Inhalt auszupumpen. Sollte dies nicht gelingen, so kann in den Schüttrichter ein engerer Fülltrichter eingesteckt werden, welcher unten mit zwei Klappen geschlossen und mit Betonmasse gefüllt wird. Sobald der Fülltrichter bis zum Boden versenkt ist, öffnet man durch eine Vorrichtung mittels Zugleinen die Klappen und zieht den Trichter in die Höhe, füllt aber gleichzeitig oben frische Betonmasse so lange nach, bis der Schüttrichter wieder vollgefüllt und das Wasser aus demselben verdrängt ist (Fig. 16, T. 21).

Wenn der Trichter am unteren Ende senkrecht zu seiner Achse abgeschnitten ist, so wird die Betonmasse beim Ausfließen aus demselben an den drei freiliegenden Stellen bis auf den Grund hinabkollern, dabei vom Wasser teilweise umspült und dadurch auch der Zement stellenweise ausgewaschen. Man wird daher vorteilhaft den unteren Teil des Trichters, wie in Fig. 14, T. 21, dargestellt, der Höhe der Betonschüttung entsprechend nach *a b* schräg abschneiden. Dadurch wird die Berührung der Betonmasse mit dem Wasser in engen Baugruben ganz verhindert, in breiteren Gruben aber nur an zwei Seiten teilweise ermöglicht. Auch wird die Verschiebung des Trichters durch die (in der Richtung des in der Figur angedeuteten Pfeiles) drückende Betonmasse wesentlich erleichtert.

d) Sandschüttungen unter Wasser.

Bei Sandschüttungen unter Wasser ist es Grundregel, daß bei eventueller Bewegung des Grundwassers die Schüttung vor einer Lockerung ihrer Lagerung oder vor einer Unterspülung durch eine entsprechend vorgelegte, dichte Spundwand geschützt werde.

Das Einbringen des Sandes in die Baugrube soll nicht mit der Schaufel, sondern in größeren Partien, z. B. mit Erdtragen, Schiebtruhen u. dgl. erfolgen. Die Schüttung muß lagenweise gestampft oder gewalzt werden, damit eine dichte

Lagerung der Sandkörner erfolge. Zum Stampfen werden Sandpracker (Fig. 17, T. 21) und zum Walzen eigene Steinwalzen verwendet, welche letztere auf der Sandschüttung mit Seilen gezogen werden.

10. Fundierungen in offenen Gewässern.

Bei offenen Gewässern muß derjenige Teil des Baugrundes, auf welchen die Fundierung fällt, vorerst mit einer wasserdichten Wand (Spundwand) oder mit einem Damm (F a n g d a m m) eingeschlossen werden. Der eingeschlossene Teil wird dann vor Beginn der Fundierungsarbeiten mit kräftigen Pumpen trocken gelegt.

In stehenden Gewässern kann die Einschließung des Baugrundes bei einem Wasserstand bis zu 1·00 *m* mit einer Spundwand oder mit einer nach Fig. 18 *a*, T. 21, hergestellten Bohlenwand erfolgen. Zur Herstellung einer vollständigen Abdichtung muß an der Außenseite der Wand eine Lehmschüttung vorgelegt werden, wie die Fig. 18 *a*, T. 21, andeutet.

In fließenden Gewässern oder bei einem Wasserstand über 1·00 *m* Tiefe müssen nach Fig. 18 *b*, T. 21, auf zirka 1·50 *m* voneinander entfernt Holzwände hergestellt werden. Zwischen beiden Wänden wird eine Lehmschüttung eingebracht.

Bei durchlässigem Boden (Schottergrund) wird eine Bohlenwand nicht genügen, weil das Wasser durch den Schotter in die Baugrube eindringen würde. In diesem Falle wird an der inneren Seite der Baugrube eine Spundwand herzustellen sein, bei welcher die Bohlen oder Pfähle bis in die wasserundurchlässige Schichte eingetrieben werden müssen.

Selbstverständlich müssen diese Fangdämme noch mindestens 50 *cm* über den höchsten Wasserstand emporragen, damit sie bei Hochwasser nicht überflutet werden.

Bei hohem Wasserstand und sehr tiefen Fundierungen (Brückenpfeilern u. dgl.) werden meistens pneumatische Fundierungen angewendet.

Die pneumatische Fundierung (siehe Fig. 19, T. 21) erfolgt mittels eiserner Kästen (Caissons) *a*, welche aus festen, durch Konsolen *c* verstärkten Blechwänden und einer aus Blechen und genieteten Trägern gebildeten Decke *d*, die das Innere der Caissons nach oben abschließt, bestehen. In die Decke ist der Förderschacht *b* eingesetzt, der ebenfalls aus Blech hergestellt ist und luftdicht an den Caisson anpaßt. Auf dem Förderschacht sitzt die Ein- und Ausschleuskammer *S*, welche gegen ersteren mittels einer Klappe K_1 luftdicht verschließbar ist. Die Kammer *S* besitzt eine hermetisch verschließbare Einsteigöffnung \ddot{O} , zumeist zwei Materialförderschläuche f_1 und f_2 und steht überdies mit einer Luftkompressionsmaschine durch das Zuleitungsrohr *r* in Verbindung. Ein Arm dieses Rohres mündet unterhalb der Klappe K_1 ; mittels des Ventils v_1 kann die Lufteströmung in die Schleuse *S* abgesperrt werden.

Der Caisson wird von einem festen Gerüste aus allmählich versenkt und ist in dem Maße, als derselbe sinkt, auf die Decke desselben das Mauerwerk aufzubringen, so zwar, daß das Mauern stets ober Wasser erfolgt. Hat der Caisson den Grund erreicht, so begeben sich die Arbeiter in die Schleusenkammer, schließen die Öffnung \ddot{O} und es wird nun durch *r* Luft eingepreßt, bis dieselbe alles Wasser bis zum unteren Rande der Caissonwand verdrängt hat. K_2 und K_3 sind hiebei geschlossen, K_1 hingegen offen.

Auf einer an der Wand des Förderschlauches *b* befindlichen Leiter steigen die Arbeiter in den Caisson *a* und beginnen den Materialaushub. Die Förderung des Materials geschieht mittels eines hydraulischen Aufzuges durch den Förderschacht. Zum Auswurf des Materials ins Freie werden die Klappen K_2 geöffnet, die Materialkübel in die Schläuche entleert und hierauf die Klappen K_2 wieder geschlossen. Außen stehende Arbeiter öffnen nun K_3 , worauf das Material herausfällt. Die Klappen K_3 werden dann wieder geschlossen.

Um die durch die Preßluft fest angedrückten Klappen K_2 öffnen zu können, werden die Ventile v_2 geöffnet, so daß sich die Schläuche f ebenfalls mit der komprimierten Luft füllen können.

Wichtig ist der Vorgang beim Ablösen der Arbeiter. Die abzulösenden Arbeiter steigen hinauf in die Schleuse S . Ein Arbeiter hebt die Klappe K_1 , während gleichzeitig das Ventil v_1 geschlossen, bei einem anderen Ventil v_3 die gepreßte Luft der Schleuse entweichen gelassen wird. Sobald die Luft oben dünner geworden ist, wird K_1 durch die unten befindliche gespannere Luft fest nach aufwärts gedrückt. Schließlich hat der Druck auf die Schleusentüre derart nachgelassen, daß das Öffnen derselben und das Aussteigen der Arbeiter möglich ist. Die neue Partie steigt ein, v_3 wird geschlossen, v_1 geöffnet und sobald die Luft in S dieselbe Pressung hat, wie die im Förderschacht b , fällt die Klappe K_1 durch das eigene Gewicht herab, worauf sich die Arbeiter in den Caisson begeben können.

Das Ein- und Ausschleusen der Arbeiter muß, damit dasselbe ungefährlich verlaufe, sehr langsam vorgenommen werden.

Sobald die Ausgrabung so weit vorgeschritten ist, daß man tragfähigen Boden erreicht hat, wird der Caisson mit Beton ausgefüllt, so daß nun der ganze Pfeiler massives Mauerwerk bildet.

VI. Deckenkonstruktionen.

Decken nennt man jene Konstruktionen, welche die Stockwerke eines Gebäudes in horizontaler Richtung voneinander trennen oder einen Raum nach oben abschließen. Man macht sie aus Holz, Stein oder Eisen oder auch aus Kombination dieser Materialien.

Bis zu einer gewissen Grenze ist es ökonomisch, die Deckenträger (Balken, Eisenträger u. dgl.) in geringen Entfernungen voneinander zu legen. Hiedurch kann deren Höhe und auch die ganze Konstruktionshöhe der Decke geringer gehalten werden, daher auch an Umfassungsmauerwerk erspart wird.

1. Dübel- oder Dippeldecke.

(Fig. 1, T. 22.)

Diese besteht aus unmittelbar aneinander anschließenden, quer über den einzudeckenden Raum gelegten Balken (Dippelbäumen), die durch Entzweischneiden von Rundhölzern gewonnen und behufs besseren, gegenseitigen Anschlusses an den Stoßfugen etwas behauen werden. Sie erhalten an beiden Enden ein 15 cm breites Auflager auf den Mauern, bzw. auf einem 15 cm breiten Brett (Rastlade) oder besser auf einem 12/15 cm starken, lärchenen Balken (Rastschleße), welcher gleichzeitig als Zugschließe armiert werden kann.

Dort, wo die Dippelbäume den Rauchscloten zu nahe kommen würden, müssen dieselben ausgetauscht werden. Hierzu schneidet man ihre Enden ab und legt sie auf einen Wechsel, der mit den ersten, beiderseits des Rauchsclotes normal aufruhenden Dippelbäumen durch die schiefe Anblattung mit Brüstung, überdies durch Klammern verbunden wird (Fig. 34, T. 3). Die gleiche Verbindung erhalten die ausgewechselten Dippelbäume mit dem Wechsel.

Um einen etwa auf einzelne Dippelbäume wirkenden Druck auf die anschließenden Dippelbäume zu verteilen und dadurch größere Schwingungen hintanzuhalten, werden die Bäume an den aneinander schließenden Langseiten durch eingebohrte, 2—3 cm dicke, harte Holzdübeln (Fig. 28, T. 2), welche in Zwischenräumen von 1—2 m schachbrettförmig anzuordnen sind, miteinander verbunden.

Die Dippeldecken werden an der unteren Fläche (Plafond) stukkaturt und oben mit einer 8—10 *cm* hohen Schuttlage beschüttet, auf welcher der Fußbodenbelag ruht. Durch dieses Einhüllen der Dippelbäume wird dem Holze der Luftzutritt abgesperrt, daher es, wenn es noch feucht in den Bau kam, nicht vollständig austrocknen kann und frühzeitig verstockt.

Nachdem die Köpfe der Dippelbäume nicht eingemauert werden dürfen, muß für jedes Auflager die tragende Mauer nach unten um 15 *cm* verstärkt oder es muß durch vorspringende Konsolen ein genügendes Auflager geschaffen werden.

Dippeldecken finden fast keine Verwendung mehr, ausnahmsweise werden sie noch als Dachgeschoßfußböden angewendet.

2. Tram- oder Sturzdecke.

(Fig. 2, T. 22.)

Diese Decke besteht aus hochkantig, in Entfernungen von 0.75—1.05 *m* (von Mitte zu Mitte) auf die tragenden Mauern gelegten Kanthölzern (Trämen), die an der oberen und unteren Seite mit Brettern verschalt werden. Die untere, 2 *cm* dicke Stukkaturverschalung wird mit höchstens 15 *cm* breiten Brettern, die noch mit der Hacke mehrmals gespalten (gesprengt) werden, hergestellt und auf ihr der Stukkaturverputz angebracht. Die obere, 3—3½ *cm* dicke Sturzverschalung wird aus eng anschließenden Brettern gebildet, deren Fugen außerdem mit 2 *cm* starken Fugleisten überdeckt werden, damit die Deckenbeschüttung nicht durch die Fugen herabfallen könne.

Auf die Sturzverschalung wird die Deckenbeschüttung aufgetragen, auf welcher der Fußboden ruht. Die Beschüttung besteht für das oberste Geschoß aus einer zirka 8 *cm* hohen und für die unteren Geschosse aus einer 11 *cm* hohen Lage reinen, trockenen Mauerstuttes, feinen Schotters, Sandes oder Kohlenlösches, wovon trockener, erdfreier Sand oder Schotter am besten ist. Alter Mauerstutt müßte wegen Verunreinigung durch Ungeziefer vor der Verwendung erhitzt (geröstet) werden, was sehr umständlich und kostspielig ist.

Das oberste Geschoß (Dachboden) wird gewöhnlich mit Ziegeln gepflastert; in den unteren Geschossen werden die Fußböden je nach dem Zwecke entweder aus Holz oder aus einem Pflaster (Estrich) gebildet.

Für die Erhaltung der Holzdecke ist die Isolierung des Holzmaterials gegen die Mauerfeuchte und ein genügender Luftzutritt von großer Wichtigkeit. Man muß also die Träme so einbauen, daß sie mit dem Mauerwerke nicht in Berührung kommen. Die Endbalken und die Tramköpfe sollen daher 4—5 *cm* von den Wänden entfernt sein (Fig. 2, T. 22). Die Tramköpfe müssen außerdem auf 3½ *cm* dicke, lärchene Brettstücke zu legen. Sie können auch auf die Tiefe der Einmauerung (15 *cm*) mit Tramkapseln aus Brettern oder Zinklech umgeben werden, wobei zwischen den Tramkapseln und den Balkenköpfen noch ein kleiner Zwischenraum bleiben muß, welcher das Durchstreichen der Luft gestattet.

Die nach vorbeschriebener Art freiliegenden, also nicht eingespannten, oft nicht ganz ausgetrockneten Träme können sich bei dieser Einbauung leicht werfen und drehen; diesem vorzubeugen, kann die Isolierung der Balkenköpfe auch mit eigens hierfür hergestellten, mit Rillen versehenen Klinkerziegeln, z. B. nach Fig. 15 *a*, *b* und *c*, T. 22, System J a r e t z k i oder bloß mit gewöhnlichen Ziegeln auf ähnliche Art bewirkt werden. Im letzteren Falle sind aber unter die Balkenköpfe Brettstücke oder Teerpappenstücke zu legen und die Balkenköpfe vom Mörtel frei zu halten, eventuell können die Balkenköpfe mit Anduropappe ganz eingehüllt werden. Ein Teeranstrich oder ein sonstiger, die Poren des Holzes verklebender Anstrich der Balkenköpfe ist schlecht, weil die Holzfeuchte dann nicht mehr entweichen kann und die Träme verstocken müssen.

Die Tranköpfe können auch auf Mauerabsätze oder auf durchlaufende Steinkonsolen, eventuell auf eine über die Mauerhäupter vorspringende Eisenkonstruktion verlegt werden, wobei die Köpfe besser erhalten bleiben, als wenn sie eingemauert sind.

Die Austeilung der Träume für einen einzudeckenden Raum erfolgt mit Rücksicht auf die berechnete, zulässige Maximaldistanz so, daß man sie senkrecht auf die tragenden Mauern anordnet und den Rauchscloten womöglich ausweicht. Fällt ein Tramaufleger zu nahe an einen Rauchsclot, so muß der betreffende Tram so wie bei den Dippeldecken ausgewechselt werden, wobei der Wechsel mit den beiden Enden an die zunächst liegenden Träume mit Brüstung und Eisenklammern oder mit Zugschließen befestigt wird. An den Wechsel stoßen die abgeschnittenen (ausgewechselten) Balken mit der gleichen Verbindung an.

Damit die Träume die tragenden Wände, auf denen sie ruhen, miteinander verbinden, werden sie bei Holzwänden mit den Schwellen und Kappen einfach verkämmt. Bei gemauerten Wänden erhalten einzelne Träume *Tramschließen* aus Flacheisen (Fig. 11a, T. 38), die entweder oben oder seitwärts am Tram befestigt werden, und eventuell Schlagklammern (Fig. 11b, T. 38). Bei einer Fensterachsendistanz von zirka 3'00 *m* genügt per Fensterpfeiler eine Schließe, bei breiteren Achsendistanzen sind per Fensterpfeiler zwei Schließen anzuordnen.

a) Einfache Tram- oder Sturzdecke.

Diese hat bloß eine Sturzverschalung, aber keine Stukkaturung und wird bei Magazinräumen häufig angewendet, woselbst die Sturzverschalung auch gleichzeitig den Fußboden bilden kann.

b) Tramdecke mit Fehlträmen.

(Fig. 3, T. 22.)

Soll eine Decke eine reichere, dekorative Ausstattung als eine gewöhnliche Stukkaturung erhalten, so soll, um Schwingungen hintanzuhalten, die Stukkaturdecke von der Sturzdecke konstruktiv ganz getrennt werden. Zu diesem Zwecke werden für die Stukkaturung besondere, sogenannte *Fehlträme*, angeordnet, die aus etwas schwächeren Balken bestehen und in kleinen Entfernungen neben die Deckenträume so verlegt werden, daß deren Unterflächen zirka 3 *cm* tiefer als jene der Träume zu liegen kommen. Diese ganz selbständig liegenden, bloß die Stukkaturung tragenden Fehlträme, werden daher die Schwingungen der Tramdecke nicht mitmachen.

c) Tramdecke mit Fachausfüllung (Einschubdecke).

(Fig. 4, T. 22.)

Man kann die Konstruktionshöhe der Tramdecken dadurch vermindern, daß man die Sturzverschalung nicht auf die obere Seite der Träume legt, sondern zwischen die Träume einschiebt und auf seitwärts an die Träume festgeschraubte oder genagelte Leisten auflegt. Die 8—11 *cm* hohe Beschüttung liegt dann ebenfalls zwischen den Träumen und reicht bis zur Oberkante derselben. Der Bretterfußboden wird dann nicht auf Polster, sondern direkt auf die Sturzträme genagelt.

An der unteren Seite kann die ganze Holzkonstruktion gehobelt, eventuell mit Ölfarbe gestrichen oder aber auch mit einer Stukkaturdecke verkleidet werden.

Diese Decken verursachen infolge ihrer geringen Konstruktionshöhe geringere Baukosten als Tramdecken, sind aber am wenigsten feuersicher. Ihre Anwendung ist daher eine sehr beschränkte und bei Militärgebäuden ganz ausgeschlossen.

d) Mängel und Vorteile der reinen Holzdecken.

Alle reinen Holzdecken sind mehr oder weniger feuergefährlich und weniger dauerhaft, weil die in der Mauer steckenden Tramköpfe trotz größter Vorsicht leicht abfaulen; überdies sind solche Decken dem Angriff und der Verbreitung des Hausschwammes leicht ausgesetzt. Sie erfordern auch eine größere Konstruktionshöhe und schwingen sehr stark.

Die noch immer andauernde, umfangreiche Anwendung dieser Decken ist bloß auf ihre Einfachheit und verhältnismäßige Billigkeit zurückzuführen. Zieht man aber die Dauerhaftigkeit neuerer Konstruktionen, die fast gar keine Erhaltungskosten fordern, in Betracht, so erscheint auch die Billigkeit der Holzdecken, die höhere Erhaltungskosten fordern, meist ganz aufgewogen.

3. Tramdecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 5, T. 22.)

Bei dieser Decke liegen die Träme auf den unteren Flanschen der eisernen I- oder C-Träger, welche letztere in Entfernungen von 2·00—4·00 m voneinander angeordnet werden und 30 cm tief in die tragenden Mauern reichen, woselbst sie auf entsprechend große Stein- oder Eisenplatten gelegt und mit Traversenschließen mit den Mauern verankert werden.

Die Trägerdistanz richtet sich nach der Zimmertiefe und nach der Verteilung der Fensterpfeiler; je tiefer die Zimmer, desto enger soll man im allgemeinen die Trägerdistanz wählen, um keine zu schweren Träger verwenden zu müssen.

Bei der Austeilung der Träger ist auf die verschiedenen Maueröffnungen, Schlote usw. tunlichst Rücksicht zu nehmen. Schlote können übrigens bei den Trägern vorbeigezogen, Fenster- und Türöffnungen mit Entlastungsträgern überdeckt werden (Fig. 16 b, T. 22).

Die unter den Trägersauflagern anzuordnenden Stein- oder Eisenplatten haben den Zweck, den Auflagerdruck des Trägers auf eine größere Mauerfläche zu verteilen. Sie müssen so tief in die Mauer reichen wie der Träger und so breit sein, daß der rechnermäßig ermittelte Druck, den sie auf das Mauerwerk ausüben, nicht größer sei, als es für die betreffende Mauerwerksgattung zulässig ist. Sie sind in Romanzement- oder Portlandzementmörtel zu versetzen.

Die bei den Fenster-(Tür-)Öffnungen eventuell anzuordnenden Entlastungsträger haben die Last des Deckenträgers aufzunehmen und auf die Fensterpfeiler zu übertragen. Sie dürfen den Sturzbogen gar nicht belasten, weshalb derselbe an die Träger nicht angeschlossen, sondern unter dem Träger ein freier Schlitz belassen wird (Fig. 6 b, T. 22).

Wo viele Entlastungsträger in einer Mauer notwendig werden, kann statt diesen ein durch die ganze Mauerlänge reichender, kleinerer Träger gelegt werden, welcher allen auf dieser Mauer ruhenden Trägern als Unterlage dient, somit die Unterlagsteine wie auch die Entlastungsträger entbehrlich macht. Ein solcher Träger kann gleichzeitig als Rastschließe armiert werden.

Zwischen die versetzten Träger werden die Träme auf 0·75—1·05 m Entfernung voneinander angeordnet und auf die unteren Flanschen der Träger aufgelegt, an welche sie an Ort und Stelle genau eingepaßt werden müssen, so zwar, daß sie sich an die Träger ganz anschmiegen und mit den Trägerunterkanten bündig liegen. Für diese Decken eignen sich am besten die Träger Nr. 18 a, 22 a, 24 a und 28 a, welche breitere Flanschen als die normalen Träger haben, daher auch den Trämen ein besseres Auflager bieten. Wenn bei normalen Trägern die Flanschen zu schmal sind, so können in Ausnahmefällen die gegenüberliegenden Träme über die obere Trägerflansche hinweg mit Hängeisen, etwa nach Fig. 5 c, T. 22, verbunden werden.

Die Träume der Endfelder dürfen niemals eingemauert werden, da die eingemauerten Köpfe leicht anfaulen. Bei vorhandenem Mauerabsatz legt man einen Rastladen auf den Absatz und auf diesen die Tramköpfe; fehlt der Mauerabsatz, so ordnet man für die Endträme einen eisernen **C**-Träger an, siehe Fig. 5 b, T. 22.

Die sonstige Ausführung der Tramdecken zwischen Eisenträgern erfolgt in derselben Weise wie bei den gewöhnlichen Tramdecken.

Diese Deckenkonstruktion ist solider und dauerhafter als die Tramdecke, weil die Tramköpfe mit den Mauern gar nicht in Berührung kommen und die wenigen, an den Auflagern ganz eingemauerten Eisenträger die tragenden Mauern gar nicht schwächen. Sie schwingt auch weniger und hat eine geringere Konstruktionshöhe, ist aber etwas teurer als die Tramdecke und bildet noch immer keine unverbrennliche Decke.

4. Ziegelgewölbdecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 6, T. 22.)

Bei diesen Decken werden eiserner **I**-Träger in Entfernungen von 1·20—2·50 m nach denselben Grundsätzen wie bei der Tramdecke zwischen Eisenträgern verlegt und die so gebildeten Deckenfelder durch flache, 15 cm starke Ziegelgewölbe geschlossen.

Mauern von 45 cm Dicke können als gemeinschaftliche Widerlager, manchmal auch als Endwiderlager dienen. Bei schwächeren Mauern müssen als Widerlager eiserne **I**- oder **C**-Träger angewendet werden, welche zumeist (wie in der Figur) neben der Mauer, bei gemeinschaftlichen Widerlagern manchmal auch in oder über die Mauer gelegt werden.

Die Pfeilhöhe der Gewölbe soll mindestens $\frac{1}{10}$ der Trägerdistanz betragen, damit einerseits zu große Horizontalschübe vermieden werden und andererseits die Gewölbe gegen plötzliche, größere Erschütterungen widerstandsfähiger sind.

Die Felder zwischen den Eisenträgern (Platzeln) werden gewöhnlich auf Rutschbögen, seltener schwalbenschwanzförmig oder kufenartig eingewölbt. Die Gewölbfüßel sollen womöglich nach Fig. 6, T. 22, verstärkt werden. Zur Erreichung eines soliden Gewölbfüßels soll kein kleineres Trägerprofil als **I** Nr. 16, besser Nr. 18 genommen werden. Die Gewölbdecke soll nach der Ausführung sogleich beschüttet werden, damit durch das Begehen der Gewölbe einzelne Ziegel nicht losgetrennt werden können.

Die Gewölbleibung erhält zumeist einen Verputz. Die unteren Trägerflächen können hierbei entweder einfach mit Portlandzement oder mit Minium gestrichen, gesandelt und hierauf getüncht oder es kann zur Erhöhung der Feuersicherheit an die Flanschen ein Drahtgeflecht angehängt werden, an dem ein Verputz aufgetragen wird.

Eiserne Mauerträger können auch gleichzeitig als Gewölbwiderlager dienen, müssen aber dann auch für diese Beanspruchung berechnet und konstruiert werden.

Bezüglich der Endwiderlager und des Anschlusses von Gewölben mit ungleicher Spannweite gelten die allgemeinen Regeln über Gewölbwiderlager.

In allen Fällen empfiehlt es sich, die Gewölbträger der letzten 2—3 Endfelder auch untereinander durch **Rundeisen-Schraubenschließen** zu verbinden (Fig. 16 b, T. 22). Diese Schließen werden in Entfernungen gleich $\frac{1}{4}$ der Trägerlänge angeordnet. Sie erhöhen die Stabilität dieser Decken ganz außerordentlich und sollen daher bei stark belasteten Decken tunlichst in allen Gewölbfeldern angewendet werden. Selbstverständlich dürfen die Schraubenschließen an der inneren Gewölbleibung nicht sichtbar sein.

Werden über die Rundeisen-Schraubenschließen eiserne Röhren, sogenannte **Stemm röhren** geschoben, welche sich gegen die Trägerstege stützen und so eine Verschiebung der Träger auch gegeneinander verhindern, so genügt es, solche

Schließen nur in jedem zweiten Gewölbfelde anzuordnen. Wo keine Stemmrohre zur Anwendung kommen und das letzte Gewölbplatze nicht an einen Träger, sondern direkt an eine Mauer als Endwiderlager anschließt, soll auch diese Mauer mit Rundeisen-Schraubenschließen gegen mehrere der nächsten Träger verankert werden. In diesem Falle haben die Schließen an der Mauerseite eine Öse, welche in einen Schlitz (Schließenritze) am Mauerhaupt zu liegen kommt und einen Ankersplint aufzunehmen hat.

Die am Gewölbrücken aufzutragende Schuttschichte soll am Gewölbschlusse mindestens 5 cm hoch sein.

Die Verwendung von guten, tadellosen Hohlziegeln oder besonders geformten Hohlsteinen verringert die Konstruktionslast dieser Decken, wird daher in besonderen Fällen vorteilhaft sein.

Gewölbedecken zwischen Eisenträgern sind sehr solid, dauerhaft und feuersicher, sie schwingen sehr wenig, sind aber etwas teurer als Holzdecken und bilden keine ebene Deckenfläche. Bei größerer Trägerentfernung wird auch die Konstruktionshöhe der Decke und der auftretende Horizontalschub größer.

5. Betongewölbedecke zwischen Eisenträgern.

(Fig. 7, T. 22.)

Bezüglich der Austeilung der Träger usw. gelten die früher angegebenen Erläuterungen mit dem Zusatze, daß bei Betongewölben auch bei den stärksten Endwiderlagern unbedingt I- oder C-Träger angeordnet werden müssen. Dies ist notwendig, weil die Gewölbe nur sehr schwach gemacht werden und bei ungleichartigen Widerlagern (einerseits Träger, andererseits Mauerwerk) auch ungleichartige Setzungen eintreten, wodurch Risse im Gewölbe entstehen könnten. Es empfiehlt sich, von der Anordnung der Rundeisen-Schraubenschließen, eventuell mit Stemmrohren, möglichst ausgedehnten Gebrauch zu machen. Die Pfeilhöhe beträgt auch bei Betongewölben mindestens $\frac{1}{10}$ der Spannweite. Die Gewölbedicke wird am Scheitel 6—8 cm und am Anlaufe um 2 cm stärker angeordnet.

Die Ausführung von Betongewölben erfordert außer einer festen, soliden Einschalung auch geübte Arbeiter und die Verwendung von vorzüglichem Material. (Siehe Betongewölbe.)

Die die Verschalung tragenden Lehrbögen können zur Ersparung von eigenen Stützen mittels eiserner Haken an die Traversen aufgehängt werden. (Siehe Fig. 7 bis 12, T. 25.)

Sind die Träger nicht durch Rundeisen-Schraubenschließen und Stemmrohren gegeneinander versteift, so muß bei der Ausführung dieser Gewölbe darauf geachtet werden, daß infolge einseitiger Belastung kein seitliches Ausbiegen der Träger erfolgen kann. Eine solide Herstellung der Gewölbfüße ist durch die Verstärkung derselben nach Fig. 7, T. 22, notwendig.

Die Ausschalung der tragenden Lehrgerüste kann natürlich erst nach vollständiger Erhärtung des Betons vorgenommen werden. Nach der Ausschalung kann die Gewölbleibung verputzt und am Gewölbrücken die Beschüttung aufgetragen werden.

Bezüglich der Behandlung der Unterflächen der Träger und der weiteren Konstruktion ober dem Gewölbe gelten die bei Gewölben zwischen Eisenträgern angegebenen Daten.

Wird statt eines Holzfußbodens ein Zement- oder Asphaltestrich angeordnet (z. B. im obersten Geschoß oder in Gängen, Küchen, Aborten usw.), so kann dieser direkt auf das oben abgeebnete Gewölbe aufgetragen werden. In diesem Falle wird zur Ausfüllung der zwischen Gewölbe und Fußboden entstehenden Gewölbzwickel ein billiger Beton (mit weniger Zement) oder Schlackenbeton angewendet.

6. Decken aus Eisenbetonkonstruktion.

Bei einem auf Biegung in Anspruch genommenen Betonbalken kann die große Druckfestigkeit des Betons nicht voll ausgenützt werden, weil der Balken wegen der verhältnismäßig geringen Zugfestigkeit dieses Materiales an seiner Unterseite bei den gespannten (gezogenen) Fasern schon reißen würde, ehe auch nur annähernd die zulässige Druckbeanspruchung in den oberen, gepreßten (gedrückten) Fasern erreicht wäre. Wenn man aber in jenen Teil des Betonbalkens, in welchem die Zugspannungen der Fasern auftreten, entsprechend starke Eisenstäbe oder Fassoneisen einlegt, so werden fast alle Zugkräfte von dem eingelegten Eisen aufgenommen und es wird ein Reißen des Betons an der Unterseite des Balkens verhindert; die Druckfestigkeit des Betons kann dagegen voll ausgenützt werden. Die Eiseneinlagen verbinden sich innig mit dem Beton und werden von diesem gegen Feuchtigkeit (Rostbildung) und Flammenangriff geschützt.

Eine solche Kombination von Beton und Eisen nennt man nach ihrem Erfinder im allgemeinen eine Monier-Konstruktion.

Die erste Anwendung dieser Konstruktion für Decken erfolgte in Plattenform. Dabei wurden (Fig. 12, T. 22) von Auflager zu Auflager die eigentlichen Tragstäbe auf 6—10 cm Entfernung voneinander und quer darüber in gleichen Entfernungen, zirka 5 mm dicke Verteilungsstäbe gelegt. Dieses Eisennetz erhielt dann eine entsprechende Betonumhüllung.

Die Verbindung der Eisenstäbe erfolgt an den Kreuzungsstellen mit ausgeglühtem, 1 mm starkem Drahte. Die Tragstäbe können für größere Spannweiten auch stellenweise stärker angeordnet werden, so daß nach je 2—3 schwächeren, ein stärkerer Eisenstab folgt. Die Stärke der Tragstäbe hängt von deren Entfernung und der Deckenlast ab. Die Verteilungsstäbe sollen nur die Seitenverschiebung der Tragstäbe verhindern.

Diese Konstruktion wurde im Laufe der Zeit vielfach verbessert und allgemein mit „Betoneisenkonstruktion“ bezeichnet. In neuerer Zeit wurde diese Bezeichnung richtiger in „Eisenbetonkonstruktion“ oder kurz „Eisenbeton“ abgeändert. Beide Benennungen sind also gleichbedeutend, nur ist „Eisenbeton“ richtiger, weil man es mit einem durch Eiseneinlagen verstärkten Beton zu tun hat.

a) Decke aus Eisenbeton zwischen Eisenträgern.

(Fig. 8 und 9, T. 22.)

Diese wird hergestellt, indem zuerst das Eisengerippe über einer festen Einschalung derart angebracht wird, daß sich die Tragstäbe gegen die unteren Trägerflanschen stützen. Der Beton wird hierauf in der erforderlichen Stärke aufgetragen und festgestampft, wobei zu beachten ist, daß die Eisenstäbe vom Beton vollkommen eingeschlossen werden. Man muß daher der Drahteinlage vor Beginn der Betonierung Steinchen unterlegen oder nach dem Auftragen der Betonmasse die Drahteinlage etwas heben. Die Gewölbfüßel werden bis zur oberen Trägerflansche ausbetoniert.

Die Trägerentfernung kann bis 4 m, die Stichhöhe des Gewölbes mit $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ der Spannweite und die Stärke des Gewölbes am Scheitel mit 5—8 cm angenommen werden.

Die Unterfläche der Decke wird verputzt. Die sichtbaren Trägerflächen brauchen bei Wohnräumen bloß getüncht werden, bei Magazinräumen aber sollen sie aus Rücksichten der Feuersicherheit einen Verputz bekommen, welcher einfach mit verlängertem Portlandzementmörtel auf die mit Zementmilch bestrichenen Eisenträger aufgetragen wird.

b) Decke aus Eisenbetonplatten zwischen Eisen-trägern. (Fig. 11, T. 22.)

Diese wird in ähnlicher Weise wie die Gewölbedecke gleichen Systems hergestellt, nur darf die Trägerentfernung höchstens 2 m betragen. Man kann aber auch die fertigen, entsprechend langen Platten auf die Eisenträger auflegen. Beim Zusammenstoße der einzelnen Platten werden die aus der Betonplatte vorstehenden Verteilungsstäbe übereinander gelegt und mit ausgeglühtem Drahte verbunden; die Stoßfuge wird ausbetoniert.

Diese Deckenplatten werden bei 2 m Spannweite zirka 8 cm dick gemacht. Die Monierplatten liegen auf den unteren Trägerflanschen flüchtig mit den Unterkanten der Träger; an der Unterseite erhalten sie dann einen Verputz, der auch über die Trägerflanschen reicht. Auf die Monierplatten kommt die Beschüttung und dann der Fußbodenbelag.

Die Monierplatten können aber auch auf die oberen Trägerflanschen aufgelegt werden und gleichzeitig den Fußboden bilden, in welchem Falle die Decke aber nicht schalldämpfend ist.

Wenn an Stelle der eisernen Träger Mauern als Auflager der Monierplatten dienen, so müssen letztere mindestens 7—8 cm in die Mauer einbinden.

Die für die Herstellung nötige Einschalung kann erst nach vollständigem Erhärten des Betons, d. i. in zirka 3 Wochen abgenommen werden. Die Beschüttung der Decke darf aber erst nach Verlauf von weiteren drei Wochen aufgebracht werden.

c) Eisenbetondecke, Patent Robert Wunsch.
(Fig. 10, T. 22.)

Bei dieser werden statt der runden Tragstäbe solche aus I- oder L-förmigen Fassoneisen angewendet, welche auf 20—50 cm Entfernung auf den unteren Trägerflanschen ruhen. Verteilungsstäbe sind nicht notwendig, weil der steife Querschnitt dieser Fassoneisen das seitliche Ausbiegen ohnehin verhindert. Die Betonierung erfolgt so wie bei der Einlage eines Drahtnetzes.

Diese Decke kann ebenfalls in Form von Gewölben oder in Form von Platten ausgeführt werden.

d) Gewölbe in Verbindung mit Fußböden aus Eisenbeton. (Fig. 9, T. 22.)

Sind in einem Gebäude Betonfußböden zulässig, so kann man durch Anwendung von Monier-Gewölben und -Platten eine leichte, dichte und feuersichere Decke herstellen. Hierbei wird das Monier-Gewölbe so ausgeführt, daß der Gewölbschluß mit der oberen Flanschenfläche des I-Trägers in eine horizontale Ebene fällt. Für die Monierplatten bieten dann der Gewölbschluß und die oberen Trägerflanschen geeignete Auflager. Die Gewölbzwickel z werden mit Schlackenbeton ausgefüllt, soweit dieselben nicht etwa für die Lagerung von Heizröhren, Luftkanälen usw. dienen.

Die Ausführung derartiger Monierdecken erfolgt nach denselben Grundsätzen, wie sie bei den Decken unter 6 a und b angegeben wurden.

e) Tragnetzblech für Eisenbetonkonstruktionen.
(Fig. 13, T. 22.)

Die Firma Biro & Kurz Nachfolger von R. Ph. Waagner in Wien erzeugt aus weichem Stahlblech ein „Tragnetzblech“, welches geeignet ist, das Eisengerippe nach System Monier für Eisenbetonkonstruktion bei Decken-, Wand- und Dachflächen zu ersetzen.

Das Tragnetzblech besteht aus geschlitztem oder eingeschnittenem und hierauf auseinander gestrecktem Bleche (zumeist aus weichem Stahle), welches dann eine Art Gitter- oder Netzwerk mit schrägen Maschen und Litzen bildet. Es wird in Blättern von beliebigen Längen und einer Maximalbreite von 2.42 m, mit verschiedenen Maschenweiten, Litzen- und Blechstärken erzeugt.

7. Moderne Eisenbetondecken.

Diese sind so vielseitig und mannigfaltig in ihrer Ausführung, daß hier nur die bekanntesten und wichtigsten derselben zur Besprechung gelangen können.

Im allgemeinen lassen sich diese Decken in bezug auf die Art ihrer Herstellung in zwei Gruppen teilen, und zwar: In solche, welche mit weichem Betonmaterial an Ort und Stelle auf einem Stampfgerüste ausgeführt werden, und in solche, wo die tragende Konstruktion abseits der Baustelle, zumeist fabrikmäßig hergestellt und nach Erhärten des Betons auf die tragenden Mauern verlegt wird (Eisenbeton-Trägerdecken, T. 24). Manchmal werden beide Arten kombiniert.

Die Trägerdecken machen die kostspielige Einschalung entbehrlich, gestatten einen raschen Baufortschritt, da man sie gleich nach ihrer Ausführung benützen kann und können abseits der Baustelle viel sorgfältiger ausgeführt werden als an Ort und Stelle, wo so viele Zufälligkeiten die Solidität der Ausführung beeinträchtigen. Auch kann man die fertigen Eisenbetonträger noch vor ihrer Verwendung Belastungsproben unterziehen, dagegen ist der Transport, besonders der großen Träger, schwierig.

a) Eisenbetondecken, System Hennebique.

(Fig. 1 und 2, T. 23.)

Diese aus Portlandzementbeton herzustellenden Decken erhalten eine Armierung mit Rundeisenstäben, welche eine derartige Lage im Beton einnehmen, daß sie alle bei Belastung der Decke auftretenden Zug- und Scherspannungen allein aufnehmen, so daß der Beton nur einer Druckbeanspruchung, der er am besten widersteht, ausgesetzt ist.

Decken mit geringerer Spannweite bis zirka 5 m (Fig. 1, T. 23) bestehen aus einfachen Deckenplatten, deren Dicke von der zu tragenden Nutzlast abhängt. Die Eiseneinlagen bestehen dabei aus in der Querrichtung nicht verbundenen, von Auflager zu Auflager reichenden, geraden und gebogenen Rundeisenstäben, die abwechselnd derart eingelegt sind, daß die geraden Stäbe nur nahe der Deckenunterseite, die gebogenen Stäbe in der Deckenmitte ebenfalls an der Unterseite, an den Enden aber nahe der Oberseite der Decke liegen, wodurch letztere die durch etwaige Einspannung dort auftretenden Zugspannungen aufnehmen.

Die Enden der Rundeisen erhalten behufs wirksamer Verankerung einen Gaisfuß oder werden aufgebogen.

Die geradlinigen Rundeisen werden überdies von lotrechten Bügeln aus Flacheisen, die bis nahe zur oberen Deckenfläche reichen, lose umfaßt. Diese Bügel werden durch Umbiegen im Beton festgehalten und sollen die auftretenden Scherspannungen aufnehmen; dementsprechend sind sie an den Auflagern dichter gestellt als in der Mitte, da dort die größten Scherspannungen auftreten.

Bei größeren Spannweiten werden die vorbeschriebenen Deckenplatten von Eisenbetonbalken getragen (Fig. 2, T. 23), die bei großen Räumen selbst wieder auf Eisenbetonunterzügen aufliegen. Balken und Unterzüge werden in ähnlicher Weise mit Eisen armiert. In jedem Balken oder Unterzug werden vier Rundeisenstangen eingebettet, je zwei davon liegen in einer vertikalen Ebene übereinander; die unteren sind gerade, die darüberliegenden abgebogen. Flacheisenbügel umfassen je einen geraden und einen gebogenen Stab.

Für die Herstellung dieser Decken ist eine volle Verschalung erforderlich.

Zur Herstellung einer ebenen Untersicht (Plafond) wird meistens ein entsprechendes Drahtnetz an in der Decke einbetonierte Drähte d so festgebunden, daß es mit der unteren Seite der Deckenbalken in einer Ebene liegt. An dieses Drahtnetz wird dann ein Rabitzputz angebracht. Man kann aber auch zirka $2\frac{1}{2}$ cm dicke Eisenbetonplatten bündig mit der unteren Seite der Deckenbalken an die in der Decke einbetonierten Drähte festbinden und an der so gebildeten Deckenfläche einen schwachen Verputz auftragen.

b) Voutendecke von Koenen.

(Fig. 3 und 4, T. 23.)

Für Räume bis 5 m Spannweite besteht diese Decke aus einer mit Eisenlagen armierten Betonplatte, die an den Auflagern eine voutenartige Verstärkung erhält (Fig. 3, T. 23). Die Armierung derselben besteht aus Rundeisen von 5—13 mm Stärke, die kettenlinienartig, d. h. in der Mitte nahe der Unterfläche, an den Enden nahe der Oberfläche der Platte eingebettet sind. Die Enden der Stäbe sind umgebogen und werden von Ankereisen gehalten. Für die voutenartige Verstärkung der Platte muß ein entsprechendes Auflager an den Widerlagsmauern hergerichtet werden.

Bei größeren Spannweiten werden die Decken durch eiserne Traversen unterteilt, zwischen welchen die vorbeschriebenen Voutenplatten zur Ausführung gelangen (Fig. 4 a und b, T. 23). Die Eisenstäbe der Platten werden dabei um die Oberflanschen der Träger gebogen. Die Oberfläche der Platten soll mindestens 3 cm über den Trägersoberflanschen angeordnet werden.

Die voutenartige Verstärkung der Plattenenden bietet den eisernen Trägern einen guten Schutz gegen Feuer und gibt der Decke ein vorteilhaftes Aussehen.

c) Decke, System Rella.

(Fig. 5, T. 23.)

Diese Decke besteht im Wesen aus einer tragenden Eisenbeton-Rippendecke. Der Raum zwischen den Rippen wird mit Hohlsteinen, die aus Gips und Schlacke (De Bruyn'sche Masse) oder aus Portlandzement-Schlackenbeton hergestellt sind, ausgefüllt. Die Decke bietet den Vorteil, daß die Hohlsteine an Ort und Stelle in beliebigen Höhen erzeugt werden können, man daher von Ziegeleien unabhängig ist.

Die Hohlsteine haben eine solche Form, daß die nebeneinander liegenden Steine selbst die Schalung für die Eisenbetonkonstruktion bilden, wodurch bei der Herstellung dieser Decken keine volle Einschalung, sondern bloß eine Einrüstung der Decke erforderlich ist, welche die Hohlsteine bloß an den Zusammenstößen unterstützt.

Die auszubetonierenden, 6 cm starken Rippen zwischen den Hohlsteinen erhalten nahe der Unterseite je zwei Rundeisen eingelegt.

d) Schnell'sche Gewölbekonstruktion.

(Fig. 6, T. 23.)

Auf einer ebenen Deckenschalung wird zuerst die, eine ebene Untersicht bildende, zirka 3 cm dicke Platte mit Eisendrahteinlagen betoniert; auf den noch frischen Beton werden sodann vorher erzeugte, korbbogenreifige Betonkörper von 2 cm Fleischstärke reihenweise versetzt. Die Zwischenräume zwischen den Korbbögen werden durch Betonbalken mit Eiseneinlagen ausgefüllt, welche allmählich in (über den Bögen zu liegen kommende) Betongewölbe übergehen.

Die Lichtmaße der Korbbögen werden unter Berücksichtigung der Deckenspannweite und Nutzlast gewählt.

Diese Decken können im Hochbau bei Räumen bis 6.50 m Spannweite und bis 400 kg/m² Nutzlast verwendet werden.

e) Rohrzellendecke, System G. A. Wayss.

(Fig. 7 a, b, T. 23.)

Der tragende Teil dieser Decke besteht aus in Entfernungen von 21 *cm* nebeneinander angeordneten Eisenbetonrippen, verbunden mit einer darüber liegenden einheitlichen Betonplatte. Zur Ausfüllung der Räume zwischen den Rippen werden Rohrzellen von 1 *m* Länge, 21 *cm* Breite und 24·5 *cm* Höhe verwendet. Letztere werden aus Rohrmatten hergestellt, die per Zelle (1 *m* lang) über 5 schwache Holzrahmen gespannt und mit Blechstreifen und Nägeln an diese festgehalten werden.

Für die Herstellung dieser Decken ist eine ebene, volle Schalung erforderlich. Auf diese werden die Rohrzellen *A* in den den berechneten Stegdicken entsprechenden Abständen eingelegt und mit Klammern *K* in ihrer Lage erhalten; die Stoßenden werden leicht zusammengetrieben, so daß jeder Stoß dicht schließt und kein Material in die Zellen eindringen kann.

Nach Verlegung der Rohrzellen werden die Zugeisen der Rippen eingelegt und letztere mit Beton ausgefüllt. Im Anschluß daran wird auch gleich der Beton für die Deckplatten aufgetragen und mit der Kelle ausgeglichen. Beim Auflager der Träger (Rippen) werden die Zellen geschlossen, indem man ein der Öffnung entsprechendes Stückchen Rohrgewebe an den äußersten Holzrahmen drückt.

Die Träger erhalten je nach ihrer Spannweite ein Auflager von 10—20 *cm* auf den tragenden Mauern, dementsprechend müssen auch die Eiseneinlagen länger gemacht werden, als die lichte Spannweite; an den Enden erhalten die Eisen einen kleinen Aufbug.

Für Wohngebäude mit Spannweiten bis 5·5 *m* werden die Stege 6 *cm* und die Platten 4 *cm* dick hergestellt, wobei einer Nutzlast von 250 *kg/m*² Rechnung getragen ist.

Die ebene Unterfläche dieser Decken, welche zum Teil durch die Unterfläche der Betonrippen und zum Teile durch das Rohrgeflecht der Rohrzellen gebildet wird, erhält den Stukkaturverputz aufgetragen. Die Unterfläche kann aber auch durch ein Mörtelbett gebildet werden, das zuerst auf die Schalung aufgetragen wird und in das die Zellen verlegt werden.

Bis 6 *m* Spannweite werden die Eisenbetonrippen direkt auf die Umfassungsmauern aufgelegt, bei größeren Spannweiten werden die Rippen zwischen Unterzügen, bezw. Querträgern angeordnet, die die gleiche Höhe wie die Rippen, aber größere Breite und mehr Eiseneinlagen erhalten.

f) Zöllner'sche Zellendecke.

(Fig. 8 und 9, T. 23.)

Der tragende Teil dieser Decken wird aus einer Reihe von Eisenbetonrippen gebildet, die 16—20 *cm* voneinander entfernt sind und durch eine darüberliegende, einheitliche Betonplatte miteinander verbunden werden. Es entstehen dadurch zusammenhängende T-förmige Eisenbetonträger (Fig. 8 und 9 c), von welchen der untere, die Eiseneinlage enthaltende Teil die bei Belastung auftretenden Zugspannungen, die Betonplatte dagegen die Druckspannungen aufnimmt.

Zur Erzielung einer ebenen Deckenuntersicht werden die Räume zwischen den Rippen mit dünnwandigen Hohlziegeln vom Format 12 × 16 × 30 *cm* ausgefüllt.

Die Rippen erhalten eine Stärke von 4 *cm*, die eingelegten Rundeisen eine solche von 16—20 *mm*. Die Stärke der Betonplatte richtet sich nach der Belastung und Spannweite der Decken.

Bis zu 6·00 *m* freier Länge kann diese Decke mit hochkantig angeordneten Ziegeln (Fig. 9) direkt auf die tragenden Mauern gelegt werden. Bei größerer freier Länge sind eiserne Träger anzuordnen und wird dann die Decke auf die Unterflanschen der Träger gelegt. In diesem Falle empfiehlt es sich, die Trägerentfernungen nicht über 4 *m* anzuordnen und die Ziegel flachkantig nach Fig. 8 zu legen.

Die in den Fig. 8 und 9 dargestellten Decken entsprechen einer Nutzlast von 250 kg/m^2 .

Für die Herstellung dieser Decken ist eine volle Schalung erforderlich; auf diese werden entweder die Hohlziegel reihenweise direkt aufgelegt oder es können zuerst eine dünne Betonschicht aufgetragen und auf diese erst die Hohlziegel aufgelegt werden.

g) Trägerlose Zellendecke, System Kulhaneč.

(Fig. 10 und 11, T. 23.)

Das Prinzip dieser Decke besteht darin, daß aus einem kräftigen Portlandzementmörtel parallelepipedische Zellen gegossen werden (Fig. 10 a), welche im unteren Teile Rundeiseneinlagen erhalten, die die Zugspannungen aufnehmen, während eine oben abschließende Betonplatte die Druckkräfte aufnimmt und gleichzeitig auch den Fußboden für das obere Geschoß bildet. Die Zellen können entweder leer bleiben oder mit Korkstein, porösen Ziegeln, Schlackenstein u. dgl. ausgefüllt werden. Der Plafond erhält eine Verkleidung mit Korksteinplatten oder bloß einen Verputz.

Die tragende Konstruktion bilden die Zellenwände mit den Eiseneinlagen in Verbindung mit der Deckplatte. Diese Konstruktion wird so wie die Fig. 10 a zeigt, auf allen Umfassungswänden des zu überdeckenden Raumes aufgelegt, daher wird die Decke auch von allen Umfassungswänden getragen, während fast bei allen anderen Deckenkonstruktionen bloß die Hauptmauern zum Tragen der Decke herangezogen werden.

Zur Ausführung dieser Decke ist in jedem Falle eine volle Einschalung nötig, die Ausführung selbst ist, je nachdem die Zellen leer bleiben oder mit irgend einem leichten Material ausgefüllt werden, etwas verschieden.

Die Fig. 10 zeigt jene Ausführung, wo die Zellen leer bleiben und der Plafond mit Korksteinplatten verkleidet wird.

Zur Ausführung wird auf die Einschalung das Netz der für die Zellenwände bestimmten Eiseneinlagen gespannt und durch Unterlegen von Holzklötzchen in der richtigen Höhe fixiert. Zwischen dem Netz werden die zur Bildung der Zellen passenden Hohlkörper gelegt und die Zwischenräume mit Portlandzementmörtel ausgefüllt, sodann wird Beton für die Deckplatte aufgebracht und festgestampft. Nach Erhärten des Mörtels wird die Einschalung entfernt, die Leerkörper werden von unten aus den Zellen genommen; hierauf wird der Plafond mit Korksteinplatten, Gipsdielen u. dgl. verkleidet, diese werden an der unteren Fläche mit einem Verputz versehen.

Werden die Zellen mit irgend einem leichten Material ausgefüllt, so ist die Ausführung wie folgt: Zwischen die wie früher gelegten Maschen der Eiseneinlagen werden auf einer auf die Einschalung gegossenen $1\frac{1}{2} \text{ cm}$ hohen Mörtelschicht die Kork- oder Ziegelsteine so gelegt, daß dazwischen genügend Raum für die Zellenwände frei bleibt; diese werden in die Mörtelschicht etwas eingedrückt, so, daß durch den in die Stoßfugen hinaufquellenden Mörtel die Eiseneinlagen umhüllt werden. Dann werden durch Ausgießen der Stoßfugen die Wände der Zellen gebildet und schließlich wird die Deckplatte aufgetragen und an der Oberfläche mit einer Latte abgezogen.

Nach Erhärten des Mörtels wird die Einschalung entfernt und die Decke am Plafond entweder mit Korkplatten verkleidet und verputzt oder bloß mit einer Verputzschicht versehen.

Fig. 11 zeigt den Querschnitt solcher Decken, wo die Hohlräume mit Korkstein oder leichtem Ziegelmateriale ausgefüllt sind, und zwar Fig. 11 a bei gewöhnlichen leichten Decken, wo die Steine flachkantig, Fig. 11 b bei außergewöhnlichen schweren Decken, wo die Steine hochkantig angeordnet werden. Bei besonders stark belasteten Decken mit großen Spannweiten kann durch Vermehrung der

Eiseneinlagen die notwendige Festigkeit erzielt werden (Fig. 11 b). Der Plafond kann durch einen Verputz oder, wenn nötig, durch eine Verkleidung mit Korksteinplatten mit Verputz gebildet werden.

Durch die Hohlräume der Zellen oder Ausfüllung derselben mit Korkstein wird diese Decke warmhaltend und schalldicht. Sie hat eine sehr geringe Konstruktionshöhe, erfordert jedoch tragende Mauern auf allen Seiten und eine äußerst solide Ausführung.

Nach diesem System werden auch Wände und Treppen ausgeführt. Für dünne Wände ist die Art der Ausführung ähnlich wie jene der P r ü ß'schen Wände (Fig. 2, T. 11). Aus 3 mm dicken Drähten und 1·5/20 mm starken Flacheisen wird ein Gitterwerk gespannt, dessen Weite der Größe der zu verwendenden Füllsteine entspricht. Die Drähte werden in die Stoßfugen eingebettet, daher vertikal gespannt und am Fußboden und Plafond befestigt, während die Flacheisen entsprechend durchlocht in einer der Lagerfugen entsprechenden Anzahl auf die gespannten Drähte aufgezogen werden. Die Flacheisen werden am Plafond in einem Bündel provisorisch festgebunden und während der Ausmauerung einzeln in die Lagerfugen eingebettet. Stoß- und Lagerfugen müssen mit gutem Portlandzement voll und satt ausgefüllt werden. Zur Ausfüllung des Gitterwerkes können hochkantig gestellte Ziegel, Korkstein- oder Gipsschlackenplatten, für Außenmauern auch glasierte Tonplatten verwendet werden.

Die Ausführung von Decken, Wänden und Stiegen nach System K u l h a n e k übernimmt die Unionbaugesellschaft in Prag.

k) Hohlsteinbalkendecke von Math. Steingasser Baumeister in Frättingsdorf.

(Fig. 12—16, T. 23.)

Der Hohlsteinbalken wird aus dünnwandigen, hohlen, je nach dem Zwecke besonders geformten Tonkörpern (Hohlsteinen) gebildet, die auf drei Seiten mit einer entsprechenden, mit Eisen armierten Betonschichte umhüllt und so zu ganzen Trägern verbunden werden (Fig. 12, 15 und 16, T. 23). Für Wände und Pfeiler werden die Hohlsteine auf allen vier Seiten mit Eisenbeton eingehüllt (Fig. 13 und 14).

Zur Herstellung der Deckenbalken werden, wie Fig. 15, T. 23, zeigt, auf einen ebenen Bretterbelag die Hohlsteine der Länge nach bis zur gewünschten Balkenlänge aneinandergereiht, zwischen zwei Hohlsteinreihen wird ein der Balkenhöhe entsprechendes Brett vertikal aufgestellt und fixiert. Zwischen Brett und Hohlstein wird der Beton eingestampft, gleichzeitig werden die Zugeisen an richtiger Stelle eingebettet. Bei Balken mit Nut und Feder sowie bei Balken für Säulen muß natürlich jeder für sich in separater Schalung hergestellt werden.

Für Deckenkonstruktion werden die Balken wie Fig. 16, T. 23, zeigt, auf die fertigen Mauern wie Dippelbäume verlegt und die nach oben klaffenden Fugen der Zusammenstöße mit dünnflüssigem Zementmörtel ausgegossen. Auf die gleiche Weise können auch alle Maueröffnungen (Fenster, Türen usw.) mit Hohlsteinbalken überdeckt werden.

Je nach der Spannweite und Deckenbelastung werden die Hohlsteinbalken 8 bis 25 cm hoch gemacht und hiezu die entsprechenden Hohlsteine, eventuell Dreilochziegel (Fig. 12 a—d, T. 23) verwendet. Die Breite der Balken bleibt stets 20 cm.

Für Wandherstellungen werden zwei Balkentypen (Fig. 13 a und b, T. 23) erzeugt, welche nach Bedarf durch Einlage entsprechender Hohlsteine 8, 11, 14 und 17 cm Dicke bekommen. Die Pfeiler (Fig. 14 a) finden bei Wandkreuzungen und jene Fig. 14 b freistehend vorteilhafte Anwendung. Für Einfriedungen werden die Pfeiler der Einfriedungshöhe entsprechend ausgebildet.

Die Rundeiseneinlagen erhalten bei Wandbalken und Pfeiler überall die gleiche Dicke, bei Deckenbalken sind die unteren zwei Einlagen den berechneten Zugspannungen entsprechend stark anzuordnen, die oberen, schwächer anzuordnenden Einlagen dienen bloß zum Schutze bei zufällig auftretenden Zugspannungen, z. B. beim Transporte der Träger.

i) Eisenbetondecke, System Visintini.

(Fig. 1—4, T. 24.)

Diese Decken bestehen aus nebeneinander gelegten, fertigen Eisenbetonbalken, die an den Enden eingemauert oder auf Unterzügen gelagert werden. Die einzelnen Balken sind als Fachwerkträger konstruiert (Fig. 1), bei welchen diejenigen Fachwerkstäbe, die nur Druckspannungen aufzunehmen haben, aus Beton, diejenigen, welche Zugspannungen erhalten, aber aus Beton mit Eiseneinlagen gebildet sind.

Die Eiseneinlagen bestehen in den Ober- und Untergurten aus durchlaufenden Rundeisen, um die sich die Eiseneinlagen der Zugstreben mit ihren umgebogenen Enden legen. Der umhüllende Betonkörper verhindert das Gleiten der Eiseneinlagen der Streben an jenen der Gurten.

Die Balken sind 20 cm breit und je nach der Belastung und Spannweite 15—40 und auch mehr cm hoch. Um das Durchbiegen einzelner Balken für sich allein zu verhindern und Sprünge im Verputz an der Deckenunterseite zu vermeiden, besitzen die Balken zu beiden Seiten des Obergurts eine trapezförmige Rinne (*r*, Fig. 1 c), wodurch sich beim Aneinanderstoßen zweier Balken eine schwalbenschwanzförmige Nut bildet. Durch Vergießen dieser Nuten mit Zementmörtel und eventuelle Einlage von dünnen Eisenstäben werden die Balken genügend miteinander verbunden, so daß ein Durchbiegen einzelner Balken nicht eintreten kann.

Auf der fertiggestellten Decke können beliebige Fußböden entweder direkt oder mit einer Beschüttung aufgebracht werden. Für direkt aufgebrachte Holzböden können in die Nuten der Obergurten vor dem Ausgießen mit Zementmörtel kleine Holzschwarten eingebettet werden, auf welche der Blindboden genagelt wird (Fig. 2 b). Estriche oder Pflasterungen können direkt auf die fertige Decke oder auf eine vorher aufgebrachte Beschüttung gelegt werden.

Die Zwischenräume zwischen den Trägergurten und Streben bilden bei der fertigen Decke quer zur Längsrichtung der Träger laufende Hohlräume, welche wärmeisolierend und schalldämpfend wirken.

Die Deckenbalken und Unterzüge werden fabrikmäßig, entfernt vom Bauplatze oder auch zunächst desselben erzeugt, und zwar mit Zuhilfenahme geeigneter Formen, in denen die Eiseneinlagen fixiert werden können und in die dann die Betonmasse eingegossen wird.

Die Decken sind infolge des geringen Materialaufwandes sehr leicht, benötigen keine Eingerüstung und hindern den Fortschritt des Baues nicht, da sie rasch verlegt sind und sofort belastet werden können. Ihre Ausführung, speziell die Herstellung kann nur durch Spezialfirmen erfolgen.

Für große Räume werden nach Fig. 3 Unterzüge mit Füllungsträgern angeordnet; die Unterzüge können bei großen Spannweiten durch Betonsäulen (Fig. 4) nach Bedarf unterstützt werden. Stellt man solche Betonsäulen nebeneinander auf, so erhält man eine tragfähige und warmhaltende Scheidewand.

k) Die Bogenbalkendecke, System Thrul.

(Fig. 5—8, T. 24.)

Die Bogenbalkendecke vom Baumeister R. Thrul in Wien wird aus fertigen Elementen (Bogenbalken) gebildet, indem man diese dicht nebeneinander auf die tragenden Mauern verlegt (Fig. 5).

Die Bogenbalken sind 20 cm breit und bestehen aus einem flach gewölbten Bogenstück (Ober- oder Druckgurt), dessen beide Enden mit einer schwachen Sehne (Unter- oder Zuggurt) verbunden sind. So wohl Bogenstück als Sehne erhalten an der unteren Seite entsprechende Eiseneinlagen zur Aufnahme der Zugkräfte.

Die Bogenbalken werden außerhalb der Baustelle, je nach Bedarf bis zur Spannweite von 7 m und darüber fabriksmäßig erzeugt, nach Erhärtung des Betons auf die tragenden Mauern dicht nebeneinander verlegt und dann mit der Beschüttung versehen, in welche der Fußboden eingebettet wird.

Für Spannweiten von 3 und 6 m erhalten die Bogenbalken die in Fig. 5 und 6 angegebenen Dimensionen, bei größeren Spannweiten wird der Druckgurt entsprechend verstärkt.

Die Beschüttung muß bei einer Dielung so hoch gemacht werden, daß die Polsterhölzer in diese entsprechend eingebettet werden können (Fig. 5 a, linke Seite); bei Anwendung einer Pflasterung oder eines Estriches genügt es, die Beschüttung etwas über den höchsten Punkt der Bogenbalken zu machen (Fig. 5 a, rechte Seite).

Der nahezu über die ganze Deckenfläche reichende Zwischenraum macht die Decke schalldämpfend und warmhaltend, an den massiven Balkenenden ersetzt die stärkere Beschüttung die dort mangelnde Luftschichte.

Die fertige Decke erhält an der unteren Fläche (Plafond) einen ebenen Verputz. In manchen Fällen kann diese Decke gleichzeitig auch das Dach bilden, wie Fig. 7 zeigt, in diesem Falle wird auf dem Druckgurt direkt die Holzzementbedachung aufgebracht.

Solche Bogenbalken können auch zur Überdeckung von Maueröffnungen (Türen, Fenstern usw.) mit Vorteil verwendet werden (Fig. 7 und 8). In umgekehrter Lage bilden sie auch ein geeignetes Hilfsmittel zur Herstellung weit ausladender Gesimse (Fig. 8).

1) Die Zylinder-Stegdecke, System Herbst.

(Fig. 9, T. 24.)

Diese Decke hat drei Hauptbestandteile, und zwar: Die Stampfbetonstege *S* mit wellenförmig profilierten Eiseneinlagen *e*, die Füllzylinder *Z* aus Kohlenlöschbeton und die Deckschichte *D* aus Stampfbeton.

Die Stege und Zylinder werden in verschiedenen Typen in der Fabrik erzeugt, nur die Deckschichte wird an Ort und Stelle auf die verlegten Stege und Zylinder betoniert.

Die Stege und Deckschichte, welche zusammen eine Rippenbalkendecke bilden, sind allein die tragenden, statisch zusammengehörigen Bestandteile. Die Eiseneinlage *e* hat die Zugspannungen, die Deckschichte den größten Teil der Druckspannungen aufzunehmen. Die Zylinder füllen die Stegzwischenräume aus und schaffen eine ebene Fläche für den Deckenverputz.

Die Stege, als die eigentlichen Deckenträger, werden in verschiedenen der Spannweite und Belastung entsprechenden Längen- und Querschnittsdimensionen erzeugt und mit auf ihrer ganzen Oberfläche aufgerauhten Flußeiseneinlagen *e* entsprechend armiert. Die Füllzylinder werden in einen zur Trägertypen passenden Querschnitt aus Kohlenlöschbeton 20 cm lang betoniert.

Es ist vorteilhaft, die Decke gleichzeitig mit dem Aufbau des Gebäudes herzustellen. Die fertigen Stege werden in entsprechenden Abständen auf die Mauer- gleiche verlegt und dazwischen die Füllzylinder eingesetzt, worauf die Decke benutzungsfähig ist. Später wird die Deckschichte in der erforderlichen Dicke aufbetoniert.

Einzelne Träger können auch als Zugschließen dadurch armiert werden, daß man die Eiseneinlagen an beiden Seiten etwas über den Beton vorreichen läßt und daran die Schließeneisen festschraubt

Die Konstruktionshöhe der Decke ohne Beschüttung und ohne Fußboden beträgt bei einer Nutzlast von 250 kg pro cm^2 bei 5 m Spannweite 24 cm und bei 6 m Spannweite 28 cm und das Konstruktionsgewicht 277 bzw. 344 kg.

Auf die fertige Decke kann ein beliebiger Fußboden entweder ohne oder mit Beschüttung gelegt werden.

Die Ausführung dieser Decke übernimmt für Österreich-Ungarn Architekt und Stadtbaumeister Heinrich Kaiser in Wien.

m) Siegwartdecken.

(Fig. 10, T. 24.)

Die Siegwartdecke wird aus hohlen Betonbalken gebildet, welche nach den Profilen Fig. 10 a fabrikmäßig erzeugt, am Bauplatze ähnlich wie gewöhnliche Dippelbäume verlegt und deren Zusammenstöße mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgegossen werden.

Zur Bildung der Hohlräume bei Herstellung der Balken dienen eiserne Modelle, an welche mittels kräftigen Drahtschlingen die Eiseneinlagen befestigt werden. Die Drahtschlingen, welche im Beton verbleiben, dienen zugleich als Bügel für die Eisenbetonkonstruktion.

Das Charakteristische der Fabrikation liegt darin, daß die Balken in einzelnen Lagen, also Unterabteilungen der eigentlichen Decke hergestellt werden und der Beton noch im frischen Zustande durch eine eigens dazu konstruierte Schneidemaschine in einzelne Balken zerteilt wird; dabei drückt die Maschine gleichzeitig schräge Rillen in die Seitenflächen der einzelnen Balken, wodurch nach dem Ausgießen der Zwischenräume der verlegten Balken eine innige Verbindung derselben zu einer ganzen mit Hohlräumen durchzogenen Betonplatte bewirkt wird.

Nach erfolgter Abbindung des Betons werden die eisernen Modelle durch eine Vorrichtung im Innern derselben zusammengeklappt und herausgezogen.

Für Spannweiten bis zu 6·5 m werden die fertigen Balken direkt auf die tragenden Mauern gelegt (Fig. 10 b); bei größeren Spannweiten müssen Unterzüge aus I-Trägern oder Eisenbeton zur Anwendung kommen und können die Betonbalken entweder wie Fig. 10 d auf oder wie Fig. 10 e zwischen die Eisenträger gelegt und die unten sichtbaren Teile der Träger mit Beton ummantelt werden.

Für stark belastete Decken kann eine Verstärkung derselben dadurch bewirkt werden, daß man die einzelnen Balken in größeren Zwischenräumen voneinander verlegt, diese Zwischenräume noch vor dem Ausgießen mit Eiseneinlagen entsprechend armiert und dann noch über die ganze Decke eine einheitliche Betonplatte aufträgt.

Die fertige Decke erhält an der Untersicht einen ebenen, schwachen Deckenverputz. Von den Firmen E. Gärtner und Adolf Baron Pittel in Wien werden die in Fig. 10 a im Querschnitte dargestellten Normalprofile in verschiedenen Längen stets am Lager gehalten, aber auf Bestellung auch andere, abnormale Profile erzeugt.

n) Kassettendecke aus Eisenbeton.

(Fig. 12 und 13, T. 24.)

Die Eigenschaft des Betons, in geeignetem Modelle jede, auch die feinste ornamentale Form anzunehmen, macht es möglich, selbst die kompliziertesten Bildhauerarbeiten u. dgl. aus Eisenbeton herzustellen.

Architekt Alexander Wielmanns Eder von Monteforte, k. k. Oberbaurat, konstruierte Kassettendecken für gerade und gewölbte Decken, Träger- und Pfeilerausbildungen, Gesimse, ja sogar durchbrochene schwache Gitter für Ventilations-Heizöffnungen u. dgl. aus Eisenbeton. Von diesen Konstruktionen gelangten mehrere durch den Bildhauer H. Koch in Wien zur Ausführung, z. B. die Kassettendecken im Gerichtsgebäude zu Salzburg und Brünn.

Für solche Decken wurden durch Eisen- und Eisenbetonträger zirka 1,2 m große, quadratische Felder gebildet und diese dann mit mehreren an der Untersicht ornamental ausgebildeten Eisenbetonteilen ausgefüllt. Diese Teile ruhen auf den unteren Trägerflanschen und sind unter sich und mit den anschließenden Eisenbetonträgern mit entsprechenden Falzen verbunden. Die Unterflanschen der Eisenbetonträger erhalten einen Verputz, die unteren Flächen der Eisenbetonträger aber einen entsprechenden ornamentalen Schmuck.

Bei der Teilung der Kassette muß man darauf sehen, daß die einzelnen Stücke nicht über 80 kg schwer werden, damit die Versetzarbeit von zwei Mann ohne Anwendung besonderer Hebezeuge erfolgen kann.

Die Ausführung der einzelnen Teile erfolgt in Gipsmodellen durch Eingießen und mäßiges Einstampfen der ordentlich vermengten Betonmasse; gleichzeitig werden die Eiseneinlagen an geeigneter Stelle einbetoniert. Nach dem Abbinden der Betonmasse wird das Stück aus der Form genommen und zur weiteren Erhärtung an feuchten, vor Luftzug geschützten Orten entsprechend deponiert, eventuell öfters befeuchtet.

Die Fig. 12 und 13, T. 24, zeigen die Ausführung solcher Kassettendecken, und zwar erstere bei Ausfüllung der Deckenfelder mit zwei und letztere mit fünf Teilen.

Behördlich vorgenommene Belastungsproben haben diese Decken glänzend bestanden.

Werden solche quadratische oder rechteckige Kassetten, mit Ausnahme eines etwa später einzusetzenden Mittelstückes (Rosette) aus einem Stück erzeugt und durch schwalbenschwanzförmige Verbindungen in der Richtung des Gewölbdruckes untereinander verbunden, so ist die Herstellung von Gewölbdecken ohne Anwendung tragender Gerüste, bloß mit Hilfe eines die Form gebenden Lehrbogens möglich. Die Stoßfugen werden hiebei mit entsprechenden Tragfalten verbunden.

Auf diese Art würde auch die Herstellung größerer Kuppelgewölbe möglich sein, indem man vom Anlaufe beginnend die entsprechend geformten Kassetten in einzelnen Ringen aufstellt und mit einer am Gewölbrücken aufzutragenden Nachbetonierung verbindet und verstärkt.

Die Ausführung solcher an der Untersicht verzierter Decken hat noch den Vorteil, daß die fertige Decke sofort ohne jeden Nachteil bemalt werden kann, wenn die einzelnen Teile rein ausgeführt und gut ausgetrocknet sind.

Durch entsprechende Einfügung von Zierstücken aus Betonguß in die Formkästen der Eisenbetonkonstruktion lassen sich auch Pfeiler, Träger u. dgl. mehr oder minder reich architektonisch ausgestalten.

Bei Hauptgesimsen u. dgl. ist es vorteilhaft, die verzierten Teile in mehreren Lagen abseits der Baustelle herzustellen und mit der Aufmauerung zu versetzen. Fig. 11 a und b, T. 24, zeigt einige Beispiele solcher im Gerichtsgebäude zu Brünn ausgeführter Hauptgesimse.

Die Fähigkeit des Betons, die feinsten Formen äußerst genau und rein auszufüllen, so daß jede Nacharbeit entbehrlich wird, führte auch zur Herstellung von dekorativen Ziergittern für die Luftheizungs- und Ventilationsöffnungen im Gerichtsgebäude zu Brünn, welche in Leimformen erzeugt wurden. Diese sehr zierlichen und zweckentsprechenden Gitter haben noch den Vorteil, daß man sie einheitlich mit den Wandflächen bemalen kann.

Neuestens wird der Versuch gemacht, für den Betonguß auch Sandformen, ähnlich wie für den Metallguß zu verwenden.

8. Die Wellblechdecken.

Hiezu kann gerades und bombiertes, d. h. nach gewissen Radien gebogenes Wellblech verwendet werden, wonach man auch gerade und bombierte Wellblechdecken unterscheidet.

a) Gerade Wellblechdecken.

Das gerade Wellblech wird entweder auf die unteren oder auf die oberen Trägerflanschen oder auf an die Trägerstege angenietete Winkeleisen, und zwar ohne besondere Vorkehrungen verlegt. Soll das Wellblech eingemauert werden, so ist auch keine besondere Unterlage erforderlich, vorausgesetzt, daß die Wellenberge gehörig mit Mauerwerk unterfüllt werden.

Für Wohnräume muß das Wellblech der Decken an der unteren Seite einen Verputz erhalten.

b) Decken aus bombiertem Wellbleche.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit kann das Wellblech mit Radien von 2·00—3·00 *m* bombiert, d. h. gebogen werden.

Die Enden der Wellbleche müssen dann entsprechend armiert werden, damit keine Stauchungen der Blechränder erfolgen können, da dies eine Senkung des Scheitels zur Folge hätte. Zu diesem Behufe wird an die Blechenden ein Winkel- oder **┌**-Eisen angenietet oder es muß durch Ausmauern beim Widerlager ein entsprechend verlässliches Gewölbfußel geschaffen werden.

Schließen derartige Bleche an eine Mauer an, so ist als Stütze für den Bogenfuß *s t e t s* ein eiserner **I**- oder **┌**-Träger von der erforderlichen Tragfähigkeit neben die Mauern zu legen.

c) Stukkaturblechdecken.

Anstatt des geraden Wellbleches kann auch sogenanntes Stukkaturblech verlegt werden, welches im Querschnitt trapezförmig gebogen erscheint, so daß der Verputz auf diesem Bleche direkt ohne weitere Vorkehrungen haftet.

Die Anwendung der Stukkatur- und Wellblechdecken ist heutzutage eine sehr beschränkte, weswegen auf eine detaillierte Beschreibung derselben nicht eingegangen wird.

9. Flache Steindecken zwischen Eisenträgern.

Das Bestreben, die Vorteile der Gewölbdecken (Einbruch-, Feuersicherheit und Dauerhaftigkeit) und jene der Tramdecken (gerade, ebene Deckenflächen) in einer Konstruktion zu vereinigen, ohne die Kosten der Decke besonders zu erhöhen, führte zur Konstruktion verschiedener Systeme flacher, massiver Decken.

Im Prinzip bestehen solche Konstruktionen darin, daß eiserne **I**-Träger in geringen Entfernungen angeordnet und die Felder zwischen den Trägern mit auf die unteren Trägerflanschen entweder horizontal oder mit ganz geringen Stichhöhen flach verlegten Ziegeln ausgefüllt werden. Die Beschüttung kommt dann direkt auf die Ziegeldecke und reicht gewöhnlich bis zur oberen Trägerflansche, wo sie durch den Fußboden abgeschlossen wird. Die höheren Kosten solcher Decken werden infolge der durch die geringe Konstruktionshöhe bedingten Ersparnis an vertikalem Mauerwerke zum Teile gedeckt.

a) Die Klein'sche Decke von Johann Odorico in Wien.

(Fig. 1, T. 25.)

Die Ausführung der Decke geschieht mit gewöhnlichen Mauerziegeln oder nach Bedarf auch mit solchen von 10—12 *cm* Dicke. Hohlziegel, bei welchen die Kanäle senkrecht zu den Eisenträgern angeordnet sind, eignen sich wegen des geringeren Gewichtes ganz besonders für diese Decke. Die eisernen **I**-Träger werden gewöhnlich 1·00—1·50 *m*, eventuell selbst bis 3·00 *m* voneinander verlegt.

Die Ziegel werden in geraden, von einem Traversensteg bis zum andern durchlaufenden Scharen, wie gewöhnliches Ziegelpflaster verlegt und während der Ausführung von einer horizontalen, provisorischen Brettverschalung unterstützt.

Zwischen den senkrecht zu den Trägern liegenden Stoßfugen werden hochkantig gestellte Flacheisen in gutem, verlängertem Portlandzementmörtel so eingebettet, daß sie in den unteren Teil der Fugen zu liegen kommen, wo die Zugspannungen auftreten.

Nach dem Verlegen der Ziegelplatten wird die obere Fläche der Decke mit dünnflüssigem Zementmörtel übergossen und dieser gut in die Fugen eingekehrt. Je nach der Trägerdistanz und der verlangten Tragfähigkeit der Deckenkonstruktion können die Ziegel flachkantig (Fig. 1 a) oder hochkantig oder auch flachkantig mit hochkantig gestellten Verstärkungsrippen (Fig. 1 b) verlegt werden.

Die Ziegeldicke soll bei hartgebrannten Ziegeln mindestens $\frac{1}{30}$ der Spannweite und bei minder harten oder porösen Ziegeln mindestens $\frac{1}{25}$, bzw. $\frac{1}{20}$ der Spannweite betragen. Bei starker Beanspruchung der Decke kann diese noch dadurch verstärkt werden, daß man sofort nach dem Legen der Ziegel die fertige Decke oben mit einer Schichte dünnflüssigen Zementmörtels bedeckt, eventuell darüber noch eine schwache Betonschichte ausführt.

Der Querschnitt der einzulegenden Flacheisen ist von der Trägerdistanz, von der Entfernung der angeordneten Flacheisen und von der Inanspruchnahme der Decke abhängig und wechselt zwischen $\frac{1}{20}$ und $\frac{2}{30}$ mm.

Zweckmäßig ist es, die Trägerhöhe mit Rücksicht auf die Stützweite und Belastung der Decke so zu wählen, daß die normale Beschüttung (11 cm für untere Geschosse) gerade noch über die obere Trägerflansche reicht; darnach richtet sich dann die Entfernung der Träger voneinander.

Um die unteren Trägerflanschen durch den Deckenverputz vollkommen überdecken zu können, werden die an die Flanschen anschließenden Ziegelplatten so zugehauen, daß deren untere Flächen mit der Unterfläche der Flanschen übereinstimmen oder etwas über dieselbe vorragen.

Die Kleinsche Decke eignet sich auch zur Herstellung von feuersicheren Dächern, namentlich für Holzzementdächer, wobei gewöhnlich die Ziegelplatten zwischen eisernen I-Trägern kleineren Profils liegen, welche wieder von I-Trägern stärkeren Profils unterstützt werden.

Nachdem die Stabilität dieser Decke von der soliden Ausführung und von der Bindekraft des Mörtels zu sehr abhängig ist, so wird es sich empfehlen, dieselbe nur bei geringen Trägerdistanzen anzuordnen.

b) Flache Ziegeldecke von Georg Demski in Wien.

(Fig. 2, T. 25.)

Diese Decken können bei Trägerentfernungen bis 1.75 m ausgeführt werden.

Die I-Träger werden mit Schließen gegeneinander gut verankert.

Zur Herstellung solcher Decken werden auf einer ebenen, im Niveau der unteren Trägerflanschen angeordneten Schalung gewöhnliche, nach der Längsachse dreimal durchlochte Hohlziegel scharenweise wie liegendes Ziegelpflaster in Verband gelegt. Die Oberfläche der Bretterverschalung wird, um das Ausfließen des später aufzubringenden, flüssigen Mörtels zu verhüten, mit Dachpappe abgedeckt.

Die je eine Schar bildenden Ziegel werden, bevor sie an ihre Verwendungsstelle gelangen, gründlich genäßt und derart auf ein Brett gelegt, daß ihre Hohlräume sich zu kontinuierlichen Längskanälen aneinanderreihen. Sodann wird in jeden dieser Kanäle ein $1.5/25$ mm starkes Flacheisen, welches von einem Trägersteg zum andern reicht, in hochkantiger Stellung eingeschoben und die so verbundenen Ziegelscharen nacheinander auf die unteren Trägerflanschen gelegt.

Nach dem Verlegen von 4—6 Scharen werden die Eiseneinlagen mittels eigener „Richtkämme“ vertikal gestellt, sodann die Fugen mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgegossen, wodurch sich auch die Hohlkanäle füllen. Die Decke bleibt dann durch 14 Tage auf der Einschalung ruhen und wird erst nach weiteren 14 Tagen beschüttet und vollendet.

c) Die Falzziegelgewölbdecke, System Schneider
in Wien. (Fig. 3, T. 24.)

Für diese Decke werden eigene Falzziegel (Fig. 3 c, T. 25) angefertigt, welche an den Langseiten mit Nut und Feder ineinandergreifend zwischen eisernen Trägern verlegt werden.

Die eisernen I-Träger werden gewöhnlich 1.25—2.00 m voneinander verlegt und mit Rundeisenschließen gegeneinander verankert.

Auf die unteren Trägerflanschen werden die Falzziegel im Verband, mit einem geringen Gewölbstich in Zementmörtel so verlegt, daß zwischen zwei flach gelegten Ziegelscharen α eine hochkantig gestellte Schar β als Versteifungsrippe zu liegen kommt. Die Pfeilhöhen der Gewölbe betragen zirka $\frac{1}{50}$ der Spannweite. Die an die Träger anschließenden Ziegel müssen so zugehauen werden, daß sie mit der unteren Fläche der Trägerflanschen eben liegen. Die Falzziegel sind an den unteren Seiten zum besseren Anhaften des Deckenverputzes mit Nuten und an den oberen Seiten mit ovalen Aushöhlungen zur Gewichtsverminderung versehen.

Diese sehr flachen Gewölbdecken werden auf einer provisorischen Einschalung ausgeführt, welche erst nach dem Erhärten des Mörtels in etwa 14 Tagen entfernt werden darf. Der Deckenverputz wird aus Weißkalkmörtel ganz eben hergestellt. Die Polsterhölzer für den Fußboden liegen auf den oberen Trägerflanschen in der direkt auf die Decke aufgebrachten Beschüttung. Für eine eventuelle Pflasterung braucht die Beschüttung nur 2 cm über die obere Trägerflansche zu reichen.

d) Zackenziegelgewölbdecke, System Schuhmacher
in Wien. (Fig. 4, T. 25.)

Diese Flachdecken werden mit Formziegeln (Fig. 4 c) von $26 \times 14 \times 7.5$ cm Größe, in Romazementmörtel zwischen eisernen Trägern mit einer Stiehöhe von mindestens 5 cm hergestellt. Die Träger werden in Entfernungen bis 1.50 m verlegt.

Die Ausführung erfolgt auf entsprechend durch Gerüste oder Hängeisen unterstützten Rutschbögen unter Einhaltung des Verbandes „Voll auf Fug“ scharenweise von beiden Stirnseiten. Die Lagerflächen der einzelnen Scharen sind gegen die Vertikale um 4 cm geneigt.

Die Kämpfersteine sind an die Auflagerflanschen passend zuzuhauen. Der Schluß eines Ringes wird in der Nähe des Scheitels durch einen passend zugehauenen Stein c (Fig. 4 a und d) gebildet, welcher in der Richtung der Gewölbachse einzutreiben ist.

Der Schluß des Gewölbeplatzels erfolgt durch Ausbetonierung oder Ausmauerung der linsenförmigen Öffnung mit Zementkalkmörtel.

Bei den eisernen I-Trägern wird mit entsprechend zugehauenen Ziegeln oder mit Beton eine bis zur oberen Flansche reichende Nachmauerung n (Fig. 4 a) hergestellt.

Mit Rücksicht auf die beträchtliche Dicke des Deckenverputzes (am Scheitel 7 cm) wird über die ganze Gewölbleibung, inklusive der unteren Trägerflanschen ein Drahtnetz gespannt und dieses mit Haken und Nägeln am Gewölbe und an den Trägern befestigt.

Erst nach vollständiger Erhärtung des Mörtels (in 2—4 Wochen) kann diese Decke belastet werden.

Bei gemauerten Endwiderlagern müssen die Gewölbsteine 8 cm in die Widerlager eingreifen.

e) Doppelfalz- und Zackenziegelgewölbedecke, System Ludwig in Wien. (Fig. 5, T. 25.)

Die Ziegel für diese flache Gewölbedecke sind an allen vier Stoßflächen doppelt gezackt, eventuell nach der Längennachse mit zwei kreisrunden Löchern versehen und scharf gebrannt (Fig. 5 a).

Zur Herstellung der Decke werden die Ziegel in Portlandzementmörtel mit nur 5 mm dicken Stoßfugen zwischen 1·00—1·80 m voneinander entfernten Trägern mit 2—3 cm Stichhöhe verlegt.

Die Ausführung erfolgt auf einer vollen Einschalung scharenweise, von einer Stirnseite beginnend, derart, daß der erste Stein jeder Schar an die Trägerflansche passend zugehauen wird, die mittleren Steine (2—5 der Fig. 5 c) sodann mit der unteren Hälfte der Stoßfugen in Mörtel gelegt werden und schließlich der ebenfalls an die Trägerflanschen passend zugehauene, letzte Stein 6 von seitwärts eingetrieben wird, erst dann wird der obere Teil der Stoßfugen mit dünnem Mörtel vollgegossen.

In der folgenden Schar wird abwechselnd bei dem dem Steine 1 gegenüberliegenden Träger begonnen und den Zacken die umgekehrte Richtung gegeben, sonst aber unter Einhaltung des Fugenwechsels ähnlich wie früher vorgegangen. Auf diese Weise wird bis zur anderen Stirnseite gemauert, wo die letzten, an dieselbe angrenzenden Ziegel entsprechend zugehauen und die Fugen mit dünnflüssigem Mörtel ausgegossen werden.

Anschließend an die Trägerflanschen können auch passende Formsteine f (Fig. 5 e) verwendet werden.

Bei den Trägern empfiehlt es sich, eine bis zur Oberflansche reichende Nachmauerung n (Fig. 5 c und e) aus gewöhnlichen Ziegeln oder magerem Beton herzustellen.

24 Stunden nach Vollendung der Gewölbe kann die Einschalung entfernt und nach Erhärten des Mörtels (in zirka zwei Wochen) die Decke benützt werden.

f) Horizontale Zackengewölbedecke, System Schöber.

(Fig. 6, T. 25.)

Diese Decke kann auf folgende Art ausgeführt werden:

1. Aus liegenden Mauerziegeln mit Schlußsteinen aus Gewölbziegeln, bis 1·5 m Spannweite (Fig. 6 a).
2. Aus liegenden Gewölbziegeln mit Schlußsteinen aus Mauerziegeln, bis 2·00 m Spannweite (Fig. 6 b).
3. Aus liegenden und stehenden Mauer- und Gewölbziegeln, bis 2·25 m Spannweite (Fig. 6 c).
4. Aus stehenden Gewölbziegeln mit Mauerziegeln als Schlußsteine, bis 2·5 m Spannweite (Fig. 6 d).

Die Stoßfugen sind bei dieser Gewölbedecke nicht radial, sondern in jedem der beiden Gewölbschenkel parallel zueinander und gegen die Widerlager geneigt, wodurch am Gewölbanlaufe und am Gewölbschlusse keilförmige Ziegel notwendig werden, während man dazwischen nur ganze Ziegel verwendet, welche in der Leibungsfläche zackenförmig vorstehen.

Zur Ausführung dieser Decke werden eigene Rutschlehren verwendet, die in die zackenförmige Gewölbleibung genau passen (Fig. 6 f, T. 25). Die Einwölbung erfolgt zwischen Eisenträgern.

Die eisernen Träger werden unter Einhaltung der für die verschiedenen Gewölbbarten angeführten Maximaldistanz entsprechend ausgeteilt und mit Schraubenschließen (in mindestens 2 m Entfernung) verbunden.

Bei starker Deckenbelastung soll die Trägerentfernung auch bei den letztgenannten drei Gewölbbarten 1·5 m nicht überschreiten.

Zur Einwölbung werden die Rutschlehren (Fig. 6 e) auf Pfetten gelegt und mit unterlegten Doppelkeilen in die richtige Höhe gebracht. Die erste Schar wird nun mit einer kleinen Neigung (Wiege) von zirka 2 cm gegen die Stirnwand von beiden Trägersauflagern aus begonnen. Die beiden Kämpfersteine werden derart zugehauen, daß sie an den Trägern gut anliegen. Jeder Ziegel muß auf den Zacken der Rutschlehren passend aufruhen. Die möglichst kleinen Fugen werden mit Mörtel voll gefüllt. Die Schlußsteine werden entsprechend keilförmig zugehauen und fest eingetrieben. Hierauf wird die Rutschlehre für die zweite Schar umgewendet, mit Keilen in die richtige Höhe gebracht und diese Schar in ähnlicher Weise hergestellt.

Die zackenförmigen Ausschnitte auf beiden Seiten der Rutschlehre entsprechen dem normalen Fugenwechsel.

Die Legende zu Fig. 6 e gibt auch die gebräuchlichen Stichhöhen an, welche mit $\frac{1}{24}$ — $\frac{1}{36}$ der Spannweite angenommen sind.

Der Schluß des Gewölbeplatzels erfolgt ungefähr in der Mitte, wenn sich die Scharen bis auf zirka 30—45 cm genähert haben, nach Art der gewöhnlichen Rutschbogeneinwölbung mit Ziegeln oder auch mit Beton auf einer vollen Einschalung.

Bei der Ausführung mit liegenden Ziegeln wird bei den Trägern eine bis zur oberen Trägerflansche reichende Nachmauerung *n* (Fig. 6 a) aus Ziegeln oder magerem Beton hergestellt.

Bis zu 1.50 m Spannweite kann die Einwölbung mit Weißkalkmörtel bewirkt werden, für größere Spannweiten ist jedoch Romanzement- oder verlängerter Portlandzementmörtel anzuwenden.

Die unteren Trägerflanschen können mit einer Tünche aus Portlandzement oder mit einem angehängten Rohrgeflechte zur Aufnahme des in horizontaler Ebene herzustellenden Deckenverputzes versehen werden.

Erst nach vollständiger Erhärtung des Mörtels (zirka zwei Wochen) kann die Decke begangen und benützt werden.

g) Sekuradecke aus porösen Wabensteinen.

(Fig. 13, T. 25.)

Für diese Decke dienen eigene Hohlziegel (Wabensteine), die je nach der notwendigen Tragfähigkeit der Decke entweder 17 oder 22 cm hoch als einfache oder doppelte Hohlziegel (Fig. 13 a und b) angefertigt werden.

Die Ausführung der Decke erfolgt auf einer vollen Einschalung zwischen der auf 2.00 bis höchstens 2.50 m entfernt voneinander verlegten eisernen **I**-Trägern mit gutem Portlandzementmörtel. Für den Anlauf und Schluß dienen keilförmige Steine, die entweder als Voll- oder Hohlsteine hergestellt werden können (siehe Fig. 13 a und b, T. 25).

Der Anschluß an tragende Mauern erfolgt ähnlich wie bei Ziegelgewölbedecken zwischen Eisenträgern. Bei schwachen Mauern müssen entsprechende Endwiderlagsträger angeordnet werden.

Die Ausführung dieser Decke übernimmt die Bauunternehmung **Weber & Körner** in Nürnberg.

h) Formstein-Balkendecke, System Seidl.

(Fig. 14, T. 25.)

Bei diesem System werden statt der eisernen **I**-Träger solche aus gebrannten Tonsteinen angefertigt. Die nach Fig. 14 e geformten 30 cm langen Tonsteine werden an den Stirnseiten mit gutem Portlandzementmörtel zu einem ganzen Träger in der erforderlichen Länge verbunden. Zur Aufnahme der Zugspannungen wird in der unteren halbkreisförmigen Rinne ein der Länge und Belastung des Trägers entsprechend starkes, über die ganze Trägerlänge reichendes Rundeisen *R* (Fig. 14 e) mit gutem Portlandzementmörtel eingegossen. In der oberen, gleichlaufenden Rinne wird ein schwaches Rundeisen *r* auf dieselbe Art eingegossen, welches keinerlei

statische Funktion übernimmt, sondern lediglich den Zweck hat, zufällige, z. B. beim Transport des Trägers etwa auftretende Zugspannungen aufzunehmen. Beide Rundeisen sind in den Stoßfugen der Formsteine mit Draht verbunden. Die Formsteine werden für alle Trägerlängen in gleicher Form und Größe, wie in Fig. 14 *c* dargestellt, erzeugt, bloß das die Zugspannungen aufnehmende Rundeisen *R* (Fig. 14 *c*) muß der jeweiligen Länge und Belastung des Trägers entsprechend stark gewählt werden.

Die Tragfähigkeit des aus verschiedenen Einheiten gebildeten Trägers hängt größtenteils von der sorgfältigen Arbeit und der Bindekraft des Mörtels ab, der Träger darf daher nicht früher verwendet werden, bis der Mörtel eine hinreichende Festigkeit erlangt hat, wozu mehrere Wochen erforderlich sind.

Die Träger werden 50 *cm* voneinander entfernt auf die tragenden Mauern verlegt, woselbst sie 15 *cm* tief aufruhren. Die Zwischenräume können, wie in Fig. 14 *a* und *b* gezeichnet, mit entsprechend hergerichteten Hohlziegeln (Hourdis) oder mit Betonplatten überdeckt werden.

Deckenverputz, Beschüttung, eventuell bloß Estrich, wird in gleicher Weise wie bei anderen derartigen Decken ausgeführt.

Für stärker belastete Decken, bei denen ein ebener Plafond entbehrlich ist, können zwei Träger nebeneinander gelegt und mit dazwischen eingestampftem Eisenbeton verbunden und verstärkt werden, wie dies Fig. 14 *d* im Profile zeigt. Auf diese Träger werden vortheilhaft Eisenbetonplatten in der in der Figur dargestellten Form aufgebracht.

Die Träger können an der unteren Seite durch einen gezogenen Verputz auch beliebige Profilierungen erhalten.

Diese Deckenkonstruktion ist ein Fabrikat der Wienerberger Ziegelfabriks- und Baugesellschaft in Wien.

i) Flachdecken mit großen Hohlziegeln (Hourdis).

Die Gödinger Ziegelwerke der Brüder Redlich erzeugen aus besonders gutem Materiale Dreiloch-Hohlziegel von 20 *cm* Breite, 7 *cm* Höhe und 50—120 *cm* Länge, welche auf die unteren Trägerflanschen verlegt und an den Stoßfugen mit Zementmörtel verbunden werden. Sie bilden dann nach Erhärtung des Mörtels eine einheitliche Platte von hinreichender Tragfähigkeit. Längere Hourdis werden auch mit schräg geschnittenen Enden, eventuell auch mit etwas gekrümmten Längachsen erzeugt und dann auf eigene, an die Trägerflanschen anschließende Widerlagsteine in Portlandzementmörtel verlegt. Sie bilden auf diese Art eine flache Gewölbdecke mit sehr geringer Stichhöhe.

Auch als Gesimsziegel für größere Ausladungen werden Hourdis mit Vorteil verwendet.

10. Verstellbare Lehrbögen und Aufhängevorrichtungen.

Durch entsprechende Vorrichtungen können bei Gewölbdecken zwischen Eisenträgern die hölzernen Lehrbögen, eventuell samt Pfetten auf die eisernen Träger aufgehängt oder die hölzernen Lehrbögen durch verstellbare, eiserne Lehrbögen, welche auf den Trägerflanschen ruhen und die zumeist kostspielige Eingeringung vollkommen entbehrlich machen, ersetzt werden.

a) Hängvorrichtungen zur Unterstützung der hölzernen Lehrbögen.

Fig. 11, T. 25, zeigt ein Hängeisen in Doppelhakenform.

In den Haken sind die Unterzüge, auf denen die Lehrbögen ruhen, festgekeilt. An den Endwiderlagern können ähnliche Hängeisen mit einfachem Haken angewendet werden. Bei jedem Haken muß im Gewölbe eine entsprechende Öffnung gelassen werden, um beim Abgerüsten den Haken nach oben herausziehen zu können.

Fig. 12, T. 25, zeigt eine Scherklau e, System Michael, und Fig. 10, T. 25, eine solche System Tr ä b e r t. Beide dienen zum Aufhängen der Unterzüge an die unteren Trägerflanschen und machen die beim Hängeisen (Fig. 11, T. 25) notwendigen Öffnungen im Gewölbe entbehrlich.

Fig. 9, T. 25, stellt ein einfaches H ä n g e i s e n dar, welches an die untere Trägerflansche gehängt und durch den zwischen dem seitlich angenieteten Winkelleisen und der Trägerflansche einzutreibenden Holzkeil an die untere Trägerflansche zangenartig angepreßt wird.

b) Eiserne, verstellbare Gewölblehrbögen.

Diese können sowohl als Unterstützung der Gewölbeinschalung wie auch als Rutschbögen gebraucht werden.

Fig. 7, T. 25, zeigt eine Eingerüstung für Betongewölbe von J u n k. Hiezu sind erforderlich: die auf die Traversenenden zu legenden Auflagerlaschen *a* von $270 \times 120 \times 40$ mm, die zweiarmigen Hängebügel *b* mit Schraubengewinden und Muttern im oberen Teile, die Längsträme *t* mit 15×20 cm Querschnitt und die Lehrbögen *l* aus übereinander genagelten, 2,5 cm starken Brettern, ferner die zur Einschalung notwendigen, auf die Lehrbogenenden zu liegen kommenden Überlagpfosten *ü* und die 5 cm dicke Latteneinschalung.

Fig. 8, T. 25, zeigt einen Lehrbogen, System J u n k aus $\frac{9}{40}$ mm starkem, segmentförmig gebogenem Flacheisen, welches durch die Schlitze zweier, an den unteren Trägerflanschen hängenden Eisenhaken gesteckt und mit Keilen in diesen Schlitten festgehalten wird. Diese Vorrichtung ist sehr einfach und entsprechend, setzt jedoch wie alle derartigen Bögen einen stets gleichbleibenden Gewölbradius voraus.

11. Mauerträger.

(Fig. 1 und 2, T. 26.)

Wenn auf einen Deckenträger eine Scheidemauer aufgesetzt werden soll, so muß bei Berechnung der Träger sowohl die Deckenlast als auch die Mauerlast berücksichtigt werden.

Man kann hiebei entweder mit ein oder mehreren, gewalzten Trägern das Auslangen finden oder es müssen genietete Träger konstruiert werden.

Aus den Fig. 1 *a, b, c* und 2 *a, b, c*, T. 26, ist zu ersehen, wie derartige Mauerträger für die üblichen Mauerstärken von 15—45 cm konstruiert werden.

Fig. 1 *a* zeigt einen einfachen, gewalzten Träger, *b* und *c* zwei oder drei nebeneinander gelegte, mittels Schraubenbolzen und Stemmröhren verbundene, gewalzte Träger; Fig. 2 *a* einen genieteten Mauerträger mit einem Stehblech, *b* einen solchen mit zwei und *c* einen solchen mit drei Stehblechen. Die beiden letzten Träger heißen auch K a s t e n t r ä g e r.

Die Träger müssen an den Enden je nach der Belastung 30—45 cm tief aufliegen und entsprechende Unterlagsplatten erhalten.

Mauerträger können auch als Widerlager für flache Deckengewölbe verwendet werden. Für solche Mauerträger sind aber unbedingt einheitliche Träger, also geniete oder Kastenträger und nicht einfach nebeneinander gestellte, durch Schraubenbolzen verbundene, gewalzte Träger zu verwenden.

Die Konstruktionshöhe der Mauerträger ist so zu wählen, daß einerseits die Unterkante nicht tiefer zu liegen kommt als jene der übrigen Deckenträger, und andererseits ihre Oberkante noch unter dem Niveau des Fußbodens bleibt.

12. Decken mit Unterzügen und Säulen.

Wenn bei Decken mit großen Spannweiten und bedeutender Belastung (z. B. bei größeren Magazinräumen) die Tragfähigkeit der gebräuchlichen Träme oder der gewalzten Eisen- oder sonstigen Träger nicht mehr hinreicht, so kann man

entweder durch Anordnung von Unterzügen die freie Länge der Deckenträger verringern oder man kann verstärkte Träme, genietete oder sonstige, stärkere Träger anwenden. Die Verwendung von Unterzügen wird meist ökonomischer und zweckmäßiger sein; sie können aus Holz, Eisen oder Eisenbeton hergestellt werden.

Je nach der Spannweite und den räumlichen Verhältnissen kann entweder ein Unterzug in der Längsmittle des Raumes angeordnet oder es können auch zwei oder mehrere Unterzüge notwendig werden (Fig. 7a, T. 26).

Jeder Unterzug kreuzt die Deckenträger an ihren unteren Flächen in senkrechter Richtung und dient denselben dort als direktes Auflager. Dadurch wird die Decke in mehrere Felder mit kleineren Spannweiten geteilt, daher auch die freie Länge der Deckenträger vermindert und deren Tragfähigkeit bedeutend erhöht.

Die Unterzüge können an ihren Enden entweder auf genügend tragfähige Mauern oder Wandpfeiler gelegt werden, woselbst sie ein 30—45 cm tiefes Auflager und eine entsprechende Unterlagsplatte aus Stein oder Eisen erhalten. Bei größeren Längen kann der Unterzug durch gemauerte Pfeiler, Holzständer, schmiedeeiserne Ständer, gußeiserne Säulen oder Eisenbetonständer an einer oder an mehreren Stellen unterstützt werden. Diese Unterstützung muß auf die Fundamente derart übertragen werden, daß der Säulen- oder Ständerfuß auf einem entsprechend großen Steinsockel und dieser wieder auf einem hinreichend dimensionierten und tragfähigen Fundamentmauerwerk aufruhrt, damit in keinem dieser Konstruktions-teile sowie auch nicht im Baugrunde der zulässige Druck überschritten werde.

Wo eine direkte Unterstützung durch Pfeiler, Ständer oder Säulen nicht möglich oder zu kostspielig wäre, z. B. in den obersten Geschossen, wenn eine Fortsetzung der Unterstützung durch die unteren Geschosse nicht gestattet ist oder in sehr hohen Räumen, wird man den Unterzug je nach Art der Konstruktion entsprechend verstärken müssen. Dies kann bei einer Holzkonstruktion entweder durch Anwendung zusammengesetzter Träger oder durch Anordnung eines Hängewerkes oberhalb der Decke, bei einer Eisenkonstruktion durch Anwendung eines mit mehreren Kopflechen verstärkten, genieteten Trägers oder eines Gitterträgers erfolgen.

Wegen der größeren Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit wird man die Unterzüge gewöhnlich aus Eisen- oder Eisenbetonträgern, die Stützen aus gußeisernen Säulen, schmiedeeisernen Ständern oder Eisenbetonständern herstellen. Nur wenn die örtlichen und sonstigen Verhältnisse dafür sprechen oder für geringere Spannweiten und kleine Lasten kann auch eine entsprechende Holzkonstruktion Anwendung finden.

a) Decken mit Unterzügen und Ständern aus Holz.

Hölzerne Unterzüge werden durch hochkantig verlegte Balken gebildet, welche bei größeren Längen durch Mittelständer unterstützt und ober den Ständern gerade gestoßen werden. Zwischen den Ständern und Unterzügen werden Sattelholzer womöglich aus hartem Holze angeordnet. Diese erhöhen die Tragfähigkeit der Unterzüge ganz wesentlich und lassen die Stöße der Unterzüge leichter und sicherer durchführen.

Die Entfernung der Ständer (von Mitte zu Mitte) richtet sich nach der inneren Einteilung des Raumes, der Belastung usw. Ist „ l “ die Distanz zweier Säulen, so soll das Sattelholz über die Säulenachse beiderseits um $\frac{1}{6} l$ vorstehen, somit seine ganze Länge $\frac{1}{3} l$ betragen. Das Sattelholz braucht mit dem Unterzug weder verdrückt noch verschraubt zu werden, da hiedurch kein besonderer Vorteil erzielt wird.

Nach den Lehren der Baumechanik soll man trachten, die auf Biegung in Anspruch genommenen Träger so anzuordnen, daß sie als auf beiden Enden frei aufliegend angesehen werden können. Es wird also vorteilhaft sein, den Unterzug über jeder Säule zu stoßen.

Am Ende eines Unterzuges hat ein einfaches, d. h. einseitiges Sattelholz keinen Zweck, ist also wegzulassen, doch muß die Stützweite der Endfelder um zirka 10% geringer gehalten werden als jene der Mittelfelder (Fig. 3, T. 26, linke Seite).

Zwischen Sattelholz und Ständer kann man auch kurze Streben (Kopfbügel) einschalten. Für derartige Sattelhölzer mit Kopfbügel wird die Länge der Sattelhölzer auch nicht größer als zirka $\frac{1}{3} l$ gemacht, da sonst für die Kopfbügel und Ständer Knickungsgefahren eintreten.

Sattelhölzer mit Kopfbügel können auch in den Endfeldern angeordnet werden, wenn der einseitige Schub des Kopfbügel auf den Ständer oder auf die Mauern nicht schädlich wirkt. In diesem Falle kann dann das Endfeld die gleiche Stützweite erhalten wie die Mittelfelder (Fig. 3, T. 26, rechte Seite).

Die Sattelhölzer erhalten aus konstruktiven Gründen meist den gleichen Querschnitt des Unterzuges, obwohl sie weit geringer beansprucht werden. Die Säulen werden mit den Sattelhölzern bündig gemacht.

Bei Ausführung solcher Konstruktionen muß eine besondere Sorgfalt darauf gerichtet werden, daß die Ständer vollkommen lotrecht und fest stehen und die Deckenträger tatsächlich horizontal verlegt sind, damit exzentrische Kraftübertragungen vermieden werden.

Gewöhnlich stellt man die Ständer auf entsprechend große, am Fundamentmauerwerk lagernde Unterlagssteine, wobei darauf zu achten ist, daß die der Witterung ausgesetzten Auflagerflächen so zugearbeitet werden, daß das Regenwasser rasch abfließen kann. Sind Ständer oder Säulen durch mehrere Geschosse hindurch anzuordnen, so müssen dieselben durchaus so versetzt sein, daß die Achsen der Ständer oder Säulenschäfte im Lot zusammenfallen.

Hölzerne Ständer werden als Doppelständer angeordnet und mit eisernen Schrauben verbunden (Fig. 4, T. 26).

b) Decken mit eisernen Unterzügen, bezw. Stützen.

Wenn eiserne Träger als Unterzüge angeordnet werden, so können dieselben je nach Erfordernis aus entsprechend dimensionierten, gewalzten I-Trägern oder aus genieteten Trägern bestehen.

Die Deckenträger werden auf die oberen Flanschen der Unterzüge einfach aufgelegt, wenn der Unterzug im unteren Raume sichtbar sein darf. Ist dies nicht zulässig, so können die Träger auf die unteren Flanschen des Unterzuges aufgelegt und mit Winkeleisen an den Steg des Unterzuges festgenietet werden (Fig. 6 c, T. 26).

Um Decken aus Eisenkonstruktion feuersicher zu machen, müssen alle Träger und Unterzüge sowie die Stützen gegen den direkten Flammenangriff durch eine Ummantelung aus eigens geformten Backsteinen, aus Beton oder aus Verputz auf Drahtgeflecht usw. geschützt werden.

Bei guten eisernen Säulen wird der Säulenfuß gewöhnlich auf eine gußeiserne Unterlagsplatte gestellt, welche vor dem Versetzen der Säule in ein Zementmörtelbett genau horizontal verlegt wird. Damit diese Unterlagsplatte gegen Verschiebung gesichert ist, muß sie mit einer Rippe oder mittels Steinschrauben mit dem Sockelmauerwerk unverrückbar verbunden werden (siehe Fig. 1 und 2, T. V). Zur Verbindung des Säulenschaftes mit der Fußplatte hat letztere einen zylindrischen Ansatz zu erhalten, welcher am besten den Schaft hülsenförmig umfaßt.

Der Säulenkopf muß derart verbreitert sein, daß die Unterzüge sicher und unverrückbar aufliegen können; hiebei soll die vertikale Querschnittachse der Unterzüge möglichst in einer Ebene mit der Säulenachse liegen.

Bei der Verbindung der Unterzüge über den Säulenköpfen und jener der Deckenträger mit den Unterzügen ist darauf zu achten, daß hiedurch die Säulen in der lotrechten Lage erhalten bleiben.

Gußeiserne Säulen, die durch mehrere Geschosse reichen, werden in jedem Geschosse gestoßen (Fig. 5, T. 26); ihre Verbindung erfolgt ähnlich wie mit der Fußplatte, indem beide Säulenteile hülsenartig übereinander geschoben und mittels angegossener Flanschen miteinander verschraubt werden (Fig. 2, T. V).

Nachdem gußeiserne Säulen nur eine verhältnismäßig geringe Knickfestigkeit besitzen und bei größeren Bränden sehr unverlässlich sind (Sprünge, sogar Abschmelzen), so ist es bei größerer Belastung ratsam, schmiedeeiserne Ständer zu verwenden. Diese werden aus Fassoneisen nach Fig. 9 a, b, c, d, T. 26, zusammengesetzt und erhalten meist eine der früher genannten Ummantelungen, eventuell auch nur eine 15 cm dicke Ummauerung aus gewöhnlichen Ziegeln.

Schmiedeeiserne Ständer gestatten auch zumeist eine einfachere und bessere Verbindung mit den Unterzügen. Die Verbindung der einzelnen, die schmiedeeisernen Ständer bildenden Fassoneisen erfolgt mittels Blechen oder Winkeleisen (siehe Fig. 7 b bis f, T. 26).

Durch entsprechende Kombination verschiedener Fassoneisen können schmiedeeiserne Ständer von verschiedener Tragfähigkeit konstruiert werden. An den Verbindungsstellen der Ständer, Träger, Unterzüge usw. werden sogenannte Knotenbleche angewendet, welche mit den zu verbindenden Eisenteilen vernietet werden.

Man läßt alle Träger am besten auf den Unterzügen stoßen und frei auflagern; hiebei ist aber eine gelenkartige Verbindung der geraden Stöße mit Zuhilfenahme von Eisenlaschen nicht ausgeschlossen.

c) Decken mit Unterzügen und Stützen aus Eisenbeton.

Bei Eisenbetondecken werden etwa notwendige Unterzüge sowie Stützen ebenfalls aus Eisenbeton hergestellt.

Die Ausführungsart dieser Unterzüge und Stützen richtet sich nach der Eigenart der Deckenkonstruktion.

Die Unterzüge werden im allgemeinen so wie stärkere Deckenbalken hergestellt. Dabei können die Deckenbalken entweder ober den Unterzügen auf diesen aufliegend oder in gleicher Höhe mit denselben (die Oberflächen der Balken und Unterzüge bündig) angeordnet werden. Im letzteren Falle greifen die Eiseneinlagen der Balken durch die Unterzüge durch und wird die Betonform beider in einem Zuge ausgeführt, so daß beide Konstruktionsteile in innigem Zusammenhange stehen. Beim System Visintini werden eigene, höhere Gitterträger (Fig. 3, T. 24) als Unterzüge verwendet, auf welche die Deckenbalken so aufgelegt werden, daß sie oben bündig liegen.

Die Stützen bestehen aus Betonsäulen von quadratischem, rechteckigem oder rundem Querschnitt mit (meistens vier) eingesetzten, vertikalen Rundeisenstäben (Fig. 8, T. 26). Mit Rücksicht auf die Druckbeanspruchung der Stützen würde zwar die Ausführung derselben nur aus Beton genügen. Aus Sicherheitsrücksichten jedoch, sowie zur Verstärkung der Stützen gegen ein Knicken ist es angezeigt, auch in den Stützen Eiseneinlagen anzuordnen; diese nehmen dann alle eventuell auftretenden Zugspannungen auf, so z. B. bei nur exzentrisch belasteten Säulen.

Die Ausführung der Eisenbetonsäulen erfolgt meist fabrikmäßig, abseits der Verwendungsstelle; an dieser werden sie dann bloß versetzt. Sie können aber auch an Ort und Stelle ausgeführt werden. Die Säulen werden in Formen hergestellt, die man allmählich nach aufwärts verlängert; der Beton wird schichtenweise in die Form eingestampft. Um die Eisenstäbe stets in ihrer richtigen Stellung zu erhalten sowie auch zur Verhinderung eines Knickens der Stäbe werden dieselben in Abständen von 30—50 cm durch Quereisen verbunden. Im Säulenfuß wird oft ein Rost aus Flacheisen angeordnet, auf dem die Eisenstäbe stehen (Fig. 8, T. 26).

Man verwendet auch Stützen aus umschnürtem Beton, bei welchen die reine Betonsäule von einem Gerippe aus Eisenstäben außen umschnürt wird; die Anwendung solcher Stützen ist jedoch weniger zu empfehlen, weil die Eisenumhüllung nicht geschützt ist.

Visintini stellt die Säulen ähnlich wie seine Gitterträger fabriksmäßig her, so daß sie in fertigem Zustande versetzt werden können. Fig. 4 a und b, T. 24, zeigt ein Beispiel einer solchen Säule.

13. Decken mit Korkstein-Linoleumfußböden.

(Fig. 14, T. 22.)

Bei diesen entfällt die für andere Fußböden erforderliche Schuttlage, welche sowohl das Gewicht der Decke als auch die Konstruktionshöhe derselben vermehrt; sie wird durch Korkstein ersetzt. Derselbe eignet sich wegen seiner schlechten Schall- und Wärmeleitungsfähigkeit, seines geringen Gewichtes und seiner Elastizität mit einer darüber aufzulegenden Linoleumschichte ganz besonders als Fußbodenbelag. Linoleumfußböden werden daher in manchen Fällen Holzfußböden vorteilhaft ersetzen.

Die aus der geringeren Deckenkonstruktionshöhe resultierende Ersparung dürfte die Mehrkosten des Belages gegenüber einem Holzfußboden decken.

Der Korksteinbelag wird bei Sturzdecken direkt auf die Sturzverschalung aufgelegt (Fig. 14 a, T. 22); bei Gewölbdecken zwischen Eisenträgern oder bei Betondecken muß die obere Seite (Rücken) horizontal geebnet sein, auf welcher dann die Korksteinplatten in Mörtel verlegt werden (Fig. 14 b, T. 22). Auf den Korksteinbelag wird starkes Linoleum, welches den eigentlichen Fußboden bildet, mittels Kitt aufgeklebt.

Soll bei Sturzdecken eine erhöhte Schalldämpfung und Wärmehaltung stattfinden (Schulen, Spitäler usw.), so kann auch die Stukkaturverschalung durch eine Verschalung mit Korksteintafeln ersetzt werden, auf welche der Stukkaturverputz aufzutragen ist (Fig. 14 a, T. 22).

Bei Gewölbdecken zwischen Eisenträgern kann an der Leibung eine ebene Decke dadurch hergestellt werden, daß man auf die unteren Trägerflanschen auf 70 cm Entfernung entsprechende Polsterhölzer legt und einmauert oder einbetoniert, an diese dann die Korksteintafeln festnagelt und dann den Stukkaturverputz anbringt (Fig. 14 b, T. 22).

VII. Die Dachkonstruktionen.

Die Dächer schließen die Gebäude nach oben ab und schützen dieselben vor Regen, Schnee, Wind usw. Sie bestehen aus dem tragenden Teile, dem Dachgerüste oder Dachstuhl und dem deckenden Teile, der Dacheindeckung mit der dieselbe unterstützenden Dacheinlattung oder Dacheinschalung.

Dachstühle können aus Holz oder Eisen oder aus Holz und Eisen hergestellt werden. Für die Wahl des Materials ist größtenteils die Hausbreite, manchmal auch der Grad der verlangten Feuersicherheit maßgebend.

Bei Hausbreiten bis zu 15 m werden meist hölzerne Dachstühle, bei Hausbreiten über 20 m eiserne Dachstühle ökonomischer sein, bei Hausbreiten von 15—20 m wird die richtige Wahl des Materials nach lokalen und sonstigen Verhältnissen zu treffen sein. Aus Holz und Eisen kombinierte Dachstühle soll man möglichst vermeiden, weil das ungleiche Verhalten beider Materialien, namentlich bei Temperaturschwankungen häufig Schäden verursacht, die mitunter kostspielige Reparaturen notwendig machen; dabei sind solche Konstruktionen auch nicht nennenswert billiger als reine Eisenkonstruktionen.

Gewöhnlich sind hölzerne Dachstühle gebräuchlich, welche wegen der nötigen Feuersicherheit von der Decke des oberen Geschosses vollkommen getrennt und mit einer feuersicheren Dacheindeckung versehen werden. Nur wenn eine besonders hohe Feuersicherheit erforderlich ist, können auch bei Dachstühlen für geringere Hausbreiten Eisenkonstruktionen angewendet werden, eventuell in Verbindung mit Eisenbetonkonstruktion und Holzzementbedachung.

A. Verschiedene Dachformen.

Nach der äußeren Form der Dächer unterscheidet man nachfolgende Dacharten, und zwar:

1. Das **Satteldach** (Fig. 1, T. 27). Es besteht aus zwei, zumeist gleichgeneigten, über das ganze Gebäude reichenden Dachflächen, wobei die Stirnseiten des Gebäudes durch Giebelwände geschlossen sind. Die Verschneidung der beiden Dachflächen nach ab heißt der **First**, während die untersten Kanten cd und $c'd'$ die **Traufen** und die Kanten ac' , ac , bd' und bd die **Bord- oder Giebelkanten** genannt werden.

Die Fig. 2, I—IV, T. 27, zeigen einige Dachprofile mit gleichen und verschiedenen Dachneigungen.

2. Das **Walmdach** (Fig. 3, T. 27). Bei diesem sind alle Umfassungsmauern gleich hoch und auch an den Stirnseiten Dachflächen (Walmflächen) angeordnet.

Die Dachflächen schneiden sich mit den Walmflächen in den **Graten** ae , eb , cf und df ; $abcd$ ist die Traufe und ef der First. Die Punkte e und f nennt man **Anfallspunkte**.

3. Das **Krüppelwalmdach** (Fig. 4, T. 27). Bei diesem sind nur kleine Walmflächen angeordnet, so daß die Gebäudeumfassungsmauern ungleich hoch aufgeführt werden müssen.

4. Das **Pultdach** (Fig. 5, T. 27). Es ist ein halbes Satteldach, welches auf einer oder auf beiden Stirnseiten auch abgewalmt werden kann.

5. Das **Zeltdach** (Fig. 6, T. 27). Es ist ein Walmdach ohne Firstlinie. Der Grundriß kann dabei ein Quadrat, Rechteck, Vieleck oder Kreis sein; im letzteren Falle entsteht ein Kegeldach, in den übrigen Fällen ein Pyramidendach. Ist die Höhe des Zeltdaches ein Mehrfaches der Grundlinie, so nennt man ein solches Dach ein **Turm- oder Helmdach**.

6. Das **Mansarddach** (Fig. 7, T. 27) vom französischen Ingenieur **Mansard**. Dasselbe hat nach außen gebrochene Dachflächen und kann als Sattel- oder als Walmdach konstruiert werden.

7. Das **Säge- oder Sheddach** (Fig. 8, T. 27). Dieses kann man sich dadurch entstanden denken, daß mehrere Pultdächer mit den Langseiten aneinander schließen; alle Firstlinien müssen dann gleich hoch liegen. Die rückwärtigen Pultwände sind entweder nach Fig. 8 *a* vertikal oder nach Fig. 8 *b*, T. 27, geneigt angeordnet; sie werden zum Zwecke der Beleuchtung zumeist ganz verglast oder mit großen Oberlichtfenstern versehen.

8. Außergewöhnliche Dachformen als: verschiedenartige **Kuppel**-, **Kegel**-, **Zwiebelkuppel**-, **Birndächer** usw. Sie werden bei Türmen mit verschiedenartigen nach ein- und auswärts gekrümmten Dachflächen angeordnet.

9. **Terrassen- oder Altandächer**. Darunter versteht man ganz flache Sattel- oder Walmdächer.

B. Dachausmittlung.

Der Detailkonstruktion des Daches muß die Dachausmittlung, d. h. die Bestimmung der Größe und gegenseitigen Lage der Dachflächen und der hieraus resultierenden Verschneidungslinien (Grat-, Ixen- und Firstlinien) vorausgehen.

Hiezu ist ein vollständiger Grundrißplan des Dachgeschosses mit allen Gesims-kanten, Rauchfängen, Stiegen, Brandmauern usw. notwendig.

Der Neigungswinkel für die Dachflächen (Dachröschchen) muß dem zur An-wendung kommenden Deckmaterial entsprechen.

Bei der Dachausmittlung ist zu beachten, daß das Niederschlagswasser auf dem kürzesten Wege und niemals gegen den Nachbargrund abgeführt werde; daß alle Dachflächen gegen den Horizont möglichst gleich geneigt seien und daß hori-zontale Ixen (Zwischenrinnen) tunlichst vermieden werden.

Unter Beachtung des Vorangeführten sind im Grundrisse für das Dach-geschoß nach den Grundsätzen der Projektionslehre (kotierte Ebenen) die Grat-, Ixen-, First- und Saumlینien zu ermitteln, es ist also die *Draufsicht* oder *vue d'oiseau* (Vogelschau) des Daches zu zeichnen.

Fig. 9—15, T. 27, zeigen einige Dachausmittlungen für verschiedene Gebäude-grundrisse.

Die Grat- und Ixenlinien werden bei gleich geneigten Dachflächen und gleich hohen, horizontalen Saumlینien durch Winkelhalbierung der Saumlینien gefunden. An die Schnittpunkte der Grat- und Ixenlinien schließen die Firstlinien an (Fig. 9 und 10, T. 27).

Bei nicht parallelen Dachsäumen und gleichen Dachneigungen wäre die Firstlinie nicht horizontal (Fig. 11, T. 27, punktierte Linie); dies ist unschön und für die Ausführung unbequem, daher wird die Firstlinie in diesem Falle meist parallel zur Hauptfront gelegt und die gegenüberliegende Dachfläche windschief angeordnet (Fig. 11, T. 27).

Bei langen Gebäuden kann die Firstlinie eventuell durch Einschaltung eines Dreiecks *abc* nach Fig. 12, T. 27, gebrochen werden.

Stößen verschieden hohe Dachflächen zusammen, so entstehen sogenannte Verfallungsgrate, z. B. Fig. 14, T. 27, *kl, lm*. Die Richtung der Verfallungs-grate erhält man dadurch, daß man sich das Gebäude entsprechend den verschiedenen Hausbreiten geteilt denkt und für jede Hausbreite separat die Ausmittlung macht; siehe die punktierten Linien. In Fig. 12, T. 27, ist *ab* ebenfalls ein Verfallungsgrat.

C. Allgemeines über Dachkonstruktionen.

Bei einem normalen Dachstuhl hat man zu unterscheiden: die Tragkonstruktion, das sind die Bundgespärre und die Pfetten usw.; ferner die Leer-gespärre oder Leersparren, welche die Dacheinlattung oder Dachein-schaltung unterstützen und gewöhnlich auf den Pfetten aufruhcn.

Die Bundgespärre müssen derart konstruiert sein, daß der von den Sparren auf die Umfassungsmauern des Gebäudes ausgeübte Seitenschub von ihnen auf-gehoben und die Dachlast bloß als vertikale Belastung auf die Umfassungsmauern übertragen wird. Diese Aufgabe erfüllt bei hölzernen Dachstühlen der Bundtram (Fig. 16, T. 27), welcher an den Enden die beiden Sparren aufnimmt, die sich am First gegeneinander stemmen und so mit dem Bundtram ein festes, unverrückbares Dreieck bilden.

Bei größeren Hausbreiten müssen die Sparren auch am First oder in der Mitte unterstützt werden, aus welchem Grunde über den Bundtram einfache oder doppelte Hängewerke (Fig. 18 und 20, T. 27) angeordnet werden können, welche die Pfetten aufnehmen und gleichzeitig auch den Bundtram unterstützen. Es können aber auch andere Unterstützungs-konstruktionen Anwendung finden, von denen einige in den Profilen auf Tafel 27 und 28 dargestellt sind.

D. Belastung der Dächer.

Die Belastung der Dächer setzt sich aus der Konstruktions- (auch Eigenlast) und aus der fremden Last zusammen (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle I

über die bei den gebräuchlichsten Eindeckungsmaterialien zu berücksichtigenden Belastungen.

Deckmateriale		Größte	Nor- male	Kleinste	Eigen- last pro m^2 Hori- zontal- pro- jektion in kg	Schnee- last und Wind- druck pro m^2 Hori- zontal- pro- jektion in kg	Gesamt- last in kg	Anmerkung
Gewöhnliches Ziegeldach	einfaches	1:1:00	.	.	150	140	290	
		.	1:1:25	.	135	125	260	
		.	.	1:1:50	125	115	240	
	doppeltes	1:1:00	.	.	180	140	320	
		.	1:1:25	.	165	125	290	
		.	.	1:1:50	155	115	270	
Schiefer- und Asbestzement- schiefer- dach	einfaches	1:1:50	.	.	85	115	200	
		.	1:2:00	.	80	100	180	
		.	.	1:2:50	75	90	165	
	doppeltes	1:1:50	.	.	130	115	245	
		.	1:2:00	.	120	100	220	
		.	.	1:2:50	115	90	205	
Falzziegeldach	1:1:50	.	.	85	115	200		
	.	1:1:75	.	80	110	190		
	.	.	1:2:00	80	100	180		
Schindeldach	einfaches	1:1:00	.	.	85	140	225	
		.	1:1:25	.	75	125	200	
		.	.	1:1:75	65	110	175	
	doppeltes	1:1:00	.	.	110	140	250	
		.	1:1:25	.	100	125	225	
		.	.	1:1:75	90	110	200	
Glattes Zink- oder Eisen- blech, Dachpfannen, Dachpappe auf Schalung	1:2:50	.	.	45	90	135		
	.	1:4:00	.	40	75	115		
	.	.	1:5:00	40	75	115		
Wellblech auf eisernen Pfetten	1:4	.	.	25	75	100		
	.	1:5	.	20	75	95		
	.	.	1:6	20	75	95		
Holzzementdächer	.	1:20	.	175	75	250	Eigenlast, inkl. Scha- lung u. Leer- sparren und 10 cm Schüt- tungshöhe	
	.	.	1:30	175	75	250		

Die **Konstruktionslast** besteht aus der Last der Eindeckung einschließlich Lattung, bezw. Schalung und Leersparren und aus dem Gewichte der Tragkonstruktion. Letztere wird bei Dächern bis zu 15 m Hausbreite für Holzkonstruktionen mit 20—30 kg und für Eisenkonstruktionen mit 10—20 kg pro m² Horizontalprojektion angenommen. Bei größeren Hausbreiten muß das Gewicht der Tragkonstruktion approximativ ermittelt werden.

Kommen bei Dächern noch andere nicht mittragende Konstruktionsteile zur Verwendung, wie z. B. eine innere Verschalung der Sparren und Kehlzangen mit Brettern oder Gipsdielen, ein Lehmschlag oder eine am Bundtram aufgehängte Deckenkonstruktion usw., so sind dieselben bei der Gewichtsermittlung in entsprechender Weise zu berücksichtigen.

Die **fremde Last** ergibt sich durch die Schneelast und den Winddruck. Frisch gefallener Schnee wiegt zirka 125 kg pro m³; rechnet man als Maximalhöhe des Schnees 0.60 m, so ist das Gewicht pro m² Horizontalprojektion $125 \times 0.60 = 75$ kg.

Der Winddruck kann in der Regel mit 120 kg pro m² einer Fläche senkrecht zur Windrichtung angenommen werden; bei isoliert stehenden, also den Windanprall besonders ausgesetzten Bauten ist dagegen 150 kg pro m² zu rechnen.

Die ungünstigste Windrichtung wird unter einem Winkel von 10° gegen den Horizont angenommen.

Die größte zufällige Belastung eines Daches ergibt sich daher bei der größten Schneelast und dem stärksten Winde. Nachdem nun bei heftigem Winde der größte Teil des Schnees vom Dache weggefegt wird, so braucht man als größte Schneelast nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ des oben angegebenen Wertes in Rechnung zu stellen. Keinesfalls darf aber die Gesamtlast kleiner als 75 kg pro m² Horizontalprojektion angenommen werden.

E. Dachstühle aus Holz.

Bei den gewöhnlichen, hölzernen Dachstühlen wird die Dacheinlattung oder Dacheinschalung von Sparren getragen. Die Sparren erhalten eine dem Deckmateriale entsprechende Neigung und werden teils durch horizontal angeordnete Balken, sogenannte Pfetten unterstützt, teils stemmen sie sich im Firste gegeneinander, wo sie bündig überblattet oder bei starken Hölzern mittels Scherzapfen verbunden werden.

Diese Unterstützung am Firste durch das Gegeneinanderstemmen der Sparren wird aber nur dann als wirksam anzusehen sein, wenn der Winkel zwischen den Sparren nicht größer als 150°, d. h. wenn die Neigung der Dachflächen nicht geringer als 1:3.75 ist.

Horizontale, in der Ebene des Gespärres liegende Hölzer, Kehlbalcken (Fig. 17, T. 27), welche auch als Zangen ausgebildet sein können, werden somit in den seltensten Fällen den Sparren eine verlässliche Stütze bieten, da der untere Winkel zwischen Kehlbalken und Sparren fast immer größer als 150° ausfallen dürfte. Bei den alten Dachstühlen, welche durchwegs mit größeren Dachneigungen ausgeführt wurden, findet man häufig solche Kehlbalkendächer. Bei neuen Dachstühlen werden aber übermäßig große Dachneigungen selten angewendet, weshalb Kehlbalken nur dann zweckmäßig sind, wenn der Dachbodenraum auch innen verschalt werden soll, in welchem Falle die Schalung an die unteren Seiten der Kehlbalken und von diesen nach abwärts an die inneren Seiten der Sparren genagelt wird (siehe Fig. 2, T. 29).

Bei alten Dächern findet man meistens zur Unterstützung der Leersparren am Fuße die komplizierte und wenig korrekte Konstruktion mit Stich und Wechsel (Fig. 26, T. 27), bei welcher kurze Hölzer, Stiche *a*, unter jedem Leer-

sparren auf die Mauerbank aufgekämmt und am rückwärtigen Ende in einem über die Bundträme reichenden Wechsel *b* verzapft werden. Die Sparrenfüße werden beim Leergespärre in die Stiche und beim Bundgespärre in den Bundtram verzapft.

Bei neueren Dächern werden die Sparren auf durchlaufende Fußpfetten, eventuell auch auf First- und Mittelpfetten aufgeklaubt und mit diesen verklammert (siehe Fig. 18—20, T. 27). Die Fußpfette kann dann gleichzeitig als Mauerbank dienen (Fig. 16 und 17, I, T. 27), häufiger aber wird sie nach Fig. 16 und 17, II, T. 27, bloß als Pfette auf die Bundträme aufgekämmt. Die First- und Mittelpfetten werden von Ständern oder Streben getragen, welche in die Bundträme verzapft werden.

Die Ständer müssen so angeordnet werden, daß der Bundtram nicht auf Biegung beansprucht wird; daher werden die Bundgespärre gewöhnlich als Hängwerke konstruiert (siehe Fig. 18 und 20, T. 27). Liegt unter dem Ständer eine Mauer, so kann der Bundtram dort direkt unterstützt werden.

Nach der Art der Sparrenunterstützung unterscheidet man im allgemeinen:

Den **leeren Dachstuhl** (Fig. 16, T. 27). Bei diesem ruhen die Sparren nur an ihren Füßen auf Pfetten (Fußpfetten), während sie am Firste sich gegeneinander stemmen.

Den **einfachen Stuhl** (Fig. 18, T. 27) stehend und (Fig. 19, T. 27) liegend, bei welchem als Unterstützung und Längenverbindung eine Firstpfette angeordnet ist.

Den **Doppelstuhl** (Fig. 1—6, T. 28). Bei diesem sind die Sparren auch zwischen dem Firste und dem Fuße durch eine Mittelpfette unterstützt.

Den **Flugstuhl** (Fig. 7 und 8, T. 28) für Pultdächer, dessen Sparren auch durch Mittelpfetten unterstützt werden.

Den **verstärkten Pfettenstuhl** (Fig. 9, T. 28). Bei diesem werden die Sparren zwischen First und Fuß noch durch je zwei Mittelpfetten unterstützt.

Bei alten Dachstühlen findet man noch die **Kehlbalkenstühle** (Fig. 23 bis 26, T. 27), dann verschiedenartig konstruierte **Pfettendachstühle**, von denen einige in den Fig. 21, 22, 27 und 28, T. 27, dargestellt sind. Beim Kehlbalkendachstuhl erfolgt die Unterstützung der Sparren direkt durch den Kehlbalken, beim Pfettendachstuhl aber direkt durch die Pfetten (siehe die Fig. 24 und 28). Diese veralteten, heute nicht mehr gebräuchlichen Dachstühle sind sehr unweckmäßig und erfordern viel Holz.

1. Inanspruchnahme und Dimensionierung des Dachgehölzes.

Bei der Bestimmung des Querschnittes der Hölzer muß auf die Art der Inanspruchnahme und auf die Schwächung der Hölzer durch die notwendigen Holzverbindungen Rücksicht genommen werden. Bei gewöhnlichen Dachstühlen werden hierzu Erfahrungsdaten benützt, während bei außergewöhnlichen Dachstühlen die Holzstärken nach den Regeln der Baumechanik berechnet werden müssen.

Die **Sparren** werden vorherrschend auf Biegung, nach ihrer Achsenrichtung aber auch auf Druck beansprucht. Die Sparrenentfernungen werden zwischen 0·80—1·25 *m*, die Sparrenquerschnitte gewöhnlich mit $\frac{13}{16}$ oder $\frac{13}{18}$ *cm* angenommen. Um mit einem bestimmten Sparrenquerschnitte bei verschiedenen Belastungen das Auskommen zu finden, muß die freie Länge der Sparren entsprechend gewählt werden. Letztere hängt einerseits vom Deckmaterial, andererseits von der Entfernung der Sparren ab. In der folgenden Tabelle II sind für verschiedene Eindeckmaterialien jene freien Sparrenlängen *d* (horizontal gemessen) angegeben, welche sich bei den üblichen Sparrenentfernungen von 0·80—1·25 *m* für die Sparrenquerschnitte von $\frac{13}{16}$ oder $\frac{13}{18}$ *cm* bei Einhaltung der Normalneigung ergeben.

Bei den leeren Satteldächern mit steilen Dachflächen bedeutet „*d*“ demnach die horizontale Entfernung des Firstes von der Fußpfette, bei allen Pfettendachstühlen die horizontale Entfernung je zweier Sparrenstützpunkte.

Haben die Dachflächen eine wesentlich andere Neigung als die normale oder will man einen anderen Sparrenquerschnitt verwenden, so muß die zulässige freie Länge „*d*“ berechnet werden.

Die Pfetten werden auf Biegung beansprucht und erhalten je nach ihrer freien Länge (4—5 m) einen Querschnitt von $\frac{16}{21}$ oder $\frac{18}{21}$ cm.

Die Stuhlsäulen, welche auf Knickung, bei Hängewerken auch auf Zug beansprucht werden, erhalten einen Querschnitt von $\frac{16}{18}$, $\frac{16}{21}$ oder $\frac{18}{18}$ cm und werden gewöhnlich bündig mit den Pfetten und dem Bundtram gehalten.

Der Bundtram, auf Biegung beansprucht, wird je nach seiner freien Länge mit $\frac{18}{21}$ — $\frac{21}{24}$ cm angenommen.

Streben und Spannriegel, auf Biegung und Druck beansprucht, erhalten je nach ihrer freien Länge einen Querschnitt von $\frac{16}{16}$ — $\frac{16}{18}$, auch $\frac{18}{21}$ cm.

Kopfbügel und Zangen, erstere auf Knickung, letztere auf Zug und Biegung beansprucht, werden meistens dem Sparrenquerschnitt ($\frac{13}{16}$ cm) gleich gehalten. Zangen, die nicht durch Holzverbindungen geschwächt werden, sondern mit anderen Konstruktionsteilen durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden, erhalten auch bloß $\frac{8}{16}$ cm Querschnitt. Doppelzangen werden gewöhnlich durch Teilung von Sparren erzeugt, also $2 \times \frac{6.5}{16}$ cm dimensioniert.

Die Mauerbank, welche in ihrer ganzen Länge durch die Mauerung unterstützt wird, hat gewöhnlich eine Stärke von $\frac{16}{18}$ cm.

Tabelle II
der zulässigen freien Längen der Sparren.

Dachgattung	Normalneigung	Gewicht pro m ² horizontale Projektion	Sparrenentfernung e	Freie Länge d, gemessen nach der horizontalen Projektion für Sparrenquerschnitt		Dachgattung	Normalneigung	Gewicht pro m ² horizontale Projektion	Sparrenentfernung e	Freie Länge d, gemessen nach der horizontalen Projektion für Sparrenquerschnitt	
				13/16	13/18					13/16	13/18
				Einfaches Ziegeldach	1:1.25					260 kg	1.20 1.15 1.10 1.05 1.00 0.95 0.90 0.85 0.80
Doppeltes Ziegeldach	1:1.25	290 kg	1.20 1.15 1.10 1.05 1.00 0.95 0.90 0.85 0.80	3.00 3.05 3.15 3.20 3.30 3.40 3.45 3.55 3.70	3.35 3.45 3.50 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00 4.15	Einfaches Schindeldach	1:1.25	200 kg	1.25 1.20 1.15 1.10 1.05 1.00 0.95 0.90	3.45 3.55 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00 4.10	3.95 4.05 4.15 4.25 4.35 4.45 4.55 4.70
Einfaches Schiefer-, Asbestzementschiefer- und Falzziegeldach	1:2, bzw. 1:1.75	180, bzw. 190 kg	1.25 1.20 1.15 1.10 1.05 1.00 0.95 0.90	3.75 3.80 3.90 4.00 4.10 4.20 4.30 4.40	4.25 4.30 4.40 4.50 4.60 4.70 4.80 4.95	Doppeltes Schindeldach	1:1.25	225 kg	1.25 1.20 1.15 1.10 1.05 1.00 0.95 0.90	3.25 3.40 3.50 3.55 3.65 3.75 3.85 3.95	3.75 3.85 3.90 4.00 4.10 4.20 4.30 4.45

Dachgattung	Normal- neigung	Gewicht pro m^2 Horizontal- projektion	Sparren- Ent- fernung e	Freie Länge d , gemessen nach der Horizontalprojektion für Sparren- querschnitt				
				$13/16$	$12/14$	$10/13$	$9/12$	$8/10$
Dachpappe, Blech usw. auf Schalung	1:4	115 kg	1.25	4.65	3.90	3.30	2.90	2.25
			1.20	4.75	4.00	3.40	3.00	2.30
			1.15	4.85	4.10	3.45	3.05	2.35
			1.10	4.95	4.15	3.55	3.10	2.40
			1.05	5.10	4.25	3.60	3.20	2.50
			1.00	5.20	4.40	3.70	3.25	2.55
			0.95	5.35	4.50	3.80	3.35	2.60
			0.90	5.50	4.60	3.90	3.45	2.70

Dachgattung	Normal- neigung	Gewicht pro m^2 Horizontal- projektion	Sparren- Ent- fernung e	Freie Länge d , gemessen nach der Horizontalprojektion für Sparren- querschnitt			
				$13/18$	$13/16$	$12/14$	$10/13$
Holzzement- dach mit 10 cm hoher Beschüt- tung auf Einschalung	1:20	250 kg	1.20	3.60	3.25	2.70	2.30
			1.15	3.70	3.30	2.75	2.35
			1.10	3.80	3.40	2.85	2.40
			1.05	3.90	3.45	2.90	2.45
			1.00	4.00	3.55	3.00	2.50
			0.95	4.10	3.65	3.05	2.55
			0.90	4.20	3.75	3.15	2.65
			0.85	4.30	3.85	3.25	2.70
			0.80	4.45	3.95	3.35	2.80

2. Detailkonstruktion und Arten der hölzernen Dachstühle.

a) Der leere Dachstuhl.

(Fig. 16, T. 27.)

Bei diesem ruhen die Sparrenpaare mit ihren Füßen entweder auf der Mauerbank (Fig. 16, Detail I) oder auf einer Fußpfette (Fig. 16, Detail II) und stützen sich am First mit einer Überblattung gegeneinander.

Auf 4—5 m Entfernung werden Bundträme angeordnet, welche mit der Mauerbank, eventuell mit der Fußpfette verkämmt werden und den Horizontal-schub der Sparren aufnehmen.

Der leere Dachstuhl, welcher bloß durch die Einschalung oder Einlattung eine Längenverbindung besitzt, kann nur bei Hausbreiten bis zu 4 m und nur bei steileren Dächern angewendet werden.

b) Der einfache Pfettendachstuhl.

(Fig. 18 und 19, T. 27.)

Bei diesem werden die Sparren am Fuße und am Firste durch Pfetten unter-stützt.

Wird der Dachbodenraum wenig oder gar nicht benützt, so kann die Firstpfette nach Fig. 18 durch ein einfaches Hängwerk unterstützt werden (einfach stehender Pfettendachstuhl). Zwischen Hängsäulen (Stuhlsäulen) und Firstpfette werden behufs Längenverbindung Kopfbügel angeordnet (Fig. 18 b).

Die Sparren werden auf die Pfetten aufgeklaut (Fig. 16, Detail II) und mit diesen verklammert. Die Kopfbügel werden in die Stuhlsäulen und in die Firstpfette verzapft. Die sonstigen Verbindungen der Bundgespärre sind wie beim einfachen Hängwerk herzustellen.

Soll der Dachbodenraum benützt werden, so kann die Firstpfette in den Bundgespärren nach Fig. 19, T. 27, direkt durch Streben unterstützt werden, welche an ihrer Kreuzung bündig überblattet werden und bis zur Dachfläche emporreichen, wo sie mit den Sparren ebenfalls überblattet werden (einfach liegender Pfettendachstuhl).

Für das Auflager der Firstpfette müssen die Streben entsprechend ausgeschnitten werden.

Der einfache Pfettenstuhl, welcher keine besondere Längenverbindung gestattet, kann nur bei steileren Dächern und nur für Hausbreiten bis 9 m angeordnet werden.

c) Der Doppelstuhl.

(Fig. 1 a, b, c, T. 28.)

Bei diesem Dachstuhl geschieht die Unterstützung der Sparren außer am Fuße und Firste noch in der Hälfte oder im Drittel der Sparrenlänge (vom First aus gerechnet) durch Mittelpfetten, welche in den 4'00—5'00 m voneinander angeordneten Hauptgespärren durch Stuhlsäulen unterstützt werden.

Die Stuhlsäulen dienen gleichzeitig auch als Hängsäulen für die als doppelte Hängwerke zu konstruierenden Hauptgespärre; sie werden mit dem Bundtram seicht verzapft und dann verklammert, besser aber mit demselben mittels schwacher Hängeisen verbunden. Auf diese Weise unterstützen sie auch den Bundtram.

Als Längenverbindung und zur Abstützung der Pfetten werden Kopfbügel (Fig. 1 b) mit den Pfetten und Stuhlsäulen versetzt und verzapft.

Die üblichen Holzverbindungen, welche auch bei anderen ähnlichen Dachstühlen Anwendung finden, sind in Fig. 1 c dargestellt. Hierbei gilt auch der allgemeine Grundsatz, daß bei allen Verbindungen die Hauptkonstruktionshölzer so wenig als möglich geschwächt werden. Demnach sollen die Bundträme und Pfetten in ihrem Querschnitt möglichst unverändert bleiben, mindestens aber durch die unvermeidlichen Verbindungen nicht zu arg geschwächt werden. Die Stuhlsäulen erhalten daher nur einen ganz seichten Zapfen, welcher bloß das Aufstellen des Dachstuhles zu erleichtern und seitliche Verschiebungen zu verhindern hat. Die Sparren werden auf die Pfetten so aufgeklaut, daß die Klaue mehr in die Sparren eingeschnitten wird und der Querschnitt der Pfette bei *a* und *b* (Fig. 1 d, T. 28) nur sehr wenig vermindert wird. Diese Verbindung wird durch gedrehte Klammern verstärkt. Die Hängwerkkonstruktion erhält die in Fig. 1 c dargestellten, bei Hängwerken üblichen Verbindungen. Die Kopfbügel werden mit den Stuhlsäulen und Pfetten versetzt und verzapft, manchmal auch bloß verzapft.

Die Sparrenverbindung am First soll, ausgenommen sehr flache Dächer, immer nur mit dem Scherzapfen, niemals mit bündiger Überblattung erfolgen, weil beim Verdrehen der Sparrenhölzer die Überblattung aus der Verbindung kommt und so dem Sparrenpaare keinen verläßlichen Stützpunkt mehr bieten würde.

Bei Dächern, wo die Sparrenpaare am First einen größeren Winkel als 90° bis zu 150° einschließen, ist es vorteilhaft, den Scherzapfen so zu konstruieren, daß der Zapfen nach α bis β (Fig. 8 a und b, T. 31) rechtwinklig zum Sparren geschnitten, dementsprechend auch die Schere ausgearbeitet wird. Mit dieser Konstruktion wird ein verläßlicherer Stützpunkt beim Zusammentreffen der beiden Sparren geschaffen und außerdem die Arbeit vermindert, weil sowohl das Ausarbeiten der Schere als auch das Aufschlagen des Dachstuhles einfacher ist als beim normalen Scherzapfen, bei welchem zum Aufstellen des Dachstuhles beide Sparren in ihre Verbindung gehoben werden müssen. Die Verbohrung liegt hier im Schnittpunkte der Winkelhalbierung α und γ .

Der Scherzapfen bei Krüppelwalmdächern u. dgl. wird am Schopf vorteilhaft nach Fig. 9, T. 31, gemacht. Bei flachen Dächern, wo die Sparren am First einen größeren Winkel als 150° einschließen, werden die Sparren bloß stumpf aneinander gestoßen und verklammert (Fig. 11 und 12, T. 28).

Bezüglich Dimensionierung der Hölzer und Ermittlung der freien Sparrenlänge d gelten die vorstehend angegebenen Daten, bzw. die Tabelle II. Diesen Daten sind auch die in dem Beispiel Fig. 1 verzeichneten Dimensionen angepaßt.

In Fig. 1 a, T. 28, bedeutet d die horizontale Distanz der Mittelpfette von der Fußpfette. Die horizontale Entfernung a der Mittelpfette vom Firste soll bei flachen Dächern nicht größer als $\frac{1}{2} d$ und bei steilen Dächern zwischen $\frac{1}{2}$ und $1 d$ betragen.

Die in vorliegendem Beispiele (Fig. 1, T. 28) angenommenen Minimaldimensionen von $\frac{13}{16}$ für Sparren und Kopfbügel, $\frac{16}{21}$ für Pfetten, $\frac{16}{18}$ für Stuhlsäulen und Sprengriegel, $\frac{16}{16}$ für Sprengbänder und $\frac{18}{21}$ für Bundträme reichen noch für die gewöhnlichen Hauptgespärre, ohne Rücksicht auf die Dachneigung bei den in der folgenden Tabelle III verzeichneten Hausbreiten aus:

Tabelle III.

Zulässige Hausbreiten für die Minimaldimensionen der Dachstuhlbestandteile in Metern	Einaches Ziegeldach	Doppeltes Ziegeldach	Einaches Schiefer-, Asbestzementstiefer- oder Falzziegeldach	Doppeltes Schieferdach	Einaches Schindeldach	Doppeltes Schindeldach	Eindeckung mit Blech od. Dachpappe auf Schalung	
Entfernung der Hauptgespärre in Metern	4 00	10·50	10 00	13 00	12 00	11·50	11 00	16 00
	5 00	9·50	9 00	12 00	11 00	10 50	10 00	15 00

Für größere Hausbreiten sind die stärker beanspruchten Konstruktionsteile bis auf folgende Querschnitte zu verstärken, und zwar: Die Bundträme auf $\frac{18}{24}$, die Pfetten auf $\frac{18}{21}$, die Stuhlsäulen auf $\frac{18}{18}$, die Sprengriegel und Sprengbänder auf $\frac{16}{21}$ — $\frac{18}{21}$. Desgleichen müssen bei Anwendung abnormer Konstruktionsteile (Verschalungen u. dgl.) sowie auch bei Grat- und Ixengesparren die erforderlichen Verstärkungen durchgeführt werden.

Der hier beschriebene Doppelstuhl und seine weiter geschilderten Abarten haben gegenüber allen anderen hölzernen Dachstühlen, welche hie und da noch angewendet werden, folgende Vorteile:

1. Die Sparren sind näher dem Firste, welcher der weniger verlässliche Stützpunkt ist, auf Pfetten aufgelagert.
2. Der Doppelstuhl gestattet eine einfache, leicht auszuführende Konstruktion der Anschlüsse beim Zusammentreffen verschieden breiter Trakte, bzw. bei ungleicher Höhe der Kranzgesimse in anschließenden Fassaden.
3. Er ist sehr leicht aufzustellen und anzuarbeiten.
4. Durch das Vorhandensein der vertikalen Stuhlsäulen wird das Abteilen des Dachbodenraumes sehr erleichtert.

Der zwischen den Stuhlsäulen verbleibende Mittelgang erhält eventuell einen Bretterbelag, welcher gegen das Dachbodenpflaster zu stützen ist. Um diesen Mittelgang bequem benützen zu können, soll der Sprengriegel mindestens 1·90 m über dem Bundtrame liegen.

d) Die Abarten des Doppelstuhles.

Die im folgenden beschriebenen Abarten des Doppelstuhles zeigen sehr deutlich, wie außerordentlich anpassungsfähig und einfach die ganze Konstruktion ist. Nur muß immer beachtet werden:

1. Die richtige Konstruktion des doppelten Hängwerkes.
2. Die horizontale Verbindung der Sparrenfüße durch die Bundträme, indem letztere sowohl mit der Mauerbank als auch mit der Fußfette verkämmt werden. Ist aber eines dieser Hölzer mit den anderen nicht in direkter Berührung, so muß das Einbinden desselben in die Konstruktion durch Anwendung von Zangen erfolgen.

A b a r t a (Fig. 2, T. 28). Bei flachen Dächern und verhältnismäßig geringerer Hausbreite kann es zur Erlangung der zwischen Bundtram und Sprengriegel als Minimum geforderten Höhe von 1.90 m notwendig werden, die Fußfette über den Bundtram hinauf zu heben.

Das Einbinden der mit dem Bundtram nicht verkämmtten Fußfette erfolgt durch Doppelzangen, welche bis zu den Sprengbändern reichen müssen und mit diesen überschritten und verbolzt werden.

A b a r t b (Fig. 3, T. 28). Soll der Dachraum eine noch größere Höhe erhalten, so kann man Kniestühle anordnen. Hiebei wird die Fußfette auf kurze, sogenannte Kniesäulen, welche in die Bundträme verzapft werden, gestützt und mittels Kopfbügen gegen diese abgesteift.

Diese knapp an die Mauer gestellten Kniesäulen werden durch Doppelzangen, welche die Sprengbänder und Hängsäulen umfassen, gegen den Dachraum verhängt; mit der Fußfette sind die Zangen überschritten oder verkämmt.

A b a r t c (Fig. 4, T. 28). Muß mit der Konstruktionshöhe des Daches gespart werden, so kann die Mauerbank gleichzeitig als Fußfette gelten, wobei die Bundträme stumpf an dieselbe anstoßen und mit ihr durch je zwei starke eiserne Bänder verbunden werden (siehe Detail I zu Fig. 4). Diese Bänder werden mit dem Bundtram verbolzt und ihre auf 2—3 cm abgebogenen Enden in den Bundtram eingeschlagen. Der vordere als Rundeisen zugearbeitete und mit Schraubengewinden versehene Teil dieser Bänder wird durch die in der Fußfette vorgebohrten Löcher gesteckt und dort mit starken Schraubenmuttern bei Anwendung großer Unterlagsplatten festgeschraubt.

A b a r t d (Fig. 5, T. 28). Sollte bei geringen Hausbreiten wegen Raum-mangel die Anwendung von Stuhlsäulen ausnahmsweise unthunlich sein, so kann besonders bei Anwendung von Kniestühlen der Dachstuhl derart konstruiert werden, daß der Sprengriegel als Doppelzange ausgebildet und mit den Pfetten und Sparren überschritten wird. Die Sprengbänder stemmen sich hiebei mit ihrem Zapfen zwischen die beiden Zangenhölzer und werden mit denselben verbolzt (siehe Detail zu Fig. 5). Weil bei dieser Anordnung die Mittelpfette nicht durch Kopfbügel verstärkt werden kann (da die Stuhlsäulen fehlen), darf keine große Hauptgespärredistanz angenommen werden.

A b a r t e (Fig. 6, T. 28). Erhalten die beiden Fronten eines Gebäudes ungleich hohe Dachsäume, so kann man, ohne den First aus der Dachmitte zu verrücken, den beiden Dachflächen verschiedene Neigungen geben und die beiden Hälften des Dachstuhles in verschiedener Weise ausführen. So z. B. kann die steile Dachhälfte als normaler Doppelstuhl, die flache jedoch nach der Abart *a* oder mit Kniestuhl nach Abart *b* hergestellt werden oder es können irgend zwei der vorgenannten Abarten miteinander kombiniert werden.

Die Mittelpfette der flacheren Dachhälfte muß hiebei höher als gewöhnlich liegen, daher muß auch die betreffende Stuhlsäule um das erforderliche Maß nach oben verlängert werden.

Muß bei derartig ungleicher Konstruktion der beiden Dachhälften der First aus der Mitte verschoben werden, so soll dies nicht zu weit erfolgen, damit nicht

zu ungleiche Belastungen auf die beiden Stuhlsäulen entfallen, wodurch eine Verdrehung des ganzen Systems eintreten könnte. Bloß in manchen Fällen, z. B. wenn bei einem einfachen Gebäudetrakt mit anschließendem Gange in der Mittelmauer viele Rauchschlote liegen, ist eine derartige Konstruktion mit ungleichen Dachhälften ohne Gefahr einer Verdrehung ausführbar, weil letztere durch die vielen Rauchschlote verhindert wird.

e) Der Flugstuhl.

(Fig. 7 und 8, T. 28.)

Pultdächer für größere Hausbreiten erfordern auch eine Unterstützung der Sparren zwischen First und Fuß. Diese Unterstützung erfolgt am einfachsten durch eine Pfette, welche in der Sparrenmitte angeordnet, von Stuhlsäulen getragen und gegen diese noch durch Kopfbügel abgesteift wird. Zur Entlastung des Bundtrames von dem Drucke der Stuhlsäule wird selbe wie beim einfachen Stuhle durch zwei Sprengbänder abgespreizt (Fig. 7). Die Firstpfette ruht auf den Wandsäulen und ist gegen diese durch Kopfbügel abgespreizt.

Im übrigen gelten hier dieselben Konstruktionsdetails und Minimaldimensionen, wie sie für den einfachen Stuhl und Doppelstuhl angeführt wurden; als zulässige größte Hausbreite kann von den in Tabelle III angegebenen Werten zirka 0.6 angenommen werden. In Tabelle II gilt als freie Länge d wieder die horizontale Entfernung je zweier Pfetten.

Auch für Pultdächer sind sämtliche Abarten des Doppelstuhles anwendbar, doch tritt deren Notwendigkeit seltener ein.

Die normale Ausführung des Flugstuhles (Fig. 7) beeinträchtigt die Kommunikation im Dachraume durch die gegen die Pultwand gerichteten Sprengstreben. Diesem Übelstande könnte dadurch abgeholfen werden, daß man diese Streben durch horizontale Spannriegel ersetzt, welche sich gegen die Wandsäule an der Pultwand stützen. In diesem Fall wird aber durch die mittlere Stuhlsäule der Bundtram belastet und durch den Spannriegel ein Seitenschub gegen die Pultwand ausgeübt. Es wird daher die Anwendung der Abart d , nach Fig. 8, T. 28, für diesen Fall zweckmäßiger sein.

f) Der verstärkte Pfettenstuhl.

(Fig. 9, T. 28.)

Für Hausbreiten über 15 m oder bei schwächeren Hölzern als früher angegeben, muß die Mittelpfette näher zum Firste gerückt und zwischen derselben und der Fußpfette noch eine *Zwischenpfette* eingeschaltet werden. Diese Zwischenpfette wird durch ein kurzes, in das Sprengband doppelt versetztes Holzstück und eine kurze Stuhlsäule unterstützt. Letztere wird dann in die untere Seite des Sprengbandes verzapft und mit zwei kurzen Sprengbändern gegen den Bundtram abgespreizt (siehe Detail I, Fig. 9a, T. 28). Von der Stuhlsäule gegen die Zwischenpfette sind auch Kopfbügel anzuordnen. Die ganze Konstruktion besteht also gleichsam aus einem Doppelstuhl, in welchem zwei einfache Stühle (Flugstühle) eingeschaltet sind. Die beiden inneren Sprengbänder der einfachen Stühle übertragen aber auch Vertikaldrucke auf den Bundtram, daher muß die Verbindung des Bundtrames mit den Stuhlsäulen des Doppelstuhles (Detail II, Fig. 9b) unbedingt durch Hängeisen bewirkt werden und der doppelte Hängebock überhaupt als solides Hängewerk konstruiert sein.

Die Fußpfetten und Mittelpfetten, dann die Stuhlsäulen und Sprengbänder der eingeschalteten, einfachen Stühle können dieselben Dimensionen erhalten, wie selbe für einfache Stühle nach der sich hier ergebenden, freien (horizontal gemessenen) Sparrenlänge d notwendig wären.

Der Bundtram, dann die Stuhlsäulen, der Spannriegel und die Sprengbänder des Doppelstuhles müssen entsprechend größere Querschnitte erhalten, weil diese Konstruktionsteile auch die Lasten der eingeschalteten, einfachen Stühle zur Hälfte übernehmen müssen.

Bei solchen Dachstühlen empfiehlt es sich daher, die Entfernung der Hauptgespärre nicht größer als 4 m anzunehmen. Unter dieser Voraussetzung und für Hausbreiten unter 20 m werden nachfolgende Querschnitte zumeist ausreichen, und zwar: Bundtram $2\frac{1}{24}$, Doppelstuhlsäulen $\frac{16}{21}$ oder $\frac{18}{21}$ (je nach der Breite der Mittelpfetten), Sprengriegel und Sprengbänder $\frac{18}{18}$ — $\frac{18}{21}$. Die zum Aufhängen des Bundtrames dienenden Hängeisen erhalten 45—50 mm Breite und 10—12 mm Dicke, die Schraubenbolzen 15—16 mm Durchmesser.

Der verstärkte Pfettenstuhl ist nur für die normale Ausführung, nicht aber für die Abarten geeignet und soll im allgemeinen nur ausnahmsweise angewendet werden, z. B. wenn ein Traktteil in einem Gebäude eine Hausbreite von 16—20 m erhalten muß.

g) Dachstühle für Holzzementeindeckung.

(Fig. 10—12, T. 28.)

Holzzementdächer können bei ihrer sehr flachen Dachneigung (5%) bei minder wichtigen Objekten direkt die Decke des obersten Geschosses bilden, indem die Dachsparren gleichzeitig als Deckenträme benützt und an der unteren Seite verschalt und stukkaturt werden.

Besser und solider ist die Anordnung eines zirka 1 m hohen Dachbodenraumes zwischen der Decke des obersten Geschosses und dem Dache, welcher behufs Untersuchung des Dachgehölzes durch eine Einsteigöffnung vom Dache oder von der Decke aus zugänglich ist und durch Ventilationskanäle gut ventiliert sein muß. Dieser Raum bildet eine gute Isolierung gegen Temperaturwechsel.

In beiden vorangeführten Fällen ruhen die Sparren mit den Enden direkt auf den tragenden Mauern, bei größerer freier Länge der Sparren außerdem noch auf Mittelpfetten, welche wieder direkt auf Scheidemauern oder bei Dachbodenräumen auf kurzen Ständern aufruhend, die sich ihrerseits auf Mauern oder auf entsprechend starke Deckenträger stützen. Die Schornsteine müssen dann vom Dache aus gereinigt werden.

Ist ein benützbarer Dachbodenraum zu schaffen, so wird ein vollständiger Dachstuhl herzustellen sein, welcher je nach der Hausbreite entweder als einfacher Stuhl (Fig. 10) oder als Doppelstuhl (Fig. 11) oder endlich als verstärkter Doppelstuhl (Fig. 12, T. 28) konstruiert werden kann. Für die zulässige freie Länge der Dachsparren gelten auch hier die in der Tabelle II enthaltenen Daten. Beim Satteldache kann aber wegen der geringen Dachneigung der Sparrenstoß beim Firste nicht als Stützpunkt betrachtet werden, weshalb bei Ermanglung einer Firstpfette die horizontale Entfernung der Mittelpfette vom Firste höchstens $\frac{1}{2} d$ betragen darf.

Am Firste werden die Sparrenpaare nicht überblattet, sondern bloß stumpf aneinander gestoßen und verklammert.

Nach dem Vorstehenden kann also bei Hausbreiten bis zirka 8 m der einfache Stuhl, darüber bis 12 m der Doppelstuhl und bis 16 m der verstärkte Stuhl angewendet werden.

Bei einer in der Längenmitte des Gebäudes durchlaufenden Mittelmauer kann der Bundtram durch diese direkt unterstützt werden. In diesem Falle kann eine Firstpfette mit direkter Unterstützung durch auf den Bundträmen aufruhenden Stuhlsäulen angeordnet werden und jede durch die Firstlinie getrennte Gebäudehälfte je nach der Hausbreite einen einfachen oder einen Doppelstuhl erhalten.

Die Holzverbindungen sind beim einfachen und Doppelstuhl wie für einfache und doppelte Hängwerke auszuführen, beim verstärkten Stuhl umfaßt der Spannriegel als Doppelzange mit einer Überschneidung sämtliche Stuhlsäulen und wird mit diesen verbolzt.

Für die Holzdimensionierung gelten auch die früher allgemein angegebenen Daten.

h) Dachstühle bei Riegelbauten.

(Fig. 1—7, T. 29.)

Bei Riegelbauten kommt der Dachkonstruktion auch die Aufgabe zu, die Riegelwände durch entsprechend steife Querverbindungen gegen eine Verdrehung durch Winddruck zu schützen. Es sind daher bei solchen Bauten leere Dachstühle ganz ausgeschlossen.

Für Hausbreiten, welche die jeweilig zulässige doppelte, freie Sparrenlänge nicht überschreiten, können bei Satteldächern einfache Stühle mit einer Firstpfette Anwendung finden (Fig. 1). Durch die von der Firstpfette zur Stuhlsäule herabgeführten Kopfbügel wird der erforderliche Längenverband hergestellt. Bei größeren Hausbreiten werden Doppelstühle ohne Firstpfette angewendet (Fig. 2). Müssen Pultdächer angewendet werden, so erhalten dieselben in der Regel die Form von Flugstühlen.

Die Sprengbänder des einfachen oder des doppelten Stuhles werden steiler als die Sparren gestellt und bis zu den Wandständern, mit denen sie verzapft sind, herabgeführt. Die hiedurch erzielte Profilversteifung (Dreieckverband) wird umso vollständiger sein, je tiefer die Strebenfüße herabreichen. Andererseits dürfen die Streben nicht zu weit herabreichen, weil dadurch die lichte Höhe des Innenraumes beeinträchtigt wird.

Der bei dieser Konstruktion zweiteilig anzuordnende Bundtram umfaßt die Ständer, Streben und Stuhlsäulen und wird mit diesen überschritten und verbolzt. Nachdem auch die Streben mit Ständer und Hängsäule verzapft und verbohrt, eventuell verbolzt werden, so ist damit eine fixe Dreieckverbindung geschaffen, welche die Konstruktion im Zustande des Gleichgewichtes erhält.

Da die Wandständer auch den Seitenschub der Streben aufnehmen, so muß bei der Dimensionierung derselben darauf Rücksicht genommen und beachtet werden, daß, je flacher die Strebe angeordnet, desto größer dieser Seitenschub sein wird.

Will man die untere Seite der Dachsparren verschalen, so ist es zweckmäßig, über den Mittelpfetten an jedem Sparrenpaar einen Kehlbalken anzuordnen und an der unteren Seite derselben, wie die linke Hälfte der Fig. 2, T. 29, zeigt, die Verschalung festzunageln. Zwischen Fuß- und Mittelpfette wird diese Verschalung direkt an die untere Seite der Sparren befestigt.

Muß die Decke durchaus horizontal gehalten werden, so kann man, wie Fig. 2, T. 29 (rechte Hälfte), zeigt, auf die Bundträme Deckenträme legen und an der unteren Seite derselben die Verschalung annageln. In diesem Falle müssen die Bundträme für die Aufnahme der Deckenlast stärker gehalten werden. Dürfen die Bundträme unterhalb der Decke nicht vorragen, so muß die Decke vom Dachstuhl ganz getrennt werden.

Bei Riegelbauten tritt häufig die Notwendigkeit ein, das Dach behufs kräftiger Ventilation mit einem breiten Dachreiter (Aufbau über dem Firste) zu versehen. Hierbei kann man je nach der Dachneigung auf zweierlei Weise vorgehen. Bei steileren Dächern werden die Sparren am First bündig überblattet und bis zum Lot über die Mittelpfetten des Doppelstuhles verlängert (Fig. 3, T. 29). Hiedurch wird schon eine genügende Querversteifung des Dachreiters erreicht, so daß er selbst einen leeren Dachstuhl erhalten kann, dessen Fußpfetten in jedem Hauptgespärre durch Ständer unterstützt sind, welche in die Dachsparren verzapft und

mit diesen verklammert werden. Die notwendigen Fensterständer der Dachreiterwände finden ihre Stütze auf einem zwischen den Wandständern eingezogenen Riegel *R*.

Bei flachen Dächern bis zur Neigung 1 : 2 ist es vorteilhafter, die Stuhlsäulen bis zum Dache des Dachreiters emporzuführen und für den Dachreiter einen einfachen Stuhl einzuschalten (Fig. 4, T. 29). Die Sprengbänder dieses einfachen Stuhles werden bis zu den hier zweiteilig angeordneten Mittelpfetten des Doppelstuhles herabgeführt. Die Stuhlsäulen fungieren in ihrer oberen Verlängerung als Wandständer der Dachreiter, zwischen diesen werden die Riegel *R* zur Aufnahme der Fensterständer eingeschaltet.

Sind Riegelbauten für größere Hausbreiten auszuführen, so richtet sich die Dachkonstruktion nach der Konstruktion des Riegelbaues, da in solchen Fällen zumeist eine oder zwei Reihen von Mittelständern angeordnet werden. Zwischen den Wand- und Mittelständern werden dann einfache Stühle eingeschaltet. Ist z. B. nur eine Reihe von Mittelständern vorhanden (Fig. 5, T. 29), so läßt man auf diesen eine Firstpfette ruhen und schaltet rechts und links von der Mitte je einen einfachen Stuhl ein. Der Bundtram muß in dem Falle zweiteilig sein und über die ganze Hausbreite reichen. Er umfaßt also alle Konstruktionshölzer und ist mit diesen überschritten und verbolzt.

Bei Riegelbauten mit zwei Ständerreihen ist es nicht nötig, den Bundtram durchlaufend zu machen, dafür müssen aber die Ständer entsprechend stark sein. Die Konstruktion solcher Riegelbauten ist aus der Fig. 6, T. 29, zu entnehmen. Die Versteifung der ganzen Konstruktion wird durch das Tieferführen der Sprengbänder erzielt. Haben solche Riegelbauten auch Dachreiter zu erhalten, so kann diese Konstruktion vorteilhaft nach Fig. 7, T. 29, ausgeführt werden.

Für Riegelbauten mit Holzzementdach können ganz ähnliche Konstruktionen, wie dies früher für Holzzementdächer im allgemeinen angegeben wurde, angewendet werden (z. B. Fig. 8, T. 29); nur sind die Bundträme zweiteilig und so hoch anzuordnen, daß die von den Mittelpfetten gegen die Stuhlsäulen anzuordnenden Kopfbügel noch oberhalb der Bundträme zu liegen kommen.

i) Säge- oder Sheddächer.

(Fig. 9 und 10, T. 29.)

Diese im Profile sägezahnartigen Dächer werden angewendet, um sehr breite Räume von oben gleichmäßig zu beleuchten, also für ausgedehnte Arbeits- und Fabrikräume, Ausstellungsbauten, Markthallen u. dgl. Die Beleuchtung erfolgt dann auf die Weise, daß in den Stütz- oder Rückenwänden (Pultwänden), welche lotrecht oder auch um 60—70° geneigt sein können, Lichtflächen angeordnet werden.

Sheddächer können sowohl bei Massiv- als auch bei Riegelbauten angewendet werden. Die günstigste Dachneigung für selbe ist 1 : 3. Zur Erzielung einer möglichst leichten Dachkonstruktion soll nur ein leichtes Eindeckungsmaterial (Blech, Dachpappe oder Andropappe u. dgl.) verwendet werden. Die Ausführung kann nach zwei Arten erfolgen, und zwar:

1. Nach Art der Pultdächer. Bei dieser stehen die Fensterflächen vertikal, die Sparren ruhen oben auf einer Wandpfette, unten auf einer Fußpfette und in ihrer Mitte auf einer von einem einfachen Stuhle getragenen Mittelpfette auf.

Die Fig. 9, T. 27, zeigt das Beispiel eines Sheddaches für einen Riegelbau. Hierbei umfassen die zweiteiligen Bundträme die Wandständer, Stuhlsäulen und die Sprengbänder und sind mit diesen überschritten und verbolzt. Die Stöße der Bundträme werden mit schiefer Anblattung durchgeführt und so verteilt, daß bei jedem Wandständer nur eines der dort zusammenkommenden Hölzer gestoßen wird (also nur der Bundtram oder die auf denselben ruhende Pfette).

Die horizontale Entfernung der Dachpfetten richtet sich zwar nach der in Tabelle II angegebenen freien Länge d , doch wird diese niemals erreicht werden, weil die Stützweite der einzelnen Flugstühle bei Sheddächern nicht größer als höchstens 7 m zu wählen ist. Die Entfernung der Hauptgespärre ist nicht größer als 4 m anzunehmen. Die Leergespärre werden wie gewöhnlich in Distanzen von $0.80\text{—}1.25\text{ m}$ angeordnet. Die Unterseite der Sparren kann durchlaufend mit Brettern und Fugleisten oder mit Gipsdielen, Korksteinplatten u. dgl. verschalt werden.

2. Ohne Leergespärre. Diese in Fig. 10, T. 29, dargestellte Art eines Sheddaches eignet sich mehr für Massivbauten. Hierbei werden nur Hauptsparren auf $3\text{—}4\text{ m}$ Entfernung angeordnet, auf dieselben Dachpfetten in Entfernungen von $0.90\text{—}1.20\text{ m}$ aufgekämmt, auf welche die Dacheinschalung zu liegen kommt. Die Wände zur Aufnahme der Lichtflächen werden behufs Verringerung der Stützweite der Sparren nicht lotrecht, sondern senkrecht zur Dachfläche angeordnet. Die Bundträme werden mittels Anblattung, am besten über kurzen Sattelhölzern gestoßen und letztere auf durchlaufende Pfetten aufgekämmt. Die Stöße sind möglichst zu verteilen. Die Pfetten können durch hölzerne Ständer oder eiserne Säulen bei jedem oder jedem zweiten Bundgespärre unterstützt werden.

Bei allen Sheddächern müssen die Zwischenrinnen mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden, damit das Wasser auch bei Ansammlung von Schneemassen ungehindert abfließen kann.

k) Mansarddächer.

(Fig. 12, T. 29.)

Diese können als zwei übereinander gesetzte Dachstühle betrachtet werden, von denen der untere steile und der obere flache Dachflächen besitzt. Dadurch können hohe, geräumige Dachbodenräume erzielt werden.

Die Fig. 12 zeigt die Ausführung von Mansarddachstühlen neuerer Konstruktion, und zwar: *a*) ein ganzes, *b*) ein halbes Mansarddach mit Doppelstuhl und *c*) ein halbes Mansarddach mit liegendem Stuhle. Die Fig. 29, T. 27, zeigt einen Mansarddachstuhl alter Konstruktion.

l) Kuppel- und Turmdächer.

(Fig. 11, 13 und 14, T. 29.)

Die Konstruktion solcher Dachstühle kann eine sehr verschiedene sein. Für gekrümmte Dachformen werden gewöhnlich geschnittene oder gebogene Bohlenbögen angeordnet und mit dem Dachgerüste durch Zangen und Schraubenbolzen verbunden.

Die geschnittenen Bohlenbögen „System Delorme“ (Fig. 11*a*) werden so wie Gewölbelehrbögen hergestellt, indem man 2—3 Lagen kurzer Pfostenstücke mit Fugenwechsel nach der gewünschten Form zusammennagelt und sie dann genau nach der Form ausschneidet.

Die gebogenen Bohlenbögen „System Em y“ (Fig. 11*b*) können nur nach einer Seite gekrümmt werden, indem man möglichst lange Bretter übereinanderlegt, sie durch Beschweren u. dgl. entsprechend krümmt und dann mit Eisenbändern und Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbindet.

Die Fig. 13 und 14 zeigen Beispiele von solchen Dachstühlen.

3. Der Werksatz.

Die Konstruktion eines Daches wird durch den Werksatz, d. i. der Grundrißplan der Dachkonstruktion, und durch eine entsprechende Anzahl Profile dargestellt.

Die Profile müssen so gewählt und in solcher Anzahl gezeichnet werden, daß aus denselben alle für die Ausführung nötigen Details entnommen werden können.

Die Projektierung der Dachkonstruktion eines Gebäudes erfolgt am besten in folgender Weise:

Vor der Projektierung muß man sich über die Wahl der Dachrinne entschieden haben, weil die Höhenlage der Sparrenoberfläche von derselben abhängt. Weiters muß bekannt sein, wie stark die Lattung oder Verschalung ist, eventuell ob beide angewendet werden.

Man konstruiert sich nun zuerst ein Profil des Dachstuhles unter Berücksichtigung der durch den Dachraum führenden Schlote, bei denen die Mittelpfetten vorbeiführen müssen. — Hierbei ist zunächst festzustellen, ob die Bundträme auf Mauerbänke aufgelegt werden können oder eingemauert werden müssen.

Ist kein Kniestockmauerwerk vorhanden, so kann der Bundtram entweder direkt auf das Mauerwerk (Fig. 1, T. 31) oder auf eine Mauerbank aufgelegt werden (Fig. 2, T. 31). — Ist ein Kniestockmauerwerk vorhanden, so soll dieses womöglich 45 cm stark sein; ist nun die Umfangsmauer des obersten Geschosses auch nur 45 cm stark, so muß der Bundtram am Ende eingemauert werden (Fig. 3, T. 31); ist dagegen die Umfangsmauer stärker, so ergibt sich ein Mauerabsatz, auf den eine Mauerbank aufgelegt werden kann, auf welcher der Bundtram dann aufruht (Fig. 4, T. 31). Diese Mauerbank wird flachkantig verlegt und mit $12\frac{1}{15}$ cm dimensioniert, da der Mauerabsatz auch nur 15 cm breit ist und die Mauerbank nicht vorstehen soll.

Die Fußpfette liegt entweder am Gesimsmauerwerk (Fig. 1, 3, 4, T. 31) oder neben demselben auf kurzen Ständern, die in die Bundträme eingezapft sind (Fig. 5 und 6, T. 31). Erstere Art ist billiger, weil weniger Holz und weniger Arbeit erforderlich ist, hat aber den Nachteil, daß die Dachlast direkt am Mauerwerk ruht, wodurch bei starkem Winde das Gesimsmauerwerk und die Fußpfette gerüttelt wird. Letztere Art ist gebräuchlicher und hat den Vorteil, daß das Dach ganz für sich besteht und nicht am Gesimsmauerwerk aufruht, man daher letzteres erst nach Aufstellung des Dachstuhles aufzumauern braucht.

Ist das Profil festgelegt, so zeichnet man den Umriß des obersten Gebäudegeschosses samt der äußersten Gesimskante und aller durch den Dachraum führenden Mauern (Feuer-, Brand-, Lichthofmauern, Schlote usw.). In diesen Plan werden eingezeichnet alle Verschneidungslinien der Dachflächen (Firste, Grate und Ixen), letztere als feine Linien, sodann beginnt man mit der Einzeichnung des Werksatzes.

Im Werksatze werden horizontal liegende Hölzer, wie Mauerbänke, Bundträme, Pfetten, Zangen, Spannriegel usw. in wahrer Breite nach dem Maßstab der Zeichnung dargestellt, vertikale Hölzer nach dem Querschnitt gestrichelt, die Mittellinien der Bundträme strichpunktirt, jene der Sparren gestrichelt, die Verschneidungslinien mit feinen Linien voll ausgezogen.

Die Austeilung der Hauptgespärre erfolgt nach dem Grundsatz, daß alle Pfettenenden unterstützt sein müssen und daß neben den Feuer- und Giebelmauern sowie beiderseits der Brandmauern ein Hauptgespärre anzuordnen ist. Zwischen diese Hauptgespärre wird sodann die noch notwendige Zahl von Hauptgespärren derart eingeschaltet, daß dieselben 3—5 m voneinander entfernt sind.

Liegen die Rammenatbögen des obersten Geschosses sehr hoch, so sind die Bundträme womöglich nicht auf die Bögen, sondern zwischen diese auf die Fensterpfeiler zu legen. Müssen aber einzelne Bundträme dennoch über solche Rammenatbögen gelegt werden, so ist es notwendig, diese durch Entlastungsträger vor übermäßiger Belastung zu schützen.

Zwischen den Hauptgespärren werden die Leergespärre in Entfernungen von 0.80—1.25 m eingeteilt und im Werksatz durch Zeichnung ihrer Sparrenmitte mit gestrichelten Linien bezeichnet.

Unter den Firstendpunkten muß ein Haupt- oder Leergespärre angeordnet werden.

In der ganzen Dachkonstruktion darf kein Holzstück schweben, alle Konstruktionsteile müssen solid unterstützt sein.

Ist ein Dachraum durch Brandmauern unterteilt, so darf kein Holzstück aus einer Dachbodenabteilung in die andere reichen.

Im besonderen gelten für die verschiedenen Dachformen und Gebäudegrundrisse folgende Anhaltspunkte:

a) Bei einem *Satteldache* mit beiderseitigen Stirn- oder Giebelmauern (Fig. 1, T. 30) werden knapp an dieselben die äußersten Hauptgespärre gestellt und die übrigen Hauptgespärre nach den vorangeführten Grundsätzen ausgeteilt.

b) Bei einem *Walmdache* (Fig. 2, T. 30) werden die äußersten Hauptgespärre unter die Enden der eventuell vorhandenen Mittelpfetten gelegt, damit diese Enden durch Stuhlsäulen unterstützt werden können. Die Pfette des Walmes wird mit den Mittelpfetten der Langseite bündig überblattet und gegen die Stuhlsäulen durch zangenartige Kopfbügel gestützt (Fig. 3 b und e, T. 30).

Gegen diese Eckstuhlsäulen stützen sich die *Gratsparren* und gegen die Gratsparren die oberen Enden der angeschifteten *Leersparren*.

Diese Leersparren üben auf die Fußpfette einen nicht unbedeutenden Horizontalschub aus, weshalb die Fußpfette der Walmseite gegen das Hauptgespärre verankert werden muß. Dies erfolgt bei Dachstühlen, bei denen die Fußpfette auf den Bundträmen aufgekämmt ist, durch kurze Bundtramstücke, die, unter den letzten Stuhlsäulen beginnend, senkrecht zum letzten Hauptgespärre angeordnet werden. Ist die Distanz zwischen diesen Bundtramstücken über 6 m, so wird in der Mitte ein drittes eingeschaltet. Diese Bundtramstücke werden mit der Mauerbank und Fußpfette verkämmt und mit dem Bundtram des letzten Hauptgespärres verzapft und verklammert (Fig. 7 A und D, T. 31). Bei höher liegender Fußpfette (Fig. 2 c, T. 30) können die Bundtramstücke mit der Fußpfette nicht verkämmt werden, weswegen auch Sprengbänder und Doppelzangen und beim Kniestock auch Kniesäulen erforderlich sind, welche wie beim Hauptgespärre konstruiert werden.

An den Ecken werden die Fußpfetten bündig überblattet und mit ebenfalls bündig überblatteten, unter 45° angeordneten Zangen *W* (Fig. 3 f, T. 30) gegen das Hinausschieben gesichert.

Bei Dachstühlen nach Profil 5, T. 31, bei denen die Fußpfette auf Säulchen aufruhrt, wie z. B. bei Fig. 2, T. 30, müssen in den Ecken diagonale Bundtramstücke angeordnet werden, in welche die in den Ecken stehenden Säulchen verzapft werden. Diese Bundtramstücke werden mittels eines Wechsels *w* mit den nächstliegenden Bundträmen verbunden.

Die übrigen Hauptgespärre werden nach den allgemeinen Regeln ausgeteilt und ist hierbei nur darauf zu achten, daß sich die beiden Gratsparren im Firste gegen ein Leer- oder Hauptgespärre stemmen.

c) Hat das Gebäude an beiden Fronten gleichmäßig vorspringende *Mittel- oder Flügelrisalite* (Fig. 2, T. 30), so werden in der Regel die Mittelpfetten in beiden Trakten in gleicher Höhe angeordnet, dabei ist aber zu beachten, daß die Mittelpfetten nicht näher als $\frac{1}{2} d$ und nicht weiter als $1 d$ vom Firste entfernt liegen. Diese Anordnung entspricht dem Verhältnisse 3 : 4 der Traktiefen, welches auch selten überschritten werden dürfte.

Im Anschlusse der beiden Trakte ergibt sich ein Hauptgespärre (bezw. Hängewerk) mit vier Stuhlsäulen, die sämtlich bis zur Mittelpfette reichen (Fig. 2 b, T. 30); der durchlaufende Sprengriegel wird als Doppelzange ausgebildet. Da der Bundtram dieses Gespärres durch die zwei inneren Stuhlsäulen belastet wird, muß die Verbindung der äußeren Stuhlsäulen mit dem Bundtram nicht bloß mit Klammern, sondern auch mit Hängeisen erfolgen (Fig. 5 f, T. 30).

Sind nur an einer Gebäudefront Risalite angeordnet (Fig. 3, T. 30), so werden die Mittelpfetten der beiden Trakte nach ähnlichen Grundsätzen wie früher ausgeteilt; es ergibt sich daher im Anschlusse der beiden Trakte ein Hauptgespärre mit drei Stuhlsäulen (Fig. 3 c, T. 30), welches ganz so konstruiert wird wie das früher beschriebene mit vier Stuhlsäulen.

d) Bei der E c k k r e u z u n g zweier Gebäudetrakte mit gleich hoher Firstlinie (Fig. 5, T. 30) ist ein Grat- und ein Ixensparren erforderlich, welche sich im Firste gegeneinander stemmen. Die Austeilung der Eckbundgespärre kann im Falle, als die Bundträme auf Mauern gestützt werden können, am besten so erfolgen, daß die einzelnen Bundtramstücke abwechselnd ineinander verzapft werden (Fig. 5 a, T. 30); Mittel- oder Scheidemauern können zur Unterstüzung dieser Bundtramstücke verwendet werden.

Ist eine derartige Unterstüzung nicht möglich, so muß in der Grat- und Ixenlinie ein vollständiges, als solides Hängwerk konstruiertes Hauptgespärre angeordnet werden, an welches sodann die verlängerten Bundgespärre angeschifftet und mit diesem verzapft und verklammert werden (Fig. 4, T. 30).

Der gleiche Vorgang ist bei jeder nicht rechtwinkligen Traktkreuzung einzuhalten.

Kreuzen sich zwei ungleich breite Trakte mit gleich geneigten Dachflächen (Fig. 7, T. 31), also mit verschiedenen hohen Firstlinien, so werden die Mittelpfetten beider Trakte wie bei Risaliten in gleicher Höhe geführt. Sie sind also im breiteren Trakte bis auf maximal $1d$ und im schmäleren ungefähr auf $\frac{1}{2}d$ der freien Sparrenlänge von der Firstlinie anzuordnen. Die Bundträme werden nach ähnlichen Grundsätzen, wie früher angegeben, ausgeteilt.

e) Schließt ein schmälere Trakt an einen breiteren Haustrakt an (Fig. 5, T. 30), so werden die Mittelpfetten wieder in gleiche Höhe gelegt. An der Anschlußstelle sind zwei Bundträme des Haupttraktes in den ersten Bundtram des Nebtraktes bei n einzuzapfen, deshalb ist das letztere Hauptgespärre des Nebtraktes als solides Hängwerk mit Hängeisen zu konstruieren oder man trachtet, Mauerteile als Unterstüzung der Kreuzungsstellen zu benützen. Bei sehr geringer Breite des anschließenden Nebtraktes kann man auch die Firste beider Trakte gleich hoch halten und die Mauerbänke für den leeren Dachstuhl des Anbaues in der Höhe der Mittelpfetten des Haupttraktes legen ($n n'$, Fig. 1 a und b, T. 30). Diese Anordnung wird bei Stiegenhäusern wegen der beim Stiegenaustritte erforderlichen Höhe häufig notwendig.

4. Anschiffen der Leersparren an die Grat- und Ixensparren.

Die verkürzten Leersparren bei den Graten und Ixen (Schiftsparren) müssen so zugeschnitten werden, daß sie an die vertikalen Seitenflächen der Grat- und Ixensparren sich genau anschmiegen (S c h m i e g e f l ä c h e n), wo sie dann mit langen Schiftnägeln befestigt werden.

Einfache Schiftsparren erhalten nur an einem Ende, doppelte Schiftsparren (Doppelschifter) an beiden Enden Schmiegeflächen; letztere Sparren kommen bei Risaliten vor, wo sie oben am Grat und unten am Ixensparren angeschifftet werden.

Die lotrechten Kanten der Schmiegefläche werden Lotschmiege, die beiden anderen Backenschmiege genannt.

Für Dachverschneidungen von gleich geneigten Dachflächen genügt die Bestimmung einer solchen Schmiegefläche, bei ungleichen Dachneigungen muß für jede Dachneigung die Schmiegefläche bestimmt werden.

Um nun die Schiftsparren zuschneiden zu können, ist es notwendig, die wahre Länge der Grat-, Ixen- und Schiftsparren zu ermitteln. Der Zimmermann nennt dies das „Heraustragen“.

Hiezu braucht der Zimmermann nur ein Gespärre in wahrer Größe und wahrer Lage, d. h. Neigung aufzustellen oder sich vorzureißen, welches Lehrsparre genannt wird. Aus diesem Lehrsparre wird, da die Dachflächen die gleiche Neigung haben, auch die Neigung und Größe jedes Schifters, somit auch die Richtung der Schmiegen entnommen werden können (siehe Fig. 7 F, T. 31). Der Gratsparren wird sonach ausgelegt, und zwar so, daß die abgeschnürte Gratlinie des Daches mit der Mittellinie der oberen Fläche des Balkens zusammenfällt. Die eine Hälfte dieser oberen Fläche des Gratsparrens gehört sonach der Dach-, die andere Hälfte der Walmfläche an. Der Querschnitt des Gratsparrens ergibt sich als ein Fünfeck.

Die Konstruktion der wahren Größe des Gratsparrens und der Schiftsparren ist aus Fig. 7 F, T. 31, zu entnehmen, und zwar ist ab die Länge des Gratsparrens, $a c$, $a d$, $a e$ und $a f$ die Länge der Schiftsparren der Walmseite.

Die schraffierten Parallelogramme auf dem „Lehrsparre“ geben die senkrechten Projektionen der Schmiegeflächen an, deren wahre Größe durch Auslegen mit dem Gratsparren gefunden wird.

Die wahre Größe der Backenschmiege ($m n$) erhält man als Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen eine Kathete die Breite des Sparrenquerschnittes ist (13 cm — Fig. 7 G, T. 31) und dessen zweite Kathete man leicht durch Anreißen auf dem ausgelegten Sparren bekommt. (Bei rechtwinkliger Kreuzung = 45° .)

Konstruiert man sich nun so ein Dreieck und legt es dementsprechend auf den Sparren, reißt sich die Hypotenuse vor, lotet die Eckpunkte der Hypotenuse bei richtiger Neigung des Sparrens ab, so hat man die Schmiegefläche vorgerissen (Fig. 7 G, T. 31). Ist ein Schiftsparren nach der Schmiegefläche zugeschnitten, so dient derselbe als „Lehre“ für alle anderen, vorausgesetzt, daß die Dachneigungen dieselben sind.

Statt sich ein wie vor bestimmtes, rechtwinkliges Dreieck wirklich zu konstruieren, genügt es auch, bloß die entsprechenden Längenmaße aus dem Lehrsparre, bezw. aus dem ausgetragenen Gratsparren zu entnehmen, die Richtung der Dreiecksseiten aber einfach durch entsprechendes Anlegen des eisernen Winkels zu bestimmen.

Ganz ähnlich wie für die Gratsparren erfolgt das Heraustragen der Ixen- oder Kehlsparrn. Die Schifter unterscheiden sich hiebei von denen bei Gratsparren nur dadurch, daß die Schifterflächen nicht an dem oberen, sondern an dem unteren Ende vorkommen. Als einfache Schifter treffen sie am Firste mit einem Schifter oder Sparren zusammen und sind mit diesem wie gewöhnlich mittels des Scherzapfens oder der bündigen Überblattung verbunden. Als doppelte Schifter schließen sie am oberen Ende an den Grat-, am unteren Ende an den Ixensparren an. Bei regelmäßigen Dächern sind beide Schmiegeflächen (Grat und Ixen) gleich, aber in ihrer Richtung entgegengesetzt.

Die Ermittlung der Schmiegeflächen für Ixensparren erfolgt auf die gleiche Weise wie bei den Gratsparren.

Die Ixensparren selbst sollten eigentlich rinnenartig ausgenommen sein, nachdem aber die Eindeckung in der Ixe keine scharfe Rinne bilden darf, sondern ausgeflacht werden muß, so ist es einfacher, dem Ixensparren ein rechteckiges Profil zu geben und die vertikalen Flächen als Schmiegeflächen auszunützen.

Manchmal wird der Ixensparren etwas tiefer gelegt als die anderen Sparren, die Schifter werden dann auf den Ixensparren aufgeklaut, so daß dann wieder eine scharfe Ixenlinie entsteht, welche aber durch Einlegen eines Brettes ausgeflacht werden kann.

Im Verfallungsgrate, der sich bei der Verbindung verschieden hoher Firstlinien ergibt, können ebenfalls Gratsparre angeordnet werden, welche bis zu einer geeigneten Unterstützung an einen Kehlbalken oder an die Mittelpfette reichen (x, y , Fig. 7 A und D, T. 31). Man kann auch die Walmdachfläche des größeren

Daches unabhängig von dem kleineren Dache herstellen, den Ixensparren an den Gratsparren der Walmfläche anschnitten und zwischen Ixen- und Verfallungsgratsparren sogenannte Reitersparren einschalten, welche sich gegen die Ixen- und Gratsparren als Doppelschifter stützen.

F. Eiserne Dachkonstruktionen.

(Tafel 32.)

Je nach der Widmung eines Gebäudes, der Hausbreite und des Eindeckungsmaterials können folgende, eiserne Dachkonstruktionen zur Anwendung kommen:

1. Dachgitterträger oder Fachwerkträger für Stützweiten von 30—40 m.

2. Dachkonstruktionen mit gewalzten oder genieteten Trägern, die sich besonders für Holzzementdächer eignen und Stützweiten von 10—12 m zulassen.

3. Dächer aus bombiertem Wellblech, bei welchen das Wellblech die tragende Konstruktion und zugleich auch die Dachhaut bildet.

1. Dachgitterträger.

Ein Dachgitterträger besteht aus einem geraden, gebrochenen oder bogenförmigen Untergurte, welcher die Rolle des Bundtrames versieht, daher alle Horizontalschübe des Daches aufzunehmen hat, ferner aus einem ein- oder mehrfach gebrochenen Obergurte, welcher die Rolle der Sparren der Hauptgespärre vertritt. Ober- und Untergurt sind miteinander durch ein System von Gitterstäben derart verbunden, daß dieselben untereinander und mit den Gurten Dreiecke bilden. Die Endpunkte der Dreiecke nennt man Knotenpunkte und ihre Entfernung im horizontalen Sinne die Knotenweite. — Die Dach-, bezw. Deckenlasten werden auf die Gitterträger durch hölzerne oder eiserne Pfetten (Deckenträger) übertragen. Diese liegen gewöhnlich nur in den Knotenpunkten der Obergurte auf. Ist es aber vorteilhaft, das Dach ohne Lehrsparren zu machen, so muß die Dacheinschalung, bezw. Eindeckung direkt auf Pfetten befestigt werden (Fig. 9, T. 32), in welchem Falle auch zwischen den Knotenpunkten Pfetten angeordnet werden, wodurch der Obergurt auch auf Biegung beansprucht wird. Dachgitterträger, bei denen die Ober- und Untergurte am Gespärre nicht in einem Punkte zusammentreffen, werden speziell Fachwerkträger genannt (Fig. 6, T. 32).

Nach der Verschiedenheit in der Anordnung des Dreieckverbandes unterscheidet man verschiedene Systeme von Dachgitter- und Fachwerkträgern, wovon in den Fig. 1—7, T. 32, die wesentlichsten schematisch dargestellt und die wichtigsten Daten den Figuren beigegeben sind.

Ausführung der Dachgitter- und Fachwerkträger.

Der Obergurt, welcher bei allen Systemen auf Druck beansprucht wird, erhält stets einen T- oder I-förmigen, steifen, aus Fassoneisen zusammengesetzten Querschnitt.

Der Untergurt wird nur auf Zug in Anspruch genommen, braucht daher keinen steifen Querschnitt. Nachdem aber Flacheisen auf größere Längen schlaff bleiben und schlottern würden, so setzt man den Untergurt aus Winkeleisen zusammen.

Die Gitterstäbe sind teils auf Druck, teils auf Zug beansprucht. Die auf Druck beanspruchten Stäbe müssen stets einen steifen Querschnitt aus L- oder T-förmigem Fassoneisen erhalten, während die gezogenen Stäbe aus Flacheisen gebildet sein können.

In den Knotenpunkten werden die Stäbe, wenn mehr als zwei in einem Punkt zusammentreffen, mit Knotenblechen vernietet. Die Knotenweite soll 3—4 *m* nicht übersteigen und kein Winkel unter 20° sein.

Die Gitterträger werden in Entfernungen von 4—6 *m* angeordnet und an beiden Enden mittels gußeiserner Lagerplatten auf entsprechende Unterlagsquadern, bezw. auf die tragenden Mauern gebettet.

Zum Zwecke des Längenverbandes und zur Erleichterung der Montierung werden die Gitterträger an geeigneten Stellen mit Winkeleisen gegeneinander abgespreizt (Fig. 8 *c*, T. 32).

Die Fig. 8, T. 32, stellt die Konstruktion eines eisernen Dachstuhles mit Polonceau-Gitterträgern und die Fig. 9, T. 32, eine mit Fachwerkträgern dar, wie sie für gedeckte Reitschulen, Remisen, Hallen usw. angewendet werden können.

In den beiden Fig. *a* sind die Träger schematisch dargestellt, während die Fig. *b* die Detailverbindungen der Knotenpunkte usw. und die Fig. *c* den Längenverband zeigen. In Fig. 8 sind auf dem Obergurt bei jedem Knotenpunkt Pfetten befestigt, welche die Dachsparren aufnehmen, in Fig. 9 sind außerdem noch zwischen den Knotenpunkten Pfetten angeordnet, auf welche die Dachschalung direkt angenagelt wird. Die Pfetten sind also hier vermehrt und werden dementsprechend schwächer gehalten. Es entfallen dafür die Dachsparren.

Bei Anordnung einer Zwischendecke kann man die Deckenträme direkt auf den Untergurt legen. Hierzu wird sich eine Konstruktion (etwa nach Fig. 5 *a*, T. 32) mit unterstütztem Untergurt besonders empfehlen, damit in letzterem keine zu großen Biegungsspannungen auftreten können. Aus gleichen Gründen wird sich bei Pfettendachstühlen ohne Zwischendecke die Konstruktion nach Fig. 5 *b*, T. 32, mit unterstütztem Obergurt besonders eignen.

2. Dachkonstruktionen mit gewalzten oder genieteten Trägern.

Für Holzzementdächer können auch flache Gewölbdecken oder Eisenbetonkonstruktionen eventuell zwischen Eisenträgern nach der notwendigen Dachneigung ausgeführt werden. Gewölbe sind dann mit einer oben ebenen Nachmauerung und mit einem ausgleichenden, ca. 2 *cm* dicken Zementverputz zu versehen, auf welchem die Eindeckung direkt aufgetragen wird. Auf Eisenbetonkonstruktionen mit ebener Oberfläche kann die Eindeckung direkt aufgetragen werden. Der geringe Horizontalschub, welchen die wenig geneigte Decke auf die tragenden Mauern ausübt, wird durch die schließenartig armierten, eventuell miteinander verbundenen Träger aufgehoben.

Für größere Hausbreiten kann man eventuell stärkere, genietete Träger anwenden, an deren Stehblechen Winkeleisen der Dachneigung entsprechend angenietet werden, welche den Gewölbfüßen als Auflager dienen.

3. Dächer aus bombiertem Wellblech.

Das Wellblech in Kreissegmentform gebogen (bombiert), kann für gewisse Stützweiten direkt, ohne weitere Unterstützung zur Eindeckung eines Raumes benützt werden.

Wo die Länge der Wellblechtafeln zur Überdeckung eines Raumes nicht hinreicht, können mehrere Tafeln mit entsprechender Übergreifung (mindestens der 1½fachen Wellentiefe) übereinandergelegt und vernietet werden, dabei müssen aber die Stöße in jeder anschließenden Schar wechseln. Der Länge nach werden die Bleche in den Wellenbergen genietet.

Der Fuß des Wellbleches stützt sich mittels angenieteter L-förmiger Agraffen an gewalzte I- oder C-Träger, mit welchen die Agraffen, um ein Abheben des Daches durch den Wind zu verhüten, entweder vernietet oder verschraubt werden. Die

Träger ruhen wieder in gußeisernen Schuhen, welche mit dem Mauerwerke verankert werden. Diese Schuhe sind zur Aufnahme des Horizontalschubes mit entsprechenden Zugstangen verbunden, welche zur Verhinderung großer Durchbiegung an einigen Stellen an das Wellblechdach aufgehängt werden.

Die bombierten Wellblechdächer für größere Spannweiten sind sehr teuer und trotzdem nicht so gut wie die Dachkonstruktion mit Gitterträgern, auch schwitzen sie an der inneren Seite, was namentlich bei beheizten Räumen (Werkstätten u. dgl.) von großem Nachteil sein kann. Bombierte Wellblechdächer empfehlen sich also mehr für kleinere Spannweiten, und zwar dann, wenn die Unterfläche in irgend einer Weise verkleidet wird, oder wenn unter dem Wellbleche noch eine zweite Eindeckung angewendet wird, ferner für offene Hallen, Perrons usw.

VIII. Stiegenkonstruktionen.

Stiegen (Treppen) vermitteln entweder die Kommunikation zwischen den einzelnen Geschossen oder sie dienen als Zugang in das Gebäude selbst.

Man unterscheidet Freitreppen und geschlossene Stiegen, je nachdem selbe außerhalb oder innerhalb eines Gebäudes angeordnet sind. Die geschlossenen Stiegen werden gewöhnlich für alle Geschosse in einem besonderen Gebäudeteile, dem Stiegenhause, vereint.

Die einzelnen Teile einer Treppe nennt man Stufen. Mehrere unmittelbar aufeinander folgende Stufen bilden einen Stiegenarm. Die unterste, also erste Stufe des Stiegenarmes heißt Antrittsstufe, die oberste Austrittsstufe. Die obere Fläche einer jeden Stufe, die vom Fuß betreten wird, heißt Trittsstufe. Der vordere, sichtbare Teil heißt Futter- oder Setzstufe. Der sichtbare Abschluß an der Schmalseite der Stufe heißt Wange. Der horizontale Abstand der Vorderkanten zweier aufeinander folgender Trittstufen heißt Auftritt. Bei längeren Stiegenarmen werden Ruheplätze oder Podeste eingeschaltet, damit das Begehen der Stiege nicht zu ermüdend wird.

Stiegenspindel nennt man eine zwischen den Stiegenarmen ausgeführte Mauer, in welcher die Stufen eingemauert werden. Diese kann nach Fig. 4, T. 33, mit Mauerwerk voll ausgefüllt sein (volle Spindel) oder sie kann nach Fig. 5 oder 9, T. 33, durchbrochen angelegt werden (durchbrochene oder hohle Spindel); ist wie in Fig. 7 und 8, T. 33, an der Innenseite der Stiegenarme gar keine die Stufen unterstützende Mauer vorhanden, so nennt man den Raum zwischen den Stiegenarmen Spindelraum.

Nach der Grundrißform unterscheidet man:

1. Geradarmige Stiegen oder gebrochene Stiegen, und zwar ein-, zwei-, drei- und mehrarmige Stiegen (Fig. 1—7, dann 12 und 13, T. 33).
2. Gewundene Stiegen, deren Lauf im Grundriß einer krummen Linie folgt. Solche gewundene Stiegen können kreisrund, halbkreisförmig, halb-elliptisch usw. ausgeführt sein (Fig. 8, T. 33). Kleine kreisförmige Stiegen nennt man Wendeltreppen (Fig. 11, T. 33).
3. Gemischtarmige Stiegen, bei welchen gerade und gekrümmte Teile aufeinanderfolgen. In Fig. 9 und 10, T. 33, sind zwei solche Stiegen in Hufeisenform dargestellt (Hufeisenstiegen).

Nach der Konstruktion unterscheidet man:

1. Beiderseits eingemauerte Stiegen, bei welchen die Stufen auf beiden Seiten 8—10 cm tief eingemauert werden (Fig. 1, 4, 10 und 13, T. 33).
2. Freitragende Stiegen, deren Stufen nur auf einer Seite, und zwar 25—30 cm tief in die Stiegenumfassungsmauer eingemauert werden, auf der anderen

Seite aber frei liegen. Die Stufen eines Stiegenarmes liegen aufeinander und unterstützen sich gegenseitig (Fig. 2, 3, 7 und 8, T. 33).

3. Pfeilerstiegen (Fig. 6 und 12, T. 33), bei welchen die Stiegen spindle aus Pfeilern besteht, die mit Eisenträgern, Mauerbögen oder steinernen Wangen (Zargen) verbunden sind, auf denen die Stufenenden liegen.

4. Traversenstiegen, die so konstruiert sind, daß um den Spindelraum ein System von eisernen I- oder C-Trägern angeordnet ist, auf welchen die nicht eingemauerten Enden der Stufen aufliegen (Fig. 1, T. 34).

Nach dem verwendeten Material unterscheidet man steinerne, gemauerte, eiserne, hölzerne und Eisenbetonstiegen.

A. Dimensionierung der Stiegen und Stufen.

Für kleinere, ein- bis zweistöckige Wohnhäuser u. dgl. genügt eine Stiegenbreite von 1·10—1·25 m. In vornehmeren Häusern und mehrgeschossigen Wohnhäusern sowie für stärker frequentierte Stiegen macht man die Stiegenbreite 1·40 bis 1·50 m. Sehr stark frequentierte Stiegen, z. B. in Schulen, Kasernen, Spitälern erhalten eine Breite von 1·50—2·00 m in einstöckigen und 2·50—3·00 m in mehrgeschossigen Gebäuden. Nur ganz untergeordnete Stiegen, z. B. für einzelne, wenig frequentierte Lokale, Dachböden und Kellerräume können auch unter 1·10—0·65 m Breite erhalten.

Die Stufenbreite b und die Stufenhöhe h müssen zueinander und zur normalen Schrittlänge in einem entsprechenden Verhältnisse stehen. Die normale Schrittlänge wird mit Rücksicht auf Frauen und Kinder mit 63 cm für ebenen Boden gerechnet. Beim Besteigen der Treppe verkürzt sich aber die Schrittlänge um das doppelte Maß der Stufenhöhe h , weswegen die Stufenbreite b nach der Formel $b = 63 - 2h$, bzw. $2h + b = 63$ cm ermittelt werden kann.

Die Stufenhöhe wird meistens zwischen 14 und 16 cm angenommen, nur für sehr bequeme Stiegen, z. B. in Spitälern kann die Stufenhöhe bis auf 10·5 cm vermindert, dagegen für wenig frequentierte Stiegen (Boden- und Kellerstiegen) bis zu 20 cm vergrößert werden.

Ist z. B. die Stufenhöhe h mit 15 cm angenommen, so ergibt sich aus vorstehender Formel die Stufenbreite

$$b = 63 - 2 \times 15 = 33 \text{ cm.}$$

Für große Werte von h kann aber diese Formel nicht mehr angewendet werden, da man die Breite b schon mit Rücksicht auf ein bequemes Herabsteigen nicht kleiner als 27 cm anordnen soll. Für $h = 20$ cm darf man somit b nicht gleich $63 - 2 \times 20 = 23$ cm wählen, sondern muß hierfür das angegebene Minimalmaß der Stufenbreite mit 27 cm einhalten.

Eine praktische Formel, die für alle Steigungen entsprechende Werte liefert, ist: $\frac{4}{3}h + b = 52$ cm.

Die Stufenhöhe soll womöglich in allen Geschossen die gleiche sein (ausgenommen die Keller- und Dachbodenstiegen), weswegen es angezeigt und praktisch ist, die Geschoßhöhen als ein Vielfaches der Stufenhöhen festzusetzen.

B. Stiegenausmittlung.

Ist die Breite der Stiege sowie das Steigungsverhältnis gegeben, so kann die Größe und Form des Stiegenraumes nach der Stockwerkhöhe ermittelt werden.

Nachdem das Begehen langer Stiegenarme ohne Unterbrechung sehr ermüdet, so soll nach je 15—20 Stufen ein Ruheplatz (Podest) eingeschaltet werden. Wo die Verhältnisse dies nicht zulassen, muß nach je 25—30 Stufen unbedingt ein Ruheplatz folgen.

Die Form und Größe des Stiegenhauses ist in allen Geschossen gleich, auch wenn die Geschoßhöhen verschieden sind.

Beträgt die Verschiedenheit der Geschoßhöhen weniger als eine Stufenhöhe, z. B. bloß 10 *cm*, so kann diese geringe Differenz auf alle Stufenhöhen eines Geschosses verteilt werden, so daß die Stufenhöhen der Geschosse nur um wenige Millimeter differieren. Ist z. B. ein Geschoß 3·6 *m* hoch, so können für dasselbe $\frac{3\cdot60}{15} = 24$ Stufenhöhen à 15 *cm* angenommen werden; hätte das darüber liegende Geschoß eine Höhe von 3·70 *m*, so würden nach dem Vorgesagten auf dieses Geschoß ebenfalls 24 Stufen, jedoch mit $\frac{3\cdot70}{24} = 15\cdot4$ *cm* Höhe entfallen.

Bei größerer Verschiedenheit können einzelne Stufen entweder im Podest eingeschaltet oder als Vorlegstufen bei den Stiegenantritten angeordnet werden.

Merklich verschiedene Stufenhöhen oder Stufenbreiten in den übereinander liegenden Geschossen sind möglichst zu vermeiden, weil sie dem raschen Passieren der Treppe hinderlich wären.

1. Ausmittlung gerader Stiegen.

Die in Fig. 1, T. 33, dargestellte einarmige Stiege hat eine Stiegenbreite von 2·00 *m* und eine Geschoßhöhe *H* von 4·00 *m*. Stufenzahl *z*, Stufenprofil $\frac{b}{h}$, Podestbreite *l* und Stiegenhaustiefe *T* sind zu ermitteln.

Wird die Stufenhöhe *h* vorläufig mit 15 *cm* angenommen, so ergibt sich $z = \frac{H}{h} = \frac{400}{15} = 26\cdot67$, d. i. = 27 Stufen. Nachdem aber ein Ruheplatz eingeschaltet ist, wird eine gerade Anzahl der Stufen zweckmäßiger sein, da man hiedurch zwei gleich lange Stiegenläufe erhält. Es werden daher nur 26 Stufen angenommen. Daraus ergibt sich nun die definitive Stufenhöhe mit

$$h = \frac{H}{z} = \frac{400}{26} = 15\cdot385 \text{ cm.}$$

Die Stufenbreite *b* ergibt sich dann aus der Formel

$$2h + \bar{b} = 63 \text{ mit } b = 63 - 2 \times 15\cdot385 = 32\cdot23 \text{ cm} \doteq 32 \text{ cm.}$$

Der Ruheplatz muß so breit gemacht werden, daß man ihn mit der normalen Schrittlänge von 63 *cm* überschreiten kann, daß also die Entfernung der zwei Punkte, in welchen man den Podest betritt, bzw. wieder verläßt, ein Vielfaches der Schrittlänge von 63 *cm* beträgt. Wenn man ferner voraussetzt, daß man beim Begehen der Stiege den Fuß immer auf die Stufenmitte setzt, so ergibt sich die Podestlänge $l = 2 \times \frac{b}{2} + n \times 63$. Für *n* = 2 ergibt sich z. B.

$$l = 2 \times \frac{32}{2} + 2 \times 63 = 158 \text{ cm} = 1\cdot58 \text{ m.}$$

Behufs Ermittlung der Stiegenhaustiefe *T* weiß man, daß die beiden Stiegenarme je 13 Stufenhöhen, somit 12 Stufenbreiten (weil die oberste Breite schon in den Podest, bzw. Gang hineinfällt) enthalten. Die Länge *L* eines Armes beträgt sonach $12b = 12 \times 32 = 384 \text{ cm} = 3\cdot84 \text{ m}$, daher ist die Stiegenhaustiefe $T = 2L + l = 2 \times 3\cdot84 + 1\cdot58 = 9\cdot26 \text{ m}$.

Bei zweiarmigen Stiegen (Fig. 2—5, T. 33) ist die Ausmittlung ganz nach dem vorstehenden Beispiele durchzuführen.

Ist die Größe des Stiegenhauses durch einen verfügbaren Raum gegeben, so muß die Stufenhöhe und Breite innerhalb der zulässigen Grenzen ermittelt werden. Ist die Tiefe des Stiegenhauses zu gering, so können auch im Podest einige Stufen eingeschaltet werden (Fig. 5, T. 33).

Bei dreiarmigen Stiegen ist es vorteilhaft, die drei Arme gleich lang zu machen (Fig. 6, T. 33). Wo es die Raumverhältnisse aber nicht gestatten oder wo die ermittelte Stufenzahl nicht durch 3 teilbar ist, werden bloß zwei Arme gleich lang gemacht (Fig. 7, T. 33). Die Podeste erhalten dieselbe Breite wie die Stufenlänge.

Im Beispiele Fig. 6, T. 33, ist die Geschoßhöhe mit 3.84 m und die Breite der Stiege (Stufenlänge) mit 1.50 m gegeben. Es soll nun die Größe des Stiegenhauses für eine dreiarmige Stiege ermittelt werden.

Die Stufenhöhe h wurde mit 16 cm angenommen, daraus resultiert die Stufenzahl Z für das ganze Geschoß mit $\frac{H}{h} = \frac{384}{16} = 24$ und die Stufenbreite $b = 63 - 2h = 63 - 2(16) = 31\text{ cm}$.

Für drei gleiche Stiegenarme entfallen per Stiegenarm $\frac{24}{3} = 8$ Stufenhöhen und $8 - 1 = 7$ Stufenbreiten. Die Länge eines Stiegenarmes L ist daher $= 7b = 7 \times 31 = 217\text{ cm}$ oder 2.17 m . Zwischen den drei Stiegenarmen liegen zwei Podeste, deren Länge und Breite l gleich der Stiegenbreite sein muß. Die Tiefe des Stiegenhauses T beträgt also $L + l = 2.17 + 1.50 = 3.67\text{ m}$ und die Breite B desselben $L + 2l = 2.17 + 2 \times 1.50 = 5.17\text{ m}$.

Nach denselben Grundsätzen erfolgt die Ermittlung der Stiegenhausgröße, wenn die Breite oder Tiefe des Stiegenhauses gegeben ist, in welchem Falle die Stiegenarme oft ungleich lang ausfallen (Fig. 7, T. 33).

Bei Raummangel für die Entwicklung der Stiegenarme können die Stufen auch entsprechend abgerundet in die Podeste eingreifen, wie die Fig. 7, T. 33, im Grundriß und Fig. 14, T. 33, im Detail zeigen.

2. Ausmittlung gewundener Stiegen.

Bei gewundenen Stiegen erfolgt die Austeilung der Stufen in einer Kurve, welche 40 cm von der äußeren Stiegenmauer absteht. In dieser Kurve (Teilungskurve) müssen alle Stufen die ermittelte Breite besitzen, jedoch mindestens 27 cm , am Spindelende mindestens 13 cm breit sein, damit zwei Personen einander noch ausweichen können.

In Fig. 8, T. 33, ist eine halbkreisförmige, 1.20 m breite, freitragende Stiege für eine Geschoßhöhe H von 3.84 m dargestellt. Höhe, Breite und Anzahl der Stufen, dann die Podestlänge und der Radius der äußeren Stiegenmauer sind zu ermitteln.

Angenommen die Stufenhöhe h wäre 16 cm , so ergäbe sich die Anzahl z aller Stufenhöhen mit $z = \frac{H}{h} = \frac{384}{16} = 24$ Stufen. H ist hier ein Vielfaches der Stufenhöhe; es kann somit 16 cm als definitive Stufenhöhe gelten. Hieraus ergibt sich die Stufenbreite $b = 63 - 2h = 63 - 32 = 31\text{ cm}$.

Bei 24 Stufen muß ein Ruheplatz eingeschaltet werden. Die Länge l des Ruheplatzes ergibt sich nach der früher angestellten Betrachtung mit $l = 31 + n \times 63$; für $n = 3$ ist $l = 31 + 3(63) = 220\text{ cm} = 2.20\text{ m}$.

Die Stiege erfordert somit zwei gewundene Arme zu je 12 Stufenhöhen und einen Podest von 2.20 m Länge. Je 12 Stufenhöhen erfordern 11 Stufenbreiten. Die entwickelte Länge der Teilungskurve L (ein Halbkreis) beträgt daher $L = 2(11 \times 0.31) + 2.20 = 9.02\text{ m}$.

Der Radius r der Teilungskurve ergibt sich mit $r = \frac{9.02}{\pi} = \frac{9.02}{3.14} = 2.87\text{ m}$ und somit der Radius R der äußeren Stiegenmauer mit $R = 2.87 + 0.40 = 3.27\text{ m}$.

3. Ausmittlung gemischtarmiger Stiegen.

Wenn der Raum eines Stiegenhauses beschränkt ist oder beschränkt werden muß, so können gemischtarmige Stiegen Anwendung finden. Auch für diese muß die Teilungskurve konstruiert werden.

Als Beispiel diene die Ausmittlung der in Fig. 10, T. 33, dargestellten Hufeisenstiege.

Die Geschoßhöhe ist $H = 3.68 \text{ m}$, Breite der Stiege $= 1.30 \text{ m}$, die Dicke der Stiegenspindel $= 0.45 \text{ m}$.

Da 3.68 ein Vielfaches von 0.16 ist, kann die Stufenhöhe h definitiv mit 16 cm angenommen werden. Daraus folgt die Stufenbreite $b = 63 - 2 \times 16 = 31 \text{ cm}$ und die Anzahl der Stufenhöhen $z = \frac{H}{h} = \frac{368}{16} = 23$.

Diesen 23 Stufenhöhen entsprechen $23 - 1 = 22$ Stufenbreiten, es muß daher die entwickelte Länge der ganzen Teilungskurve sein: $22 \times 0.31 = 6.82 \text{ m}$.

Der Radius des halbkreisförmigen Teiles der Teilungskurve beträgt $\frac{0.45}{2} + 1.30 - 0.40 = 1.12 \text{ m}$, daher die Länge des Halbkreises $= \pi \times 1.12 = 3.52 \text{ m}$.

Es bleiben somit für die beiden geraden Stiegenarme $6.82 - 3.52 = 3.30 \text{ m}$.

Daraus folgt die Länge jedes der geraden Arme mit $\frac{3.30}{2} = 1.65 \text{ m}$ und weiters die ganze Tiefe des Stiegenhauses mit $1.65 + \frac{0.45}{2} + 1.30 = 3.175 \text{ m}$.

Bei der Austeilung der Stufen würde es sich nicht empfehlen, alle hier nötigen Spitzstufen auf den halbkreisförmigen Teil zu beschränken, da hiedurch zu spitz zulaufende Stufen entstünden, welche die erforderliche Minimalbreite von 13 cm am Ende nicht hätten, wodurch das Begehen des gewundenen Teiles der Stiege innerhalb der Teilungskurve zu unbequem wäre. Um dies zu vermeiden, macht man auch in den geraden Teilen der Stiege einige Stufen als Spitzstufen.

Die Austeilung der Stufenbreiten längs der Stiegenspindel kann im allgemeinen nach Fig. 17, T. 33, vorgenommen werden. Auf einer vertikalen Geraden $o y$ trage man so viel Stufenhöhen auf, als Stufen einzuteilen sind, z. B. bei 23 Stufenhöhen per Geschoß die Hälfte der Stufen, d. i. $\frac{23}{2} = 11\frac{1}{2}$.

Auf der auf $o y$ Senkrechten $o x$ trage man die Länge des zu teilenden Stiegenarmes — an der Spindel gemessen — auf; diese Länge beträgt z. B. in Fig. 10, T. 33,

$$l = 1.65 + \frac{\pi \cdot 0.45}{4} = 1.65 + 0.335 = 2.003 \text{ m}.$$

Werden drei Stufen von gleicher Breite (31 cm) angenommen, so sind von a aus 31 cm dreimal ($1-4$) aufzutragen. Vom Punkte 4 zieht sich das Profil der Stiege gegen den Punkt b weiter. Diese Verbindungslinie $4-b$ wird als eine Kreislinie gezeichnet, welche die Linie $1-4$ im Punkte 4 tangiert; ihr Mittelpunkt liegt daher sowohl in der im Punkte 4 errichteten Senkrechten auf $1-4$ als auch auf der Senkrechten im Halbierungspunkte von $4-b$. Die Schnittpunkte der Horizontalen mit diesem Kreisbogen geben die Kanten der aufeinanderfolgenden Stufen und die Horizontalprojektion der Strecken $4-5$, $5-6$, $6-7$ usw. die aufeinander folgenden Stufenbreiten längs der Stiegenspindel an. Die Horizontalprojektion von $11-b$ ist natürlich nur die halbe Breite der 11. Stufe.

Bei hufeisenförmigen Stiegenanlagen mit Podesten kann ein ähnlicher Vorgang eingehalten werden. Auf $o y$ ist die Anzahl Stufenhöhen bis zur Podestebene aufzutragen, auf $o x$ die Länge des Stiegenarmes bis zur Kante des Podestes, gemessen längs der Stiegenspindel.

C. Ausführung der Stiegen.

1. Steinerne Stiegen.

Als Material für die Stiegenstufen eignet sich besonders Granit, Basalt, Syenit, manche Kalksteinsorten, z. B. Marmor und auch harter Sandstein.

Reine Steinstiegen kann man nach den Erfahrungen der letzten Jahre nicht als vollkommen feuersicher bezeichnen, da dieselben unter der direkten Einwirkung von Stiechflammen sehr leiden, bald zersplittern und einstürzen. Es wird daher die Anlage von freitragenden Stiegen, besonders in größeren Wohngebäuden möglichst vermieden, indem man die freien Enden der Stufen durch eiserne Träger unterstützt, in Schulen, Kasernen, Spitälern u. dgl. die Stufen beiderseits einmauert und eventuell bei sehr breiten Stiegen auch unterwölbt. Wenn man die dem Flammenangriff besonders ausgesetzten Unterflächen der Stiegenarme mit einer Rabitz- oder Monierkonstruktion umhüllt, so wird die Feuersicherheit bedeutend erhöht und sind dann auch freitragende Stiegen eher zulässig.

Die Erzeugung der Stufen wird im Kapitel XII (Steinmetzarbeiten) behandelt. Man unterscheidet Block- oder Spiegelstufen mit rechteckigem Querschnitt, Fig. 28 und 29, T. 40, ferner Stufen mit schräger Schalung, Fig. 31 und 32, T. 40, und Spitzstufen für gewundene und Wendeltreppen, Fig. 33 und 34, T. 40.

Das Versetzen der Stufen erfolgt in der Regel erst, nachdem das Gebäude unter Dach gekommen und die Mauern sich gut gesetzt haben; nur bei eingeschossigen Gebäuden oder bei Bruchsteinmauern kann das Versetzen der Stufen gleichzeitig mit dem Aufmauern des Stiegenhauses durchgeführt werden.

Die Stufenhöhen werden auf einer Latte (Aufstich) für eine ganze Geschoßhöhe vorgerissen und wird diese Latte gleich neben dem Stiegenarm an die Mauer befestigt. Die Stufenbreiten werden oberhalb des Stiegenarmes direkt an der Stiegenmauer oder an einer daselbst angebrachten Latte vorgezeichnet.

Nach diesen horizontalen und vertikalen Marken wird sodann der Querschnitt jeder einzelnen Stufe auf der Mauer vorgezeichnet und von unten beginnend, der Raum für 2—3 Stufenenden in der Mauer ausgebrochen. Sodann werden die ersten Stufen versetzt, indem man selbe in die ausgebrochenen Vertiefungen hineinschiebt, mit der Libelle und dem Senkel in die richtige Lage bringt und mit guten Ziegeln in Zementmörtel solid einmauert. Auf die gleiche Weise werden auch alle übrigen Stufen einzeln versetzt, bis man den Stiegenaustritt erreicht.

Bei Stiegen mit beiderseits eingemauerten Stufen muß das Eingreifen in die Mauer mindestens 8—10 cm tief erfolgen. Bei solchen Stiegen wird die Spindelmauer gleichzeitig mit dem Versetzen der Stiegenstufen aufgemauert, und zwar tunlichst in Zementmörtel, um Setzungen zu verhindern.

Bei freitragenden Stiegen müssen die Stufen mindestens 25—30 cm tief in die Stiegenmauer eingreifen und dort gut mit flachen Steinen usw. verkeilt werden. Auf eine solide Einspannung der Stufen ist stets zu achten, besonders aber auch auf die sorgfältige Auflagerung der Antrittstufe, die ja gewissermaßen das Widerlager des ganzen Stiegenarmes bildet. Wo eine direkte Einspannung der Stufen durch darüber lastendes Mauerwerk nicht möglich ist, z. B. dort, wo die Stufen unmittelbar unterhalb einer Fensteröffnung zu versetzen sind, muß dies durch eiserne Träger oder durch einen umgekehrten Gewölbebogen bewirkt werden.

Die unterste Stufe eines jeden Stiegenarmes wird als Blockstufe hergestellt (Fig. 3 und 15, T. 33). Die oberste Stufe — ebenfalls eine Blockstufe — muß an der Rückseite geradlinig abgefaßt werden, damit sie einen guten Anschluß für die Gang- oder Podestpflasterung bilde (Fig. 16, T. 33).

Die Podeste werden bei freitragenden Stiegen am besten aus Steinplatten hergestellt, die sehr sorgfältig in den Stiegenmauern gelagert werden müssen (Fig. 3 und 8, T. 33). Es können die Podeste aber auch als Gewölbe oder als Beton- oder Monierplatten zwischen Eisenträgern ausgebildet werden.

Die Ausführung freitragender Stiegen muß auf einem festen Gerüst aus Kanthölzern erfolgen, welches so lange stehen bleiben muß, bis die ganze Stiegenanlage fertig ist und sich vollkommen gesetzt hat. Um letzteres zu ermöglichen, muß das Gerüste durch eingelegte Keile zum mäßigen Lüften eingerichtet sein.

Die unteren Seiten der Stufen werden zumeist nur rau bossiert (rauhe Schalung) und der ganze Stiegenarm an der unteren Seite mit Zementmörtel oder verlängertem Zementmörtel verputzt. Die Stiegenarme können aber auch nach Fig. 4, T. 33, unterwölbt werden; dies ist jedoch nur bei breiteren, stark frequentierten Stiegen oder bei Stufen aus weniger festem Material notwendig.

Bei freitragenden Stiegen wird die untere Seite der Stufen gewöhnlich rein abgestockt und werden die Stufen mit einem Falze aufeinandergelagert (Fig. 15, T. 33). Zwischen den einzelnen Stufen einer freitragenden Treppe legt man Asbest- oder Pappestreifen u. dgl. ein, damit etwaige kleinere Unebenheiten in den Lagerflächen keinen schädlichen Druck verursachen können.

Freitragende Stiegen haben ein gefälliges Aussehen, nehmen weniger Raum ein und gestatten auch eine bessere Beleuchtung des Stiegenhauses als Stiegen mit gemauerter Spindel, sie sind aber nur bei einer Stiegenbreite bis 1.50 m zulässig; sie eignen sich ganz besonders für gewundene Treppen (siehe Fig. 8, T. 33).

Bei breiteren oder stärker frequentierten Stiegen müssen die Stufen unbedingt beiderseits ein Auflager haben. Die gegen die Stiegen­spindel gekehrten Enden können hiebei auf eisernen Traversen aufruhn, welche mit den Deckträgern der Gänge und Ruheplätze vernietet sind (Fig. 1 und 1 d, T. 34). Solche *Traversenstiegen* bieten ähnliche Vorteile wie die freitragenden, werden daher sehr häufig angewendet.

Behufs besserer Beleuchtung eines Stiegenhauses mit gemauerter Stiegen­spindel kann diese teilweise durchbrochen und die Öffnung unter den Stufenauflagern mit Gurten oder Eisenträgern überspannt werden (Fig. 9, T. 33) oder es kann die Spindel bloß durch End-, bzw. Eckpfeiler (Fig. 5, 6 und 12, T. 33) gebildet werden (*Pfeilerstiegen*). Zwischen den Pfeilern werden für die Stufenauflager Eisenträger, Gurtbögen oder Steinzargen angeordnet.

Die freitragenden und die Traversenstiegen erhalten an den freien Enden 1 m hohe Stiegengeländer, welche auch um die freiliegenden Podest- und Gangteile fortzuführen sind (Fig. 3 und 8, T. 33). Die Geländerstäbe können hiebei entweder in die oberen Flächen der Stufen oder in die Stirnseiten der Stufen direkt versetzt werden oder man befestigt an die Stirnseiten der Stiegenstufen ein durchlaufendes Flacheisen und schraubt an dieses die einzelnen Geländerstäbe fest. Die oberen Enden der Geländerstäbe werden in jedem Falle an ein durchlaufendes Flacheisen festgeschraubt, auf welches die hölzernen Geländerholme angeschraubt werden. Die Geländerholme sollen an der oberen Seite von Strecke zu Strecke mit Holz- oder Metallknöpfen versehen sein, um Kinder von dem gefährlichen Herabgleiten abzuhalten. Auch bei durchbrochenen Spindelmauern und Pfeilerstiegen sind an den freien Enden der Stiegenarme sowie bei Podesten und Gängen solche Geländer anzuordnen (Fig. 5, 6 und 9, T. 33).

Fig. 9, T. 34, zeigt die Detailkonstruktion eiserner Stiegenwangen zur Auflagerung der Stufen bei durchbrochener Spindel (Pfeilerstiege).

Bei Stiegen mit beiderseits unterstützten Stufen werden an den Stiegenmauern, und zwar 1 m über den Stufenoberflächen zumeist Anhaltstangen befestigt.

Wendeltreppen (Fig. 11, T. 33) erhalten gewöhnlich einen kreisförmigen Grundriß und eine zylindrische, volle Spindel, können aber auch freitragend hergestellt werden (Wiener Rathausturm).

Die Spindel wird entweder aus Steinplatten, die mit den Stufen und Podesten aus einem Stück bestehen, hergestellt (siehe Steinmetzarbeiten) oder sie wird gleichzeitig mit dem Versetzen der Stufen in Zementmörtel aufgemauert. Der Eingriff der Stufen in die Stiegenmauer, bzw. in die gemauerte Spindel beträgt 8—15 cm.

Wendeltreppen dienen untergeordneten Zwecken und werden gegenwärtig nur selten aus Stein, sondern zumeist aus Eisen hergestellt.

Zur Erreichung eines sehr hoch über dem Bauhorizont liegenden Parterreniveaus kann man die notwendigen Stufen teilweise als Vorlegstufen vor der Eingangstür und teilweise in den Gang (Vestibül) hinter der Eingangstür anordnen, siehe Fig. 1 und 2, T. 34. Wo es die Raumverhältnisse gestatten, können vor dem Eingange auch Freitreppen nach Fig. 3 und 4, T. 34, angelegt werden.

Für Freitreppen werden vorteilhaft Blockstufen nach Fig. 18, T. 33, verwendet, welche behufs Ableitung des Regenwassers ein Gefälle von 1—2% nach außen (Meißel) erhalten und auf beiden Seiten auf solid gemauerte Stiegenwangen gelagert werden. In der Mitte liegen die Stufen entweder frei oder sie werden mit Sand, Schutt usw. unterfüllt; nur die unterste (Antrittstufe) muß eine gute Untermauerung (Fundierung) ihrer ganzen Länge nach erhalten. Manchmal werden Freitreppen auch ganz unterwölbt.

Bei Keller- und Dachbodenstiegen, welche weniger frequentiert werden, kann man die Stufenhöhe, wie früher erwähnt, bis auf 20 cm vergrößern und die Stiegenbreite bis auf 1 m, manchmal auch bis auf 0.65 m verringern. Bei freitragenden Stiegen kann diese Verminderung der Stiegenbreite ohneweiters durchgeführt werden. Bei Stiegen mit gemauerter Spindel, Pfeilerstiegen u. dgl. muß jedoch die im Stiegenhause angeordnete Bodenstiege die gleiche Breite wie die darunter liegenden Stiegenarme bekommen.

Bei breiteren Stiegenanlagen pflegt man daher die Hauptstiege im obersten Geschosse abzuschließen und in einem anderen geeigneten Raume eine schmale Bodenstiege anzulegen.

Der Zugang zur Kellerstiege wird häufig im Erdgeschosse mit einer Türe abgeschlossen (Fig. 1a und c, T. 34). Man kann aber behufs besserer Beleuchtung der Kellerstiege von oben, diese Türe auch an der Kellersohle anordnen. Bei freitragenden Stiegen ist dies immer zweckmäßiger.

Der Dachboden muß vom obersten Geschosse feuersicher getrennt sein. Bei gemauerten Stiegenwindeln soll eine eiserne Türe mit steinernem oder besser eisernem Türstocke die Dachbodenstiege vom obersten Geschosse abschließen. Diese Türe kann entweder beim Anfang der Dachbodenstiege angeordnet oder auch etwas höher in den Stiegenarm hinauf verlegt werden. Im letzteren Falle muß die Decke des Stiegenarmes vor der Türe feuersicher hergestellt werden. Als feuersicher gilt nebst der Gewölbedecke auch eine stukkaturte Tramdecke mit einer 8 cm hohen Schuttlage und einem liegenden Ziegelpflaster oder einem 15 cm hohen Lehmeestrich.

Der Stiegenaustritt am Dachboden muß derart gegen den First verlegt werden, daß auch bei niedriger Dachkonstruktion ein bequemer Austritt von mindestens 2 m Höhe erreicht wird. Bei freitragenden Stiegen, die eine feuersichere Decke über das ganze Stiegenhaus erhalten müssen, muß das Dach des Stiegenhauses entsprechend gehoben werden (Fig. 1, T. 34). Die Schwelle der Bodentür wird dann, wie in der Figur gezeichnet, im Niveau des Dachbodens angeordnet.

2. Gemauerte Stiegen, Beton- und Eisenbetonstiegen.

Stiegenstufen können in Ermanglung anderer Materialien auch mit hart gebrannten Ziegeln in Form von Ziegelrollscharen auf steigenden Gewölben oder anderen Unterlagen hergestellt und an der Trittpflache mit Eichenpfosten belegt werden, welche an eingemauerte Staffelhölzer festzuschrauben sind (Fig. 8, T. 34).

Solche Stufen sind wohl ziemlich dauerhaft, da man die Trittpfosten nach erfolgter Abnutzung leicht auswechseln kann, sie sind aber umständlich in ihrer Ausführung und zumeist teuer.

Stiegenstufen aus Beton sind für alle Fälle sehr zu empfehlen. Je nach Umständen werden die Betonstufen mit oder ohne Eiseneinlagen, entweder an Ort und Stelle hergestellt oder, und zwar häufiger abseits der Verwendungsstelle in Formen eingestampft, nach erfolgter Erhärtung vom Steinmetz so wie Steinstufen bearbeitet und dann versetzt.

Für untergeordnete Stiegen (Boden-, Kellerstiegen u. dgl.) wird man ökonomischerweise die Ansichtsflächen von Betonstufen häufig unbearbeitet lassen.

Bei Kellerstiegen u. dgl. können die Stiegenstufen direkt auf dem nach der Steigung entsprechend geebneten Erdboden oder auf einer festen Einschalung betoniert werden, indem man von unten beginnend, für jede einzelne Stufe ein Brett nach der Länge aufstellt, dieses an beiden Enden an die anschließenden Stiegenmauern befestigt und den Beton zwischen dem Brette und der schrägen Erdwand, bezw. Einschalung einstampft. Nachdem der Beton genügend angezogen hat, wird das Brett entfernt und für die nächste Stufe aufgestellt. Jede fertige Stufe muß man mit einem Bretterbelag vor Abnützung schützen, welcher bis zur vollständigen Erhärtung des Betons liegen bleiben muß.

Bei sehr langen Stufen oder bei freitragenden Stiegen wird die Tragfähigkeit der Stufen durch Eiseneinlagen ganz besonders erhöht, wenn diese Eiseneinlagen an jener Stelle angeordnet werden, wo die größten Zugspannungen im Stufenquerschnitte auftreten. Bei freitragenden Stiegen sind demnach die Einlagen nach Fig. 4 a, T. 35, im oberen Teile der Stufe, bei beiderseits unterstützten Stiegen dagegen nach Fig. 4 b, T. 35, im unteren Teile der Stufe anzuordnen.

Die Fig. 6 a, b und c, T. 35, zeigt die Konstruktion von Hohlstufen aus Eisenbeton für freitragende Stiegenarme von der Firma Baron Pittel. Die Stufen bestehen aus Tritt- und Setzstufe mit dazwischen liegendem Hohlraum; in der Mitte und am freien Ende sind sie in der Länge von 10 cm, am einzumauernden Ende in der Länge von 35 cm voll ausgebildet. Sie werden 25 cm tief eingemauert. Die Stufen eines Stiegenarmes ruhen an den Enden und in der Mitte falzartig, sonst horizontal aufeinander. Diese Stufen haben nur $\frac{2}{3}$ des Gewichtes der Vollstufen, sind sehr tragfähig und feuersicher, mithin für die Ausführung freitragender Stiegen sehr zu empfehlen.

Wird die ganze Stiegenanlage aus Eisenbeton an Ort und Stelle hergestellt, so kommt ein vollständiges Eisengerippe, etwa nach Fig. 5, T. 35, oder nach einem ähnlichen System zur Anwendung. Dabei müssen die Eiseneinlagen ebenfalls an jenen Stellen angeordnet werden, wo die Zugspannungen auftreten.

Solche in einem Stücke betonierete Stiegenarme sind sehr tragfähig, da sie statisch wie Monolithe wirken; sie sind bei Anwendung von gutem, gleichmäßigem Betonmaterial und rationeller Ausführung auch sehr dauerhaft und feuersicher.

Stiegen aus Eisenbeton haben gegenüber allen anderen Stiegen den großen Vorteil vollkommener Feuersicherheit, da das Eisengerippe durch die Betonumhüllung gegen die direkte Einwirkung der Stichflammen geschützt ist und dadurch auch bei heftigem Flammenangriff seine Tragfähigkeit behält. — Reine Steinstiegen sind gegen direkten Flammenangriff nur wenig widerstandsfähig und stürzen, wie die Erfahrung lehrt, bei einem ins Stiegenhaus eindringenden Brande bald ein.

3. Hölzerne Stiegen.

Stiegen aus Holz sind wegen Feuergefährlichkeit meistens nur bei provisorischen Bauten (Baracken), eventuell auch bei Landhäusern gestattet.

Die Trittstufen, die der stärksten Abnützung ausgesetzt sind, sollen wozüglich immer aus hartem Holze hergestellt werden. Für die Setzstufen und die Wangen (Zargen) kann hartes oder weiches Holz verwendet werden.

Alles für Stiegenkonstruktionen zur Verwendung kommende Holz muß vollkommen trocken sein, damit kein Schwinden und Werfen einzelner Konstruktionsteile eintreten kann. Die Pfosten usw. sollen nur aus Kernholz und nicht aus

Splintholz hergestellt und möglichst astfrei sein. Besonders für Trittstufen ist astiges Holz zu vermeiden, weil die Aststellen härter als das übrige Holz sind, somit weniger abgetreten werden und daher bald Erhöhungen bilden, die das Begehen der Stiege unbequem machen.

Die Stufen werden nur selten massiv als Blockstufen ausgeführt, sondern zumeist aus Pfosten hergestellt (Fig. 6 und 7, T. 34). Die Tritt- und Setzstufen werden durch Falz, Nut und Nagelung miteinander verbunden. Sie werden entweder in 6—8 cm starke Wangenpfosten mit zirka 2 cm Eingriff eingeschoben (Fig. 6, T. 34) oder nach Fig. 7, T. 34, auf die entsprechend ausgeschnittenen Wangen aufgesattelt. In letzterem Falle müssen die Wangen unter den Stufen zur Erreichung der nötigen Tragfähigkeit noch mindestens 12 cm hoch sein.

Bei breiteren und frequentierteren Stiegen erhalten die Wangen in Entfernungen von 1.50—2 m eine Verbindung durch Schraubenbolzen.

Die unterste Stufe wird gewöhnlich als Blockstufe hergestellt und unverrückbar befestigt; auf dieser werden die Stiegenwangen gewöhnlich aufgeklaubt (Fig. 6, T. 34).

Die oberen Teile der Wangen stoßen an einen Balken, welcher als Wechsel zwischen die Deckenträme eingeschaltet ist oder an den Balken eines Ruheplatzes.

Die Podeste bei mehrarmigen Stiegen werden so gebildet, daß man entsprechende Träme an den Enden einmauert, die durch eingeschaltete Wechsel gegenseitig verspreizt werden; auf dieselben kommt der Fußbodenbelag. Der den Stiegenarmen zugekehrte Tram bildet dann das Auflager für die Wangen.

Bei starken Holztreppen kann eine feste Spindel aus vertikalen Balken (Säulen) gebildet werden, in welche die Podestträme und Stiegenwangen zu verzapfen sind.

Für untergeordnete Zwecke und schmale Stiegen (bis 0.90 m Stufenlänge) genügt es, bloß Trittstufen anzuwenden. Solche Stiegen (Fig. 5, T. 34) — auch Stiegenleitern genannt — eignen sich selbst für die größten Steigungen.

4. Eiserne Stiegen.

(T. 35.)

Zur Herstellung eiserner Stiegen verwendet man gegenwärtig fast ausschließlich Schmiedeeisen. Gußeisen, welches seiner Sprödigkeit wegen bei größeren Erschütterungen leicht bricht, wird nur noch bei Wendeltreppen für sehr geringen Verkehr angewendet.

Bei geraden, eisernen Treppen werden die Stiegenwangen und die Stufenträger aus Winkeleisen gebildet. Die Stufen — aus starkem, geripptem Blech — werden an das Gerippe festgenietet; Fig. 1 stellt die Konstruktion einer solchen Stiege mit größerer Steigung (Stiegenleiter) dar.

In Fig. 2 ist eine Stiege mit normaler Steigung zur Darstellung gebracht, bei der die Trittstufen aus Eichenpfosten oder Xylolitplatten hergestellt werden können, welche das Gehen angenehmer machen als die eisernen, glatten, bei Sonnenhitze heißen Trittstufen. Die untere Seite des Treppenlaufes kann einen Verputz auf Rohrverschalung oder auf Stukkaturblech oder auf Drahtgeflechte u. dgl. erhalten.

Die in Fig. 3 dargestellte Wendeltreppe besteht aus einer hohlen Spindel (Mannesmannrohr), an welche die einzelnen Stufen festgeschraubt werden.

Die Spindel erhält entweder ein gemauertes Fundament oder sie ist an beiden Enden mit der Deckenkonstruktion in fester Verbindung. In Fig. 3 a und 3 c erscheint die Spindel auf einen I-Träger Nr. 28 a aufgelagert und mit diesem verschraubt; ähnlich kann die Befestigung am oberen Ende erfolgen.

Die Trittstufen bestehen aus einem durch Winkeleisen versteiften, gerippten Bleche. An jeder Stufe ist am Spitzende ein starker Schraubenbolzen angenietet, welcher durch ein entsprechendes Loch der Spindel gesteckt und mit einer Mutter angezogen wird (Fig. 3 f).

Am äußeren Umfange der Treppe erhalten die Trittstufen Durchlochungen, durch welche die schraubenbolzenartigen Fortsetzungen der Geländerstäbe gesteckt werden (Fig. 3 e). Diese Schraubenbolzen reichen weiter nach abwärts durch Stemmrohren, dann durch die durchlochten, unteren Enden der Verbindungsstäbe sowie durch die nächst unteren Trittstufen, unter diesen durch die oberen Enden der Verbindungsstäbe, unterhalb welchen sie dann durch Schraubenmuttern festgeschraubt werden. Der auf beiden Seiten eingespannte Verbindungsstab wirkt wie ein Konsolträger und erhält die Stufe in der wagrechten Lage.

An dem oberen Teile der Geländerstäbe wird ein schraubenförmig gebogenes Flacheisen befestigt und auf dieses der Stiegengriff angeschraubt.

Bei Wendeltreppen aus Gußeisen werden zuweilen die Stufen samt den der Stufenhöhe entsprechenden Teilen der hohlen Spindel aus einem Stücke gegossen, übereinander gestellt und gewöhnlich mittels einer durch alle Spindelteile reichenden, schmiedeeisernen Ankerstange verschraubt. Manchmal wird die Spindel auf Stiegenhöhe aus einem Stücke gemacht und jede einzelne Stufe an die an der Spindel angegossenen Laschen festgeschraubt.

IX. Balkone und Erker.

(T. 36.)

1. Allgemeines.

Balkone sind kurze, über die Fassade eines Gebäudes ausladende, offene Vorbauten, welche gewöhnlich durch eine Türe von dem anschließenden Raume aus zugänglich sind.

Allseits geschlossene und gedeckte Vorbauten, welche mit dem anschließenden Raume direkt verbunden sind, nennt man **Erker**.

Reicht die Unterstützung eines Vorbaues bis zum Erdboden, so spricht man von einem **Altan** oder **Söller**. Hat ein Balkon eine bedeutende Länge, so nennt man ihn **Galerie** oder **Laufgang**.

Die Balkone und Erker werden teils aus praktischen Gründen (Ausnützung für Wohnzwecke), teils aus dekorativen Gründen (Ausgestaltung der Fassade), z. B. ober den Portalen (Haupteingängen) oder in Risaliten, ausspringenden und abgestumpften Ecken u. dgl. angeordnet. Erker werden für ein oder mehrere Geschosse übereinander hergestellt und oben zumeist mit einem Balkon abgeschlossen.

Die Grundrißform der Balkone und Erker kann eine rechteckige, polygonale, halbkreis- oder halbellipsenförmige sein.

Die Länge der Balkone wird so bestimmt, daß sie über eine oder auch mehrere Fensterachsen reicht und in den Fensterpfilermiten endet; Erker reichen in der Regel nur über eine Fensterachse.

Die Ausladung der Balkone und Erker soll nur so groß sein, daß dadurch einerseits die Konstruktion nicht zu schwierig wird und andererseits der Eindruck der Stabilität nicht leidet; sie ist meistens durch Baugesetze bestimmt. Nach der Wiener Bauordnung soll die Ausladung über den Mauergrund bis zur äußersten Kante der Geländer oder Parapete nicht über 1·25 m betragen.

2. Ausführung der Balkone und Erker.

Bei der Ausführung der Balkone und Erker sind drei Hauptkonstruktionsteile zu unterscheiden, und zwar: der tragende, der deckende und der umschließende Konstruktionsteil.

a) Der tragende Konstruktionsteil hat die gesamte Last (Konstruktions- und Nutzlast) auf die Hauptmauern zu übertragen; er wird meistens aus eisernen Trägern gebildet. Oft wird es möglich sein, die Deckenträger des anschließenden Raumes so anzuordnen, daß einige in ihrer Verlängerung gleichzeitig auch als Balkenträger dienen können. Solche Deckenträger müssen entsprechend ihrer zweifachen Inanspruchnahme berechnet und auf entsprechend große Stein- oder Eisenplatten gelegt werden, damit der zulässige Druck auf das Mauerwerk nicht überschritten werde.

Sind solche Deckenträger nicht vorhanden, so müssen eigene Balkenträger angeordnet werden, welche ein solides Auflager zu erhalten haben und nach abwärts kräftigst zu verankern sind. Als Auflager kann längs der äußeren Mauerflucht ein kleiner I-Träger (z. B. Nr. 8) gelegt werden, welcher das Mauerhaupt vor dem Abdrücken schützt.

Die Verankerung der Balkenträger wird desto wirksamer sein, je weiter sie vom äußeren Mauerhaupte abliegt; man wird sie daher unmittelbar an der inneren Mauerflucht anordnen. Trifft ein solcher Träger auf eine starke Scheidemauer, so kann derselbe in diese Mauer hineinreichen und dortselbst erst nach abwärts verankert werden, siehe Fig. 2 b und g. Diese Verankerung kann auch ganz wegbleiben, wenn sich die Scheidemauer im oberen Stockwerke fortsetzt. Die Ankerschließen reichen 2—4 m in die Mauer hinab, müssen dort mit einem zirka 1·00 m langen Ankersplint versehen und am oberen Ende mit den Trägern fest verbunden werden.

Legt man quer über die Balkenträger einen kleinen I-Träger (Fig. 1 d und e) zunächst dem inneren Mauerhaupte und vermauert denselben, so wird durch die Belastung des darauf ruhenden Mauerwerkes die ganze Konstruktion solider.

Eventuell können die Balkenträger auch durch eiserne Streben (Fig. 3 d) konsolartig unterstützt oder bei Erkern mittels eiserner Zugbänder in das obere Mauerwerk verankert werden (Fig. 2 b). Diese Zugbänder müssen aber mit einem Gewinde versehen sein, um sie mittels Schraubenbolzen an eine entsprechend große Ankerplatte spannen zu können.

b) Der deckende Konstruktionsteil wird zumeist aus flachen Ziegel- oder Betongewölben, manchmal auch aus Steinplatten, welche zwischen die Träger eingeschaltet werden, gebildet (Fig. 2 b und 3 a). Horizontale Decken können vorteilhaft aus Beton und Eisen hergestellt werden (Fig. 1 b).

Bei Balkonen muß das möglichst wasserdichte Pflaster 2—4 cm unter dem Fußboden des anschließenden Innenraumes liegen und ein Gefälle von 2—3% nach außen erhalten. Für den Wasserabfluß durch die gemauerten oder steinernen Gewände muß durch Herstellung einiger Abflußöffnungen gesorgt sein (Fig. 1 und 2, a und b).

c) Der umschließende Konstruktionsteil. Bei Balkonen grenzt ein 0·80—1·00 m hohes Geländer aus Mauerwerk, Stein oder Eisen den betretbaren Balkonraum ab. Bei Erkern erfolgt der Abschluß durch schwache Mauern aus möglichst leichtem Material (Hohlziegel u. dgl.), welche von eisernen Trägern zu tragen sind. Diese Träger gehören entweder dem tragenden Konstruktionsteile selbst an oder werden in Form eines ganzen Rahmens auf den tragenden Konstruktionsteil unverrückbar verlegt (Fig. 3 c). In diesen Mauern sind möglichst große Lichtöffnungen anzuordnen.

Die Verbindung mit dem angrenzenden Wohnraum wird bei Balkonen durch eine gut schließende Doppeltür (Glastür) hergestellt, während die Erker gegen den anstoßenden Raum zumeist ganz offen sind.

Die äußere Ausgestaltung der Balkone und der Erker muß dem architektonischen Charakter des Gebäudes angepaßt werden. Die Balkenträger werden gewöhnlich mit Konsolen aus Zink verkleidet. Die Fig. 1, 2 und 3 zeigen einige Konstruktionsbeispiele von Balkonen, bezw. Erkern.

Bei Monumentalbauten werden die Balkone zumeist nur aus Stein hergestellt; hiebei müssen die Deckplatten durch starke, vollkommen sicher versetzte Steinkonsolen genügend unterstützt sein.

Hie und da kommen Balkon- oder freie Gangkonstruktionen ganz aus Eisen mit Holzbelag oder mit einem Belag von Wellblech und Beton, ferner auch Konstruktionen ganz aus Holz zur Anwendung.

Bei Riegelbauten können Balkone und Erker als Riegelwände oder auch ganz aus Holz hergestellt werden. Dabei läßt man die Deckenträme als Balkonträger über das Mauerhaupt vorragen und unterstützt sie außen durch Streben. Die Balkondecke wird hiebei gewöhnlich durch eine doppelte Verschalung und der Fußboden durch ein wasserdichtes Pflaster gebildet. Bei Erkern kommt auf die obere Schalung noch eine Schutt- oder Sandschichte und auf diese der Fußbodenbelag.

Erker, welche oben nicht durch einen Balkon abgeschlossen sind, erhalten ein leichtes Dach mit einem soliden Maueranschluß.

X. Verankerungen.

Manche Teile eines Bauwerkes können durch verschiedenartige, zeitweise wirkende Kräfte eine Trennung oder Verschiebung erfahren, wodurch die Stabilität der ganzen Konstruktion leiden würde.

Diesen manchmal ganz abnormal auftretenden Kräften (bei Erdbeben, Orkanen usw.) muß durch entsprechende Verankerungen entgegengewirkt werden. Die Konstruktion jedes Bauwerkes muß aber stets derart ausgeführt sein, daß unter normalen Verhältnissen die Stabilität auch ohne Verankerung eine hinreichende sei.

Solche Verankerungen können je nach dem Zwecke und der Konstruktion des Bauwerkes verschiedenartig sein; bestimmte Formen können hiefür nicht angegeben werden.

Man unterscheidet im allgemeinen drei Arten von Verankerungen, und zwar:

a) Solche, welche den Bestand einzelner Teile ein und derselben Konstruktion sichern, z. B. die Verbindung einzelner Quadersteine oder einzelner Hölzer untereinander zu einer ganzen, festen Konstruktion. Hiezu dienen die verschiedenen Dübel, Dollen, Klammern, Schraubenbolzen usw., welche bei den betreffenden Konstruktionen näher erläutert sind.

b) Solche, welche die Verbindung zweier Konstruktionsteile von verschiedener Festigkeit und Stabilität bezwecken, wobei grundsätzlich der schwächere Teil von dem stärkeren, stabileren gehalten wird, z. B. die Verankerung einer Scheidewand an eine Hauptwand. Hiezu dienen die sogenannten Anker.

c) Solche, welche zwei für sich bestehende, auch räumlich voneinander getrennte Konstruktionsteile zur Sicherung ihrer gegenseitigen Lage miteinander verbinden, z. B. die Mauern und Deckenträger eines Gebäudes untereinander. Hiezu dienen die Schließen.

1. Anker.

Die gewöhnlich vorkommenden Ankerkonstruktionen wurden in den betreffenden Kapiteln bereits näher erläutert. Die Tafel 37 zeigt noch einige gebräuchliche Ankerkonstruktionen, und zwar Fig. 1 eine gewöhnliche Steinschraube, Fig. 2 eine Fundamentschraube zum Festhalten von Maschinenteilen an die betreffende Unterlage (Fundament). Im Fundamentkörper ist das Muttergewinde dauernd eingegossen, in dieses wird der Ankerbolzen eingeschraubt; derselbe kann nach Bedarf angezogen, gelockert oder ganz herausgeschraubt werden.

Die Fig. 3 zeigt eine ähnliche Verankerung wie Fig. 2, aber nicht mit Muttergewinde, sondern mit einer im Fundamentbeton versetzten Platte, die in der Mitte einen rechteckigen Schlitz besitzt; durch diesen Schlitz wird der korrespondierende Ankerkopf gesteckt, der Anker sodann um 90° gedreht, so daß der Kopf quer über den rechteckigen Schlitz zu stehen kommt und so von der Platte festgehalten wird.

Die Fig. 4 zeigt die Verankerung eines Eisenträgers mit der Mauer, wenn derselbe die Verschiebung der Mauer gegen den Träger verhindern soll, also einen Anker, welcher nicht gezogen, sondern gedrückt wird, daher auch *Druckanker* genannt wird. Fig. 7 zeigt einen Druckanker mit Verankerung durch Bolzen nach abwärts in das Mauerwerk.

Fig. 5 zeigt die Verbindung eines Eisenträgers mit dem Mauerwerke, wenn der Träger auf Zug beansprucht wird, also einen *Zuganker*. Sowohl beim Druck als auch beim Zuganker muß das an das Trägerende genietete Winkeleisen entsprechend lang sein, um den Druck oder Zug auf einen genügend großen Mauerkörper zu übertragen.

Die Fig. 6 zeigt eine bei Balkenträgern übliche Verankerung, welche im oberen Teile als Zug- und im unteren Teile als Druckanker wirkt.

Die Fig. 8 und 9 zeigen gebräuchliche Verankerungen bei steigender oder fallender Lagerung der Eisenträger.

Die Fig. 10 und 11 zeigen Verankerungen von Mauerecken, bezw. Mauerkreuzungen, die aber seltener Verwendung finden.

2. Mauerschließen.

Die Mauerschließen bezwecken die Verbindung der aufgehenden Mauern eines Gebäudes untereinander, um ein Ausbauchen oder Lostrennen einzelner Mauerteile zu verhindern.

Die verhältnismäßig schwachen Mauern und das rasche Bauen bei den modernen Hochbauten erfordern in jedem Geschoße ein ausgiebiges Schließennetz, das am zweckmäßigsten in der Höhe der Deckenkonstruktion angeordnet wird.

Die Endwiderlager der Gewölbe müssen miteinander zur Aufhebung des Gewölbeschubes hinreichend mit Schließen verbunden sein.

Anordnung der Mauerschließen.

Im Kellergeschoße, in dem die Umfassungsmauern an Erdwände anschließen, sind Mauerschließen nur in dem Falle notwendig, wenn den Seitenschüben der Gewölbe nicht durch hinreichend starke Widerlager Rechnung getragen ist.

In allen anderen Geschossen muß nach jeder Stockwerksgleiche in der Höhe der Deckenkonstruktion ein Schließennetz derart angeordnet werden, daß womöglich bei jedem Fensterpfeiler eine Schließe quer durch das ganze Gebäude oder bis zur Mittelmauer reicht und jede Mauer in ihrer Längenrichtung durch eine Schließe gebunden wird. Hierzu sind in erster Linie die vorhandenen Deckenträger als Schließen zu armieren. An den Enden der eisernen Träger werden *Traversenschließen* und bei den Zusammenstößen derselben *Verbindungs-laschen* angeschraubt (Fig. 10, T. 38).

Bei den Tramdecken (Fig. 11, T. 38) erhalten die Deckenträme an den Enden „*Schlagschließen*“ und bei den Stößen zweier Träme „*Schlagklammern*“, welche mit den Spitzen in die Träme eingeschlagen und außerdem an jedem Tram mit zwei Nägeln festgenagelt werden. Im Bedarfsfalle kann man die Schließen auch nach Fig. 12, T. 37, seitlich an die Träme befestigen.

Die zur Vervollständigung des Schließennetzes noch fehlenden Schließen müssen in ihrer ganzen Länge aus Schließeneisen hergestellt werden. Fig. 9, T. 38, zeigt das Ende und den Zusammenstoß einer solchen *Zugschließe*. Sind bei

Tramdecken Rastbalken zum Auflagern der Deckenträme angeordnet, so können diese wie die Deckenträme mit Schlagschließen und Schlagklammern zu Schließen (Rastschließen) armiert werden.

Die Fig. 1, T. 38, zeigt an einem Gebäudegrundriß die Anordnung der Mauer-schließen mit Ausnützung der eisernen Deckenträger und die Fig. 2, T. 38, die Anordnung von Zugschließen für Gewölbedecken. Das Profil Fig. 3, T. 38, enthält Beispiele von Tram- und Traversenschließen, welche das ganze Gebäude quer verbinden.

Bei Dachstühlen mit Kniestöcken sollen die Umfassungsmauern ebenfalls mit Schließen verankert sein. Hierzu können die Bundträme, eventuell Zangenhölzer mit schwächeren Schlagschließen armiert werden (Fig. 3, T. 38). Schwächere Giebel-mauern werden zumeist mit schwachen Schlagschließen gegen die Pfetten des Dachstuhles verankert.

Bei Gewölbewiderlagern wären die Schließen am wirksamsten in der Anlaufhöhe angebracht. Da aber die Schließen in der Gewölbeleibung nicht hervortreten sollen, wird man sie entweder wie in Fig. 4, T. 38, etwas über den Gewölbscheitel hinauf verlegen, oder, wenn der Mauerverband im Gewölbe nicht gestört werden darf, wie in Fig. 5, T. 38, über dem Gewölbschluß anordnen. Diese Verankerung kann jedoch nur bei flachen Gewölben als noch hinreichend betrachtet werden. Bei Gewölben mit größerer Stichhöhe liegen die Angriffspunkte des Gewölbeschubes zu tief unter der Schließe. Man könnte in diesem Falle zwei geneigte Schließen (Kreuzschließen) nach Fig. 6, T. 38, oder eine Gabelschließe nach Fig. 7, T. 38, anordnen; erstere erfordert aber eine hohe Deckenkonstruktion, während letztere kompliziert ist und auch dem Seitenschub des Gewölbes nicht günstig entgegenwirkt. Bei hinreichend belasteten Endwiderlagern kann man die horizontal über den Gewölbschluß angeordnete Schließe nach Fig. 8, T. 38, mit längeren, nach abwärts reichenden Durchschubern versehen und die Durchschuber an den unteren Enden mit kurzen Schließen (Kontraschließen) gegen das Innere der Endwiderlager verankern.

Detailkonstruktion der Mauerschließen.

Alle Mauerschließen mit Ausnahme der zu Schließen armierten, eisernen oder hölzernen Deckenträger dürfen nur auf Zug beansprucht werden.

Man verwendet in der Regel Flacheisen (Schließeneisen) von 46 und 53 mm Breite, 8—24 mm Dicke und bis 6 m Länge; für Gewölbschließen zwischen Eisen-trägern nur Rundeisen, für kleinere Schließen sowie für Quadermauern zumeist Quadrateisen.

Kurze Schließeneisen können durch Zusammenschweißen bis auf 6 m verlängert werden; eine weitere Verlängerung wird meistens durch das Keilschloß (Fig. 9, T. 38) bewirkt, welches gleichzeitig auch das bei jeder Schließe notwendige Spannen ermöglicht. Die Enden der zu verbindenden Schließeneisen werden auf zirka 10 cm umgebogen und mit geschweißten Flacheisenringen r zusammengehalten. Durch Eintreiben von Eisenkeilen k in den zwischen den Enden der Flacheisen belassenen Schlitz kann die Schließe entsprechend gespannt werden.

Auf Tafel 37 sind einige Schlösser für Zugschließen dargestellt, und zwar zeigt die Fig. 17 ein gabelförmiges und die Fig. 18 ein gewöhnliches Keilschloß zur Verbindung und zum Spannen der Zugschließen; die Fig. 13 ein Zahnschloß und Fig. 14 ein Kettenschloß, welche letztere zwei bloß zur Verbindung der Schließen, nicht aber zum Spannen derselben dienen. Das Kettenschloß kann bei beweglichen Konstruktionen (Zugstangen) vorteilhaft verwendet werden. Die Fig. 15 zeigt ein Schraubenschloß und die Fig. 16 und 16 a ein Muffenschloß; beide können für eine sehr kräftige Anspannung von wichtigen Schließen gut Anwendung finden.

Die Enden der Mauerschließen werden gewöhnlich mit einem vertikal stehenden Ohr, Auge genannt, versehen, welches ein 70—120 cm langes Schließeneisen (Durchschuber) umfaßt (Fig. 9 b, T. 38). Dieser Durchschuber, der einen entsprechenden Mauerteil zu fassen hat und der Schließe als Anker dient, wird auf Biegung beansprucht, daher hochkantig gegen die Mauer gestellt und aus einem um eine Nummer stärkeren Schließeneisen erzeugt als die Schließe selbst.

Bei Mauern, die einen Verputz erhalten, liegt der Durchschuber in einer zurückgeschmatzten Schließenritze (Fig. 10 a, T. 38) so weit vertieft, daß er vom Verputze gerade noch verdeckt werden kann. Bei stärkeren Mauern pflegt man die Durchschuber ganz einzumauern. In diesem Falle werden dieselben vorerst bis zur Hälfte eingemauert, sodann die Schließen mit ihren Augen auf die nach oben frei vorragenden Schuberteile aufgesteckt und zuletzt Schließe samt Schuber vollständig eingemauert.

Das Anspannen der Schließe kann natürlich erst nach vollständigem Anmauern, bezw. Einmauern der Durchschuber erfolgen.

Bei Ziegelrohbauten werden die Durchschuber manchmal auch zu dekorativen Zwecken benützt, indem man sie mit verschiedenartigen Verzierungen frei über das Mauerhaupt hervortreten läßt (Fig. 12, T. 38).

Bei Rundeisenschließen werden zu diesem Zwecke manchmal auch gußeiserne Rosetten (Platten) verwendet, wobei dann das Spannen der Schließen mit einer Schraubenmutter vom Mauerhaupte aus erfolgen kann (Fig. 13, T. 38).

Die Anordnung der Schließen soll nur in gerader Linie und in der kürzesten Richtung erfolgen, weil in dieser Lage die Schließe am wirksamsten und auch am einfachsten ist. Manchmal treten aber einzelne Konstruktionsteile, z. B. Rauchschlote dieser Anordnung hinderlich entgegen. In diesem Falle muß eine zweckentsprechende Umgehung dieses Hindernisses erfolgen, wie z. B. in Fig. 19 und 20, T. 37, angedeutet erscheint.

Dünnwandige Bauwerke, z. B. hohe Schornsteine u. dgl. können durch außen angeordnete Schließen, sogenannte Schlaudern zusammengehalten werden, wie solche in Fig. 21—23, T. 37, dargestellt sind. Auch gewöhnliche, über die Dachfläche hoch emporragende Schornsteine, die schon schadhaft geworden sind, können durch solche Schließen gebunden und eventuell an das Dachgehölz verankert werden.

3. Verschiebung.

Bei Bauten auf unsicherem Boden, das ist ein solcher, der häufigen Erderschütterungen durch Erdbeben ausgesetzt ist, werden die Mauern im unteren Teile häufig durch eine Verschiebung verstärkt. Diese besteht darin, daß sowohl im Fundamente als auch im aufgehenden Mauerwerke in gewissen Höhen horizontal liegende, zu einem Netze miteinander verbolzte, schwache Eisenträger eingelegt und vermauert werden. Je nachdem ein seitliches oder vertikales Setzen zu befürchten ist, legt man die Träger flach- oder hochkantig. In sehr wichtigen Fällen oder bei sehr unsicherem Boden erfolgt auch eine Verschiebung im vertikalen Sinne, die mit der horizontalen Verschiebung verbunden wird und auf diese Art ganze Fachwerke bildet.

Statt dieser, jedenfalls sehr kostspieligen Verschiebung kann für solche Verhältnisse eine zweckentsprechende Eisenbetonkonstruktion zur Anwendung kommen, die ja im Prinzip auch eine Verschiebung im Betonmauerwerk vorstellt, jedenfalls aber billiger zu stehen kommt und auch dem angestrebten Zwecke besser entsprechen dürfte.

XI. Schutz der Mauern gegen Feuchtigkeit.

Bei feuchten Mauern geht die sogenannte Porenventilation nahezu ganz verloren, weil die Poren mehr oder weniger mit Wasser ausgefüllt sind. Die Nässe verhindert auch das Erhärten des Luftmörtels und zerstört die mit ihr in Berührung kommenden Holzkonstruktionen. Außerdem üben nasse Wände auf die Bewohner der betreffenden Räume einen gesundheitsschädlichen Einfluß aus.

Es müssen daher aus technischen und hygienischen Gründen Mittel angewendet werden, welche das Feuchtwerden der Mauern unmöglich machen oder doch voraussichtlich längere Zeit hintanhalt.

Die Mauern können entweder durch die Niederschlagswässer, durch die anschließende Erde oder durch das aufsteigende Grundwasser feucht werden. Die erstgenannte Ursache ist jedenfalls die wenigst gefährliche, da sie nur zeitweise und oberflächlich auftritt.

Das Feuchtwerden der Mauern durch die anschließende, feuchte Erde oder durch das Grundwasser basiert auf der Kapillarität, indem die Mauern die Feuchtigkeit aufsaugen und in sich weiter verbreiten. Im allgemeinen müssen daher die Fundamente und die Kellermauern aller Gebäude so hergestellt werden, daß das Aufsteigen und seitliche Eindringen der Erdfeuchtigkeit hintangehalten wird. Dies geschieht durch die „Isolierungen“.

Diese Isolierungen können auf die verschiedenste Art ausgeführt werden. Vor allem wird man für die an Erde anschließenden Mauern dichte Steingattungen oder gut gebrannte Ziegel und Roman- oder Portlandzementmörtel verwenden. Ferner wird man Isolierschichten, das sind undurchlässige Schichten einschalten, welche die Verbreitung der Feuchtigkeit verhindern.

Werden die Wohngebäude unterkellert, so soll die Kellersohle wenigstens 30 cm über den bekannten höchsten Grundwasserstand gelegt werden.

1. Isolierungen bei Neubauten.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden werden zirka 15 cm unter dem Erdgeschoßfußboden alle Mauern horizontal abgeglichen und mit einer Isolierschicht belegt, welche das weitere Aufsteigen der Mauerfeuchte verhindern soll (Fig. 1, T. 39). Bei Wohnräumen muß diese Isolierschicht auch unter der ganzen Fußbodenfläche durchreichen, damit auch die Bettung der Polsterhölzer (Mauerschutt, Sand u. dgl.) trocken bleibe (Fig. 2, T. 39).

Bei unterkellerten Gebäuden wird man sich gewöhnlich auf eine Isolierung der an die Erdwände anschließenden Umfassungsmauern beschränken (Fig. 3, T. 39). Dabei wird eine horizontale Isolierschicht in der Höhe der Kellersohle und eine an die Erdwand anschließende vertikale Isolierung bis 15 cm unter das Niveau des ebenerdigen Fußbodens angeordnet, in welcher Höhe sie dann horizontal durch die ganze Mauer reicht. Bei untergeordneten Kellerräumen wird häufig bloß die horizontale Isolierung unter dem ebenerdigen Fußboden angeordnet.

Werden die Keller- oder Souterrainräume für bessere Zwecke, eventuell wohnlich ausgestattet, so muß auch unterhalb des Kellerfußbodens eine solide Isolierschicht gelegt werden, welche auch in dieser Höhe durch alle Mauern reichen muß (Fig. 4, T. 39).

Ein Schutz gegen das seitliche Eindringen der Erdfeuchtigkeit kann auch durch Anlage von Luftschlitzen (Fig. 4, T. 39) oder von schließbaren Luftkanälen (Fig. 3, T. 38) längs der ganzen Erdwand erreicht werden. Solche gedeckte Luftschlitze oder Kanäle müssen aber durch hinreichend viele Ventilationsöffnungen mit der Keller- und Außenluft in Verbindung gesetzt und an den Ausmündungsstellen mittels engmaschiger Drahtnetze gegen das Eindringen von Vögeln und Ungeziefer gesichert werden.

Einen noch besseren Schutz gewährt die Anlage von oben offenen oder mit einer Verglasung geschlossenen Gräben oder Schächten längs der ganzen Umfassungsmauer, welche auch gleichzeitig als Lichtgräben oder Lichtschächte dienen können (Fig. 5, T. 39). Siehe auch Maueröffnungen.

Wird ein Gebäude nicht ganz, sondern nur teilweise unterkellert, so kann bei den Mauerkreuzungen der in Fig. 6, T. 39, schraffierte Teil mit Klinkerziegeln im Portlandzement oder in Asphalt oder in W u n n e r s chem Isoliermörtel (s. d.) gemauert werden; hiedurch wird das Weitergreifen der Mauerfeuchtigkeit gegen die unterkellerten Räume verhindert. Die dazwischen liegenden, vertikalen Mauerflächen müssen an der Erdseite mit einer Isolierschicht versehen werden.

Bei Anordnung eines über dem Bauhorizonte liegenden, hohlen Bodens (H o h l b o d e n s, Fig. 7, T. 39) sind sämtliche Mauern direkt unter den Fußboden-Polsterhölzern durch horizontale Schichten zu isolieren. Der Hohlraum zwischen Fußboden und Bauhorizont muß, wie in der Figur angedeutet, durch hinreichende Ventilationskanäle mit der Außenluft in Verbindung gesetzt werden; diese Kanäle sind an den Außenseiten durch engmaschige Drahtgitter abzuschließen.

Mauern, welche mit Erde bedeckt werden, wie z. B. im Festungsbau, bei Brückengewölben u. dgl., erhalten ebenfalls eine wasserdichte Abdeckung, bevor die Anschüttung aufgebracht wird. Die Gewölbdecken erhalten eine entsprechend abgesattelte Nachmauerung mit einem guten Zementverputz, auf welchen die Isolierschicht aufgetragen wird.

Die Fig. 8, T. 39, zeigt eine solche Isolierung, wie sie im Festungsbau häufig vorkommt. Die Isolierschicht reicht über die entsprechend abgesattelte Nachmauerung und an den vertikalen Wänden einerseits bis unter die Kordonplatte und andererseits bis zur Fundamentgleiche, wo sie die ganze Baufläche bedeckt, um das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit gegen den Fußboden zu verhindern.

2. Trockenlegung feuchter Räume.

Das Austrocknen von alten, nassen Mauern ist sehr schwierig und in den meisten Fällen gar nicht vollständig zu erreichen. Man wird sich daher meistens bloß darauf beschränken müssen, nur die i n n e r e n Mauerflächen und nicht die ganze Mauer trocken zu legen, wobei auf die Porenventilation verzichtet wird.

Die einfachste Art der Trockenlegung feuchter Mauerflächen besteht darin, daß man den alten Verputz abschlägt, die Mörtelfugen auskratzt und die Mauern eventuell bei Verwendung von Koksöfen möglichst trocknet; hierauf werden die Fugen mit Zementmörtel glatt verstrichen, die Mauerflächen mit einer Isolierschicht versehen und dann verputzt.

Wo es die Verhältnisse gestatten, können die zuerst wasserdicht verputzten Mauern mit einem Hemde aus Hohlsteinen verkleidet werden (Fig. 9 a, T. 39), wobei die Verkleidung mit der alten Mauer, wie in der Figur angedeutet, durch eine entsprechende Verschmätzung oder durch Eisenhaken verbunden wird. Eine bessere Isolierung kann erreicht werden, wenn man zwischen der alten Mauer und dem Verkleidungshemd eine zirka 8 cm breite Luftschicht einschaltet und die Verkleidung nur mittels einiger geteeter Ankersteine mit der alten Mauer verbindet (Fig. 9 b, T. 39).

Ist auch der Fußboden in alten Gebäuden gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit zu schützen, so muß die Dielung und der Mauerzuschutt entfernt werden. Auf dem ebeneten, eventuell festgestampften Boden wird sodann eine über die ganze Bodenfläche reichende Isolierschicht aufgebracht, an welche die Isolierung der vertikalen Mauerflächen wasserdicht angeschlossen wird (Fig. 10, T. 39). Unter dieser Fußbodenisolierung kann ein möglichst dichtes Klinkerpfaster oder ein Betonestrich angeordnet werden, wodurch die Güte und Dauerhaftigkeit der Isolierung erhöht wird.

3. Isolierungen bei aufsteigendem Grundwasser.

Liegt die Kellersohle unter dem höchsten Grundwasserstande, so daß zeitweise in die Kellerräume Wasser eindringen könnte, so müssen außer den Isolierschichten, welche in einem solchen Falle ganz besonders stark und solid ausgeführt werden müssen, Fußbodenpflasterungen oder Betonierungen hergestellt werden, welche dem Auftrieb des Grundwassers widerstehen können.

Erfahrungsgemäß bieten h o r i z o n t a l gelegte, selbst starke Pflasterungen oder Betonierungen in den seltensten Fällen hinreichenden Widerstand gegen den Auftrieb des Grundwassers. Ein entsprechender Widerstand kann nur durch genügend starke, in der Form von umgekehrten Gewölben ausgeführten Pflasterungen oder Betonierungen erreicht werden (Fig. 11—13, T. 39). Die Gewölbanläufe müssen hierbei so wie bei Gewölbewiderlagern an die Gebäudemauern anschließen, wodurch auf diese der durch den Auftrieb entstehende Druck übertragen wird.

Die Isolierschicht kann entweder unter diese gewölbartige Pflasterung (Fig. 11, T. 39) oder bei stärkerer Ausführung zwischen zwei solche Lagen eingebettet werden (Fig. 12, T. 39); sie muß bei Neubauten, wie Fig. 11, T. 39, zeigt, auch durch die Mauern reichen und an der Außenseite der Umfassungsmauern bis zum Bauhorizonte emporgeführt werden. Auf diese konkave Fußbodenpflasterung wird dann eine horizontal abgegliche Beschüttung und auf letztere erst der eigentliche Fußboden gelegt.

Bei bestehenden Gebäuden muß an den Mauern innen eine entsprechende Verkleidung aus Klinkerziegeln in Portlandzementmörtel, eventuell eine Betonierung mit Bitumen-Emulsion (siehe Isoliermörtel von W u n n e r) ausgeführt werden, welche mindestens 30 cm über den höchsten Grundwasserstand emporreicht (Fig. 12 und 13, T. 39). Zwischen der alten Mauer und der Verkleidung wird die Isolierschicht angeordnet.

Bei Türen müssen die Stöcke herausgenommen und die Mauern und Fußbodenflächen mit einer starken, dichten Isolierschicht versehen werden, worauf dann die Türstöcke wieder derart einzumauern sind, daß die Isolierschicht an keiner Stelle beschädigt werde.

4. Gebräuchliche Isoliermittel und deren Anwendung.

Eine gute Isolierschicht muß nicht nur wasserdicht, sondern auch elastisch sein, damit durch die unvermeidlichen Setzungen im Mauerwerke keine Risse in der Isolierschicht entstehen können.

Das beste, aber auch kostspieligste Isoliermittel sind B l e i p l a t t e n, deren Stöße gut verlötet sind. Ihre Verwendung erfolgt jedoch sehr selten.

Die meiste Verwendung findet A s p h a l t in verschiedenartiger Form und Zusammensetzung mit anderen Stoffen. Reiner Asphalt, für sich allein verwendet, wird nach dem Erstarren spröde und erhält bei eintretenden Mauersetzungen leicht Risse; man gibt ihm daher verschiedene Zusätze, die seine Elastizität und Klebefähigkeit am Mauerwerk erhöhen und ihn in heißem Zustande oft auch flüssiger machen.

Für horizontale und wenig geneigte Flächen verwendet man z. B. G u ß a s p h a l t, eine Mischung von Asphaltmastix und Goudron. Diese Mischung wird auf die gut gereinigten und getrockneten Mauern usw. zirka 10—15 mm dick aufgetragen und erstarren gelassen. Es kann vor dem vollständigen Erstarren etwas feiner Kies oder Sand aufgestreut und eingewalzt werden, um einen besseren Verband mit dem darüberliegenden Mauerwerk zu erhalten.

Für vertikale oder stark geneigte Flächen wird sogenannter W a n d- o d e r A u f z u g a s p h a l t, auch ein Gemisch von Asphaltmastix und Goudron, verwendet. Auf die gut getrockneten und von Staub usw. gereinigten Mauerflächen,

deren Fugen mit Zementmörtel verstrichen werden, wird zuerst ein flüssiger Anstrich mit größerem Goudronzusatz mit dem Pinsel aufgetragen und gut verstrichen, darüber wird eine zweite Schichte, die mehr Asphaltmastix enthält, daher dickflüssig ist, mit der Spachtel aufgestrichen. Von geübten Arbeitern wird diese Isolierung oft auch nur in einer Schichte aufgetragen. Anschlüsse vertikaler Isolierungen an horizontale, z. B. an Fußbodenisolierungen, müssen unter Einschaltung einer Hohlkehle sehr sorgfältig ausgeführt werden.

Ähnliche Isoliermittel wie die vorgenannten sind die Asphaltisoliermasse von N. Schefftel in Wien, die Hüttelsche Isoliermasse, die Kautschukmasse von Haumanns Witwe, Holzzement, ferner das von der Firma Schefftel erzeugte Xerotikon, welches in kaltem Zustande streichbar ist und nach einigen Minuten erhärtet; letzteres hat sich recht gut bewährt.

Isolin (auch Asphaltlack genannt) soll ein vortreffliches Isoliermittel für Mauern und in Erde einzubauende Stoffe gegen Durchdringen der Feuchtigkeit, aber auch einen guten Anstrich auf Eisen für Rostschutz u. dgl. geben. Isolin ist eine Lösung von Asphaltkomposition mit einem leicht flüchtigen Lösungsmittel; es wird mit einem Pinsel im kalten Zustande aufgetragen.

Der rasch trocknende, schwarzglänzende Anstrich ist sehr elastisch, nicht klebrig, wird nicht brüchig und widersteht der Einwirkung von Wasser und Säuren (mit Ausnahme konzentrierter Schwefelsäure) vollständig. Es wird von der Österreichischen Asphalt-Aktiengesellschaft geliefert und ist auch von den Militärbaubehörden erprobt. Zweckmäßig ist ein zwei- bis dreimaliger Anstrich, welcher in besonderen Fällen so oft wiederholt wird, bis die Anstrichschichte etwas 2—3 mm dick ist.

Simplein, ein ähnliches, von derselben Firma erzeugtes Fabrikat soll besonders zu Mauerisolierungen und Anstrich von Feuermauern geeignet sein, indem man im kalten Zustande einen dreimaligen Anstrich damit herstellt und den letzten Anstrich mit reschem Sand kräftig bestreut.

Am häufigsten verwendet man, besonders zu horizontalen Mauerisolierungen in Asphalt getränkte Filzplatten (Asphaltfilzplatten, siehe Baustoffe), neuestens auch, besonders zu Fußbodenisolierungen, Anduropappe oder Durolit, die in ähnlichen Größen wie Asphaltfilzplatten und in drei verschiedenen Dicken erzeugt werden. Für wichtige Isolierungen werden oft Asphaltfilzplatten mit Bleieinlagen genommen.

Die Isolierplatten sind sehr weich, geschmeidig und dehnbar, reißen daher nicht bei ungleichen Setzungen im Gebäude. Die Verlegung ist sehr einfach, sie erfolgt entweder mit zirka 6—10 cm Übergreifung oder mittels Stoß und darüber gelegten, zirka 12 cm breiten Deckstreifen. Alle Fugen müssen gut mit Asphaltkitt u. dgl. gedichtet werden.

Bei Fußbodenisolierungen, besonders gegen aufsteigendes Grundwasser wird es sich empfehlen, eine doppelte Lage Isolierplatten mit Fugenwechsel anzuordnen und die beiden Lagen mit dünnflüssigem Asphalt zu verkleben. Beim Anschlusse der Fußbodenisolierung an die in den Lagerfugen der Mauern eingelegten Isolierplatten muß man ebenfalls eine mindestens 5 cm breite Übergreifung anordnen, die mit Asphalt u. dgl. gut gedichtet wird. Diese Übergreifung wird gewöhnlich nach Fig. 14, T. 39, ausgeführt, indem man, wie bei *a* in der Figur angedeutet ist, die zwischen die Lagerfugen der Mauern eingelegten Platten um zirka 8 cm über die Mauer vorragen läßt und dort den Anschluß an die später zu legende Fußbodenisolierung bewirkt.

Bei Isolierung von vertikalen Mauerflächen, die an Erdwände anschließen, können die Isolierplatten nach *b*, Fig. 14, T. 39, mit 10 cm breiter Übergreifung auf die Fundamentisolierung aufgeklebt und dann an den Erdwänden emporgeführt werden. Hiezu kann man die einzelnen Streifen, sobald sie unten durch Übermauerung mit einigen Ziegelscharen fixiert sind, über die Böschung aufziehen und

oben provisorisch beschweren (Fig. 15, T. 39). Sobald die Mauer bis zur entsprechenden Höhe aufgeführt ist, werden die Streifen einzeln an die Mauer angelegt, oben bei der Mauergleiche eingebogen und übermauert. Gleichzeitig müssen alle Übergreifungen gut verklebt werden.

Bei haltbarem Erdreich, bei dem die Erdwände vertikal ausgehoben werden, können die Isolierplatten auf der Erdwand emporgezogen, dort an entsprechend eingeschlagene Pflöcke bei den Übergreifungen festgenagelt und die Übergreifungen mit heißem Asphalt verklebt werden. An die mit Isolierplatten vollständig verkleideten Erdwände wird dann das Mauerwerk angeschlossen. Auch für diesen Zweck würde sich eine doppelte, mit Asphalt verklebte Lage sehr empfehlen.

Die Isolierung (wasserdichte Abdeckung) nach dem Verfahren von *Leisz-Zuffe*r soll sich beim Baue der Wiener Stadtbahn gut bewährt haben.

Bei diesem Verfahren wird zur Herstellung der wasserundurchlässigen Schichte Naturasphalt mit eingelegtem Jutegewebe benützt. Grobfädige Jutegewebe halten in ihren Maschen den heiß eingedrückten Asphalt derart fest, daß selbst bei lotrechten Flächen und starker Einwirkung von Sonnenstrahlen ein Abrinnen des Asphalt es nicht vorkommt.

Bei der Ausführung wird auf die gereinigten und eventuell mit Zementmörtel abgeglichenen Mauerflächen ein 3 mm starker Anstrich aus heißem Naturasphalt in entsprechender Dichte aufgebracht; in die noch heiße Masse werden sodann zirka 1 m breite, grobfädige Gewebestreifen aus Jutestoff aufgerollt und eingepreßt. An den Übergreifungsstellen werden die Jutestreifen durch dazwischen gestrichenen heißen Naturasphalt sorgfältig miteinander verkittet. Über die Gewebe wird ein zweiter, 3 mm starker Naturasphaltnstrich aufgetragen.

In neuerer Zeit wird zu Isolierungen u. dgl. vielfach der *Wunner'sche Isoliermörtel* und *Isolierbeton* verwendet. Dieses von *H. & L. Wunner* in Saarburg erfundene Isoliermittel wird aus einer mit „Bitumen-Emulsion“ bezeichneten Flüssigkeit hergestellt, indem man diese dem gewöhnlichen Portlandzementmörtel oder Beton zusetzt und das Ganze innig vermengt. Bitumen-Emulsion ist eine harzigölige, dunkelbraune Flüssigkeit von leuchtgasartigem Geruch, die in Wasser und Säuren vollkommen unlöslich ist, dagegen in Petroleum sich leicht löst und mit frischem Kalkhydrat sich gut vermengen läßt.

Zur Bereitung des *Wunner'schen Isoliermörtels* werden 7 Raumteile Portlandzement und 15 Raumteile feingesiebter Quarzsand mit Wasser zu einem nicht zu steifen Brei vermengt, sodann wird 1 Raumteil Bitumen-Emulsion dazu gegossen und mit dem Mörtel recht innig vermengt.

Zur Bereitung des *Isolierbetons* wird mit dem fertigen *Isoliermörtel* das erforderliche Quantum kleiner Kiesschotter innig vermengt.

Die fertige Mörtel- oder Betonmasse wird an Ort und Stelle sogleich, wie Zementmörtel oder Beton verarbeitet, bei längeren Arbeitspausen dürfen keine Rückstände bleiben, doch kann zu steifer Mörtelbrei ohne Nachteil mit Wasser verdünnt werden.

Je nach dem Zwecke der Isolierung ist die Anwendung des *Isoliermörtels*, bzw. *Betons* verschieden.

Bei Einschaltung horizontaler *Isolierschichten* zwischen die Lagerfugen der aufgehenden Mauern wird nach dem horizontalen Abgleichen derselben die mit *Isoliermörtel* zu belegende Fläche gut gereinigt und mit Wasser tüchtig bespritzt. Damit die aufzutragende Mörtelschicht gleichmäßig dick und mit ebener Oberfläche hergestellt werden kann, legt man an den Mauerhäuptern Eisenschienen in der Dicke der *Isolierschicht* (1—2½ cm), gießt den nicht zu steifen *Isoliermörtel* auf die Mauer, breitet ihn aus, drückt ihn mit der Kelle gut gegen die Mauerflächen und zieht ihn dann mit der Latte ab, die Eisenschienen als Führung der Latte benützend. Nach dem Anziehen des Mörtels kann die Mauerung mit Ziegeln sogleich, bei Bruchsteinmauern aber erst nächsten Tag fortgesetzt werden. Bei Ziegelmauer-

werk kann die Isolierung auch durch sattes Verlegen der ersten Ziegelschar in Isoliermörtel bewirkt werden.

Auf vertikale Mauerflächen wird der Isoliermörtel wie gewöhnlicher Verputz aufgetragen. Hierzu müssen die Mauerflächen nach Auskratzen der Mörtelbänder gut gereinigt und tüchtig benetzt werden. Der erste Anwurf wird dünnflüssig und der zweite mit etwas dickerem Mörtel aufgetragen, mit der Latte abgezogen und mit der Kelle an der Oberfläche geglättet. Für gewöhnliche Verhältnisse genügt eine $1\frac{1}{2}$ cm starke Isolierverputzschichte, bei Zisternen, Aborten, Senkgruben u. dgl. wird der Isolierverputz in zwei Lagen 2—3 cm dick aufgetragen und an der Oberfläche sorgfältig geglättet. Besondere Verputzschichten, z. B. bei Pissoirs an Stelle der Schieferplatten werden in drei Lagen ausgeführt und an der Oberfläche mit gutem Isoliermörtel, eventuell mit Farbenzusatz, sorgfältig geglättet.

Der etwas braune Isoliermörtelverputz erhält in der Regel noch einen deckenden Kalkmörtelverputz, kann aber auch, besonders bei Außenwänden, ohne diesen belassen, eventuell angestrichen werden.

Zur Herstellung von fugenlosen Fußböden wird der Isoliermörtel 3 cm dick auf eine Betonunterlage aufgebracht, mit der Latte eben abgezogen, fein verrieben und eventuell mit einer Walze in Plättchenform geriffelt.

Mit Isolierbeton können Flüssigkeitsbehälter, Schacht- oder Kellersohlen u. dgl. wasserdicht hergestellt werden. Bei hinreichender Stärke und zweckmäßiger Anwendung können letztere auch gegen den Auftrieb des Grundwassers widerstandsfähig gemacht werden.

Isoliermörtel und Beton sollen bei richtiger Anwendung nicht nur vollkommen wasserdicht sein, sondern auch Rissebildungen verhindern und auch allen Witterungseinflüssen, Frost usw., selbst großer Hitze gefahrlos widerstehen. Bitumen-Emulsion soll daher auch bei der Fabrikation der verschiedenen Betonwaren vorteilhafte Verwendung finden. Vertretungen in allen größeren Städten, in Wien bei Franz R a a b, XIII. Breitenseerstraße 19.

Von der Österreichischen Asphalt-Aktiengesellschaft wird eine asphaltähnliche Masse zur Herstellung wasserdichten Mörtels empfohlen, welche sie Helyros-Emulsion nennt.

Helyros-Emulsion wird dem fertigen Portlandzementmörtel wie Bitumen-Emulsion beigemischt und darf hiezu nur reiner, rescher Sand und guter Portlandzement (kein Romanzement) verwendet werden. Das geeignetste Mischungsverhältnis ist ein Teil Zement, drei Teile Sand, welche mit Wasser zu steifem Mörtel gut vermengt werden. Diesem Mörtel wird das erforderliche Quantum Helyros zugesetzt und das Ganze nochmals tüchtig vermengt.

Das beizumengende Quantum Helyros richtet sich nach der Wichtigkeit der Isolierung und nach der während der Ausführung herrschenden Temperatur. Auf 40 kg Sand und 14 kg Portlandzement genügt für $1\frac{1}{2}$ —2 cm starken, groben Verputz 1 kg, für $1\frac{1}{2}$ cm starken, feinen Verputz 1— $1\frac{1}{2}$ kg und für horizontale Isolierung $1\frac{1}{2}$ —2 kg Helyros. Bei Frostwetter soll das doppelte Quantum Helyros genommen werden.

Bei starkem Wasserandrang, altem Beton oder altem Zementverputz muß der zirka 5 mm stark aufzutragende Mörtel aus 14 Teilen Zement und 1 Teil Helyros (ohne Sand) bestehen.

Andere Isoliermittel sind: P o n t i z e m e n t, P o r t l a n d z e m e n t, G l a s p l a t t e n, i n T e e r g e t r ä n k t e Z i e g e l p l a t t e n u. dgl.; letztere z. B. für vertikale Mauerflächen durch Aufkleben derselben an einen frisch angeworfenen Zementmörtel; über die Platten kommt dann noch der feine Verputz.

Als Isoliermittel wird auch die Ausführung des Fundament- und Kellermauerwerkes mit mittels Öl imprägnierten Ziegeln empfohlen; ein Verfahren, das aber in der Praxis zu umständlich und kostspielig sein dürfte.

XII. Die Steinmetzarbeiten.

(Tafel 40 und 41.)

Fertige, vom Steinmetz zugearbeitete Steine nennt man **Werksteine**. Die zur Herstellung der Werksteine erforderlichen Steinblöcke werden aus den Steinbrüchen mit durchaus zirka 3 cm größeren Dimensionen als die zu erzeugenden Werksteine geliefert; sie müssen eine gleichmäßige Härte haben und ohne Lassen oder sonstige Fehler sein.

1. Teilen der Steine.

Die rohe Zurichtung der Steinblöcke wird in der Regel vom Steinbrecher und nur selten vom Steinmetz besorgt und geschieht in der Weise, daß entweder schon im Bruche vorhandene Blöcke auf die erforderliche Form und Größe zerteilt werden oder daß man bei Bedarf großer Stücke diese direkt von den Steinbruchwänden abtrennt.

Das **Steinspalten** geschieht auf folgende Art:

Bei weichen und mittelharten Steingattungen werden nach Fig. 16, T. 40, in der breiten Seite des Blockes zwei Kerben *k* so eingemeißelt, daß sie außerhalb der vorgerissenen Kante des herzustellenden Steinblockes fallen. In diese zirka 8 cm langen, 3 cm breiten und 8 cm tiefen Kerben — Schrämmen genannt — werden starke Eisenkeile mit einem großen, eisernen Schlägel so lange eingetrieben, bis die Teilung des Steinblockes erfolgt. Neben den Keilen werden aus Flacheisen erzeugte Beilagsplättchen eingelegt, damit ein gleichmäßiger Druck auf die Steinkanten ausgeübt werde und diese beim Eintreiben des Keiles nicht abbrechen.

Bei kompaktem Steine ist die Teilung annähernd nach jeder gewünschten Richtung ausführbar; bei lassigen Steinen muß die Teilung des Blockes in der Richtung der Lassen und senkrecht darauf vorgenommen werden.

Bei harten Steingattungen oder wenn der Trennungsfläche eine genauere Richtung gegeben werden soll, geschieht das Spalten (Ritzen) mittels mehrerer, kleiner Stahlkeile (Puntscheten) (Fig. 17, T. 40). Hiezu werden auf drei Seiten des Steines außerhalb der vorgerissenen Kanten etwa 3 cm lange und tiefe und etwa 1½ cm breite Kerben in Entfernungen von 10—15 cm ausgearbeitet. In diese Kerben werden nach Einlegen der Beilagsplättchen kleinere Stahlkeile durch abwechselndes Schlagen mit einem kleineren, eisernen Schlägel so lange eingetrieben, bis die Trennung des Steines erfolgt. Dieses Ritzen ist für lange und dünne Werksteine, wie selbe für Gewände, Stiegenstufen, Platten u. dgl. erforderlich sind, einzig anwendbar. Bei solchen Werksteinen wird außerdem noch die gewünschte Trennungslinie durch Einmeißeln einer durchlaufenden, seichten Rinne fixiert.

In derselben Weise können die erforderlichen Steinblöcke direkt von einer möglichst frei liegenden Schichte im Steinbruche abgetrennt werden.

Auch durch **Zersägen** können Steinblöcke, selbst in sehr dünne Platten, geteilt werden. Bei weichen Steinen bedient man sich hiezu eines gezahnten Sägeblattes, während bei harten Steinen ein ungezahntes Sägeblatt verwendet wird. Bei Verwendung des letzteren ist fortwährend Sand und Wasser und bei sehr harten Steinen statt des Sandes Stahlmasse (kleine Stahlkörner) zuzugeben. Die Säge kann mit Hand- oder Maschinenbetrieb bewegt werden. Steingattungen, welche bruchfeucht, d. h. im Bruche weich sind, an der Luft aber erhärten, werden am besten noch im bruchfeuchten Zustande geteilt und bearbeitet.

2. Herstellung von Werksteinen.

Die Steinblöcke werden zur Bearbeitung der einzelnen Seitenflächen „aufgebant“, d. h. durch Unterlegen von Böcken, Holzstücken usw. in eine zur Bearbeitung bequeme Lage gebracht. Das Heben und Wenden der Steine geschieht entweder mit der Hebstange (Fig. 1, T. 40) oder bei schweren Steinblöcken mit einer Wagen- oder Pratzwinde.

Ist der Stein aufgebant, so beginnt der Steinmetz seine eigentliche Arbeit, indem er auf einer Langseite mit Farbstift und Richtscheit eine gerade Linie vorreißt und nach dieser Linie mit dem „Schlageisen“ (Fig. 2, T. 40) einen schmalen Streifen — Schlag genannt — möglichst eben abmeißelt. Auf den fertigen Schlag wird ein Richtscheit (Lineal) gestellt und auf der gegenüberliegenden Seite des Steines ein zweites Richtscheit so einvisiert, daß die Oberkante des angelegten mit der Unterkante des auf den Schlag gestellten Richtscheites in eine Ebene fällt (Fig. 18, T. 40). Man nennt dies das „Absehenerichten“.

Längs der Oberkante des angelegten Richtscheites wird nun wieder eine gerade Linie vorgerissen und nach dieser ein zweiter Schlag aufgezo-gen. Man kann auch ohne Gebrauch des zweiten Richtscheites direkt über die beiden Ecken a und a' gegen die Unterkante des auf den Schlag gestellten Richtscheites visieren, die Visuren an den beiden Ecken vorreißen und darnach die beiden Schlaganfänge und nach wiederholter Prüfung der Richtigkeit den ganzen Schlag vorreißen und einhauen.

Die Enden der beiden gegenüberliegenden Schläge werden dann geradlinig verbunden und nach diesen Linien ebenfalls zwei Schläge aufgezo-gen. Diese vier Schläge liegen nun in einer Ebene und dienen als Richtung für die weitere, ebene Bearbeitung der betreffenden Seitenfläche. Auf der bearbeiteten Fläche wird sodann die genaue Größe der Quaderfläche vorgerissen und der Stein so umgekantet, daß das Haupt der zweiten, anschließenden Langseite nach oben zu liegen kommt. Bei einem prismatischen Quader wird sodann auf der anschließenden Kante der Langseite ab (Fig. 19, T. 40) ein Schlag aufgezo-gen, welcher rechtwinklig auf die erste, bearbeitete Fläche steht; dann wird mit dem eisernen, rechten Winkel an den schmalen Seiten ac und bd je ein Schlag vorgerissen und aufgezo-gen und schließlich auch die vierte Kante cd mit einem Schlage versehen. Die weitere Bearbeitung der zweiten Fläche geschieht ebenso wie die der ersten. Bei der zweiten bearbeiteten Fläche wird wieder die Begrenzung der betreffenden Seitenfläche vorgerissen, der Stein sodann weiter umgekantet usw.

Zum Abmeißeln der Schläge verwendet man bei harten Steingattungen ein schmales, in der Schneidebahn höchstens 2 cm breites „Schlageisen“ (Fig. 2 a , T. 40); bei weicheren Steinen kann ein dem Härtegrade des Steines entsprechend breiteres Schlageisen verwendet werden (Fig. 2 b , T. 40). Das „Treiben“ des Schlageisens sowie überhaupt aller Meißel geschieht bei harten Steingattungen mit dem eisernen Schlägel (Fäustel, Fig. 7) und bei weichen Steingattungen mit dem zumeist aus Weißbuchenholz gefertigten Klippel oder hölzernen Schlägel (Fig. 8, T. 40).

Alle zur Bearbeitung der Steine notwendigen Werkzeuge müssen aus gutem, zähem Stahle hergestellt und dem Härtegrad des Steines entsprechend geformt und gehärtet werden. Im allgemeinen müssen für harte Steine härtere, stumpfere und schmälere Meißel angewendet werden als für weiche Steine.

3. Bearbeitung der Steinflächen.

Je nach dem Bearbeitungsgrade der Steinflächen unterscheidet man bossierte, gekrönelte, gestockte, gezahnte, scharierte, gehobelte, geschliffene und polierte Steinflächen.

a) Bossierte Steinflächen; darunter versteht man roh bearbeitete Steinflächen. Das Bossieren geschieht auf folgende Art:

Bei harten Steinen wird mit dem Spitz- oder Bossiereisen und dem eisernen Schlägel die Steinfläche, wie Fig. 20, T. 40, darstellt, so lange bearbeitet, bis durch das fortwährende Abschlagen kleinerer Steinteilchen eine rauhe, jedoch ebene Fläche entsteht, welche außer der rauhen Bruchfläche nur noch die durch die Handhabung des Spitzzeisens entstandenen, rinnenartigen Vertiefungen aufweist.

Bei weichen Steinen kann das Bossieren auch mit dem „Zweispitz“ (Fig. 10, T. 40) vorgenommen werden, indem man die eine Spitze unter schieferm Winkel fortwährend gegen die Steinfläche schlägt, bis durch das Abspringen von Steinteilchen ebenfalls eine rauhe, ebene Fläche entsteht.

Bei sehr weichen Steinen wird oft zu demselben Zwecke die Bossierhacke (Fig. 11, T. 40) verwendet, welche so wie der Zweispitz zu handhaben ist; die Bossierhacke dient auch oft als Werkzeug zum Spalten sehr weicher Steine und bei rauher Bearbeitung zum Bearbeiten der Steinkanten an den Schlägen.

Beim Bearbeiten der Steinflächen müssen die Schläge in allen Fällen von den Kanten gegen die Mitte des Steines geführt werden, da durch das entgegengesetzte Schlagen die Kanten leicht abgeschlagen werden könnten.

b) Gekrönelte Steinflächen. Bei weichen Steinen kann die bossierte Steinfläche mit dem Kröneleisen (Fig. 12, T. 40) oder mit dem Krönelhammer (Fig. 13, T. 40) noch reiner bearbeitet werden, indem man die Spitzen eines dieser Werkzeuge in schiefer Richtung so lange gegen die bossierte Steinfläche schlägt, bis dadurch alle erhabenen Teile abgearbeitet sind und die Steinfläche feinkörnig und noch ebener wird. Bei etwas härteren Steinen oder bei unbequemer Lage der zu bearbeitenden Steinfläche, z. B. bei einem bereits versetzten Werkstück wird häufig zum Kröneln der Peckhammer (Fig. 14, T. 40) verwendet, welcher sich vom Krönelhammer eigentlich nur dadurch unterscheidet, daß seine etwas kleiner gezahnte Schneidbahn senkrecht auf dem Hammerstiel steht.

c) Abgestockte Steinflächen. Bei harten und mittelharten Steingattungen wird die reinere Bearbeitung der bossierten Steinflächen nicht mit dem Krönel-, sondern mit dem Stock- oder Kraushammer (Fig. 15, T. 40) vorgenommen, welcher an beiden, quadratisch geformten Schlagbahnen stumpfe, pyramidenförmige Spitzen eingefeilt hat. Dieser Hammer wird mit seinen Bahnen so lange in senkrechter Richtung auf die Steinflächen geschlagen, bis durch alle vom Spitzzeisen zurückgebliebenen Unebenheiten zermalmt werden und die Steinfläche gleichmäßig rau (körnig) aussieht.

Zweimal gestockte Flächen müssen zuerst mit einem grob- und dann mit einem fein gezahnten Stockhammer bearbeitet werden.

d) Gezahnte Steinflächen. Bei weichen Steinen (Marmor) wird oft statt des Kröneleisens das „Zahneisen“ (Fig. 3, T. 40) zur weiteren Bearbeitung gebraucht; es ist dies ein an seiner Schneidbahn gezahnter Meißel, womit die Unebenheiten in parallelen Streifen abgemeißelt werden. Die so bearbeiteten Flächen heißen gezahnte Flächen.

e) Scharierte Steinflächen. Sollen die durch das Kröneln, Stocken oder Zahnen noch zurückgebliebenen Unebenheiten beseitigt werden, so wird als weitere Bearbeitung das Scharieren vorgenommen. Dieses geschieht mit dem Schariereisen (Fig. 5, T. 40), indem die Unebenheiten wieder in parallelen Streifen abgemeißelt werden.

Man kann auch doppelt, also zweimal scharieren, und zwar so, daß die Streifen der zweiten Bearbeitung, die der ersten unter einem Winkel von 45° kreuzen (doppelt scharierte Flächen).

f) Das Hobeln der Steinflächen. Bei weichen und mittelharten Steingattungen verwendet der Steinmetz zur weiteren Bearbeitung der bossierten Flächen auch mit Vorteil den Hobel, ein sehr primitives Werkzeug, welches aus einem handlich zugearbeiteten, harten Holzstück mit eingesetzten Stahlplatten (Fig. 44, T. 40) besteht. Die Länge des Hobels beträgt 20—25 cm,

die Breite desselben für kleine Flächen zirka 2 *cm*, für große Flächen und sehr weiche Steine zirka 10 *cm*. Für Gesimsgliederungen hat man verschieden geformte Hobelplatten. Die Hobelplatten für die erste Bearbeitung der Steine sind gezahnt, jene für die weitere Bearbeitung ungezahnt.

g) Geschliffene Steinflächen. Bei homogenem Steinmaterial können die scharierten Flächen noch geschliffen werden. Dies geschieht bei Kalkstein zuerst mit Flußsand, dann mit Sandstein und schließlich mit Bimsstein; bei harten Steinen — Granit, Porphyr, Syenit u. dgl. — wird statt des Sandes zuerst Stahlmasse (in feiner Sandform) und nach dieser Schmirgelstein verwendet.

Das Schleifen mit Sand geschieht unter fortwährender Wasserzugabe mit einem Steine von mindestens gleicher Härte als der zu schleifende Stein. Zum Schleifen mit Stahlmasse bedient man sich eigener Schleifhobel (Fig. 43 *a* und *b*, T. 40), welche für Gesimsgliederungen entsprechend geformt sein müssen.

h) Polierte Steinflächen. Das Polieren der geschliffenen Flächen, als die weitgehendste Bearbeitung, geschieht bei Kalksteinen mit Zinnasche und Kleesalz, welche Stoffe mittels eines starken Filzlappens unter fortwährender Wasserzugabe auf der Fläche so lange verrieben werden, bis ein entsprechender Glanz hervortritt. Bei harten Steinen geschieht das Polieren mittels Schmirgel und Bleiplatten auf dieselbe Weise.

4. Bearbeitung von Quadern nach Schablonen.

Für alle jene Steine, deren Seitenflächen sich mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel allein nicht mehr vorreißen lassen, müssen „Schablonen“ (Brettungen) aus Holz, Blech oder starker Pappe in genauer Größe und Form dieser Seitenflächen angefertigt werden.

Je nach der mehr oder minder komplizierten Form der Schablonensteine können zur Erzeugung derselben eine oder mehrere Schablonen notwendig sein.

a) Prismatische Steine.

Zur Herstellung solcher Steine ist nur eine Schablone, welche dem Profile des Steines entspricht, erforderlich. Der Arbeitsvorgang hiebei ist folgender: Zuerst wird eine Seitenfläche eben abgearbeitet, z. B. in Fig. 21, T. 40, die Fläche $a_1 b_1 f_1 e_1$, sodann wird die Fläche $a b f e$ mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel aufgetragen und die beiden Stirnflächen rechtwinkelig zur Langfläche zugearbeitet; auf den beiden Stirnflächen sind sodann die Schablonen in den Punkten $a b$ und $e f$ anzulegen und so vorzureißen, daß die Begrenzungslinien der gegenüberliegenden Flächen genau parallel zueinander stehen. Sind nun alle Linien vorgerissen, so werden nach denselben Schläge aufgezogen, welche als Anhaltspunkte für die Bearbeitung der Seitenflächen dienen. Zur Kontrolle der richtigen Bearbeitung müssen Richtsheit und rechter Winkel öfters angelegt werden. Bei zylindrischen Flächen, bei denen das Richtsheit oder der rechte Winkel nur in der Richtung der Erzeugenden (nicht gekrümmten Fläche) über die beiden gegenüberliegenden Schläge angelegt werden kann, sind zuerst Rinnen in der Richtung der Erzeugenden auszumeißeln und dann die dazwischen liegenden Streifen abzarbeiten.

b) Steine mit zwei parallelen Flächen, auf denen aber nicht alle übrigen Seitenflächen senkrecht stehen.

Zur Herstellung solcher Steine sind zwei oder mehrere Schablonen erforderlich. Zu einem Quader nach Fig. 22, T. 40, braucht man beispielsweise zwei Schablonen; diejenige der großen Lagerfläche und die für die zwei trapezförmigen Stirnflächen. Bei ungleich geböschten Seitenflächen wären die Schablonen der beiden gegenüberliegenden Stirnflächen erforderlich.

Der Vorgang bei der Bearbeitung ist folgender: Zuerst bearbeitet man die größere Lagerfläche und senkrecht darauf die beiden Stirnflächen, reißt die Schablone auf den bearbeiteten drei Flächen vor, ebnet sodann die zweite Lagerfläche parallel zur gegenüberliegenden und bezeichnet auch auf dieser die Größe mit dem rechten Winkel oder eventuell mit einer hierfür hergestellten dritten Schablone. Die vorgezeichneten Linien werden mit Schlägen trassiert und geben Anhaltspunkte für die weitere Bearbeitung.

Zum Auftragen aller spitzen und stumpfen Winkel bedient sich der Steinmetz der Schmiege (Fig. 9, T. 40), welche aus Flacheisen oder hartem Holze mit geradlinigen Schenkeln und mit einer Schraubenmutter zum Festschrauben der jeweilig gestellten Schmiege versehen ist. Zum Auftragen kleinerer Kreisbögen wird der Stangenzirkel benützt.

c) Steine, bei denen keine parallelen Flächen vorkommen.

Diese erfordern zur richtigen Bestimmung ihrer Gestalt die Anfertigung von genauen Detailzeichnungen. Von dem betreffenden Bauwerk werden nämlich zuerst im Maßstabe $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{10}$ alle zur Deutlichkeit notwendigen Horizontal- und Vertikalprojektionen nach den Regeln des Steinschnittes, das heißt mit dem gehörigen Fugenwechsel, der tunlichsten Vermeidung aller spitzen Winkel und im richtigen Verhältnisse der Länge, Breite und Höhe der einzelnen Steine gezeichnet.

Alle in den Projektionen direkt abnehmbaren Maße sind sowohl für die einzelnen Steine als auch für die Gesamtlänge, so wie dies zur Detailkonstruktion der einzelnen Steine erforderlich ist, hinreichend und deutlich zu kotieren. Diejenigen Steine, für welche Schablonen angefertigt werden müssen, sind deutlich zu numerieren, am besten mit römischen Ziffern. Die schwierigsten derselben, bei welchen nicht alle Detailabmessungen aus den Projektionen abzunehmen sind, werden einzeln im Maßstabe $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ in axonometrischer Projektion und sehr genau gezeichnet, wozu sich die isometrische Darstellung mit unverkürzten Achsen besonders eignet. Es können dann alle Abmessungen in der Richtung der Achsen nach einem bestimmten Maßstabe aufgetragen werden. Dabei sind diejenigen Teile, welche zur Ergänzung des Steines zu einem prismatischen Körper notwendig sind, über die wahre Gestalt des Steines hinaus irgendwie anzudeuten und zu kotieren.

Um diese axonometrische Zeichnung wird sodann das kleinste noch mögliche, rechtwinklige Parallelepiped gezeichnet, d. h. es müssen die äußersten Flächen, Kanten, bezw. Punkte des Steines in den Seitenflächen des Parallelepipeds liegen. Dieses Parallelepiped dient auch als Grundlage für die Berechnung des Rauminhaltes bei der Preisbestimmung des Steines.

Die Tafel 41 zeigt ein Beispiel zur Bestimmung des Steinschnittes. Hiefür wurde die Quaderverkleidung eines Gebäudesockels angenommen, dessen äußere Flächen unter $\frac{1}{10}$ geböschet sind. Die Verkleidung beginnt unten mit einer 48 cm hohen Schichte mit vertikalen Ansichtflächen und schließt oben mit einer durchlaufenden, gekehlten Krönungsplatte ab.

Für die Herstellung der notwendigen Quadersteine müssen in größerem Maßstabe (etwa $\frac{1}{20}$) folgende Zeichnungen angefertigt werden: Ansicht, Grundriß, ein Vertikalschnitt durch die volle Mauer und ein zweiter durch die Mitte des Fensters. Bei hinreichender Detailkotierung kann die Größe und Form sämtlicher, prismatischer Steine aus diesen Zeichnungen direkt entnommen werden. Für Schablonensteine komplizierterer Form werden Detailzeichnungen in axonometrischer Darstellung im Maßstabe $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ angefertigt, bei denen die Detailkoten nach den drei Achsenlagen sowohl für die wahre Größe des Steines als auch für die zu einer prismatischen Figur notwendigen Ergänzungen genau und deutlich einzuschreiben sind.

Für die Konstruktion des vorliegenden Beispielen dienten folgende Annahmen: Die Schichtenhöhen der Steine wurden als Vielfaches der Ziegelhöhe, inklusive Mörtelband, also $5 \times 8 = 40$ cm angenommen, ebenso wurde auch die Tiefe der Steine mit Rücksicht auf den Verband im Inneren der Mauer auf 15 cm (Ziegelbreite) abgestuft (siehe Schnitt *c d*, Fig. 4).

Die Längen der einzelnen Steine wurden mit Rücksicht auf die Läufer- und Binderschichten und auf einen gehörigen Fugenwechsel in der Ansicht entsprechend ausgeteilt.

Die einzelnen Schichten wurden mit römischen Ziffern I—VI und die einzelnen Steine jeder Schichte mit arabischen Ziffern, bei jeder Schichte mit 1 beginnend, fortlaufend bezeichnet, so zwar, daß jeder einzelne Stein mit der Schichtnummer und mit der Steinnummer bezeichnet, im Verbands des Mauerwerkes leicht aufzufinden ist; z. B. Stein I/5 liegt in der I. Schichte als fünfter Stein, Nr. III/4 liegt in der III. Schichte als vierter Stein vom Beginne der Verkleidung usw.

Die aus den Zeichnungen (Ansicht, Grundriß, Vertikalschnitte) sich ergebenden Abmessungen der einzelnen Steine werden in der betreffenden Figur eingeschrieben, so daß für jeden prismatischen Stein die Größe und Form desselben direkt aus diesen Zeichnungen zu entnehmen ist.

Für die komplizierten Schablonensteine, z. B. I/5 und 7, II/6, II/7, III/4 und 5, IV/6, IV/5 und 7, IV/4 und 8, VI/3 usw. sind in axonometrischer Darstellung Detailzeichnungen anzufertigen und, wie in den Beispielen ersichtlich, nach den drei Achsenlagen genau zu kotieren. Weiters erscheint in jeder Figur das kleinste, dem Steine umschriebene Parallelepiped eingezeichnet und auch kotiert, welches sowohl für die Anfertigung der Schablonen als auch zur Berechnung der Kubatur des Steines dient.

Die Zeichnungen sind ohne Rücksicht auf die Lager- und Stoßfugen entworfen, daher muß bei Anfertigung der Steine und der hierzu notwendigen Schablonen darauf Rücksicht genommen werden. Man reißt bei den Stoß- und Lagerfugen jeden Stein um die halbe Fugenbreite kleiner vor und schneidet demnach die Schablonen auch um dieses Maß kleiner.

Wegen Mangel an Raum wurden im vorliegenden Beispiele nur einige der notwendigen Schablonensteine gezeichnet; z. B. I/7 (5) hat eine Größe des kleinsten umschriebenen Parallelepipedes von $60 \times 60 \times 51$. Von dieser Größe ist im oberen Teile des Steines auf die halbe Steinbreite das Lager von 3 cm Tiefe und auf der anderen Steinhälfte die Sohle des Fensters mit 3 cm Neigung nach außen abzuarbeiten, dabei muß aber an jeder Stoß- und Lagerfläche der Stein um die halbe Fugenbreite kleiner vorgerissen und gearbeitet werden. Für diesen sehr einfachen Stein sind Schablonen nicht nötig, weil der Steinmetz die Abmessungen mit dem Maßstabe und dem rechten Winkel direkt auf den Steinquader vorreißen kann.

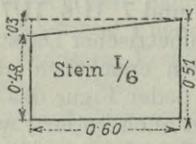
Auch die Steine II/6 und 7 können auf dieselbe Weise ohne Schablonen erzeugt werden, indem man die beiden Lagerflächen parallel zueinander bearbeitet und dann die Böschungsebenen mit Winkel und Richtscheit auf den Lager- und Stoßflächen vorreißt; übrigens ist es einfacher, für alle diese an der vorderen Fläche geböschten Steine eine Schablone (Fig. 10) anzufertigen und erstere um die halbe Fugendicke, z. B. 3 mm, auf der oberen und unteren Seite kleiner zu machen, wie dies in der Figur auch angedeutet erscheint.

Für die Steine III/4 (5) und IV/4 (8) sind außerdem noch Stirnschablonen anzufertigen, welche die Widerlagsebenen angeben (Fig. 15 und 16).

Für den Gewölbstein IV/7 (5) ist die Stirnschablone Fig. 17 *a*, ferner die der linken und rechten Lagerfläche *b* und *c* notwendig. Für den Schlußstein IV/6 ist die Stirnschablone und Seitenschablone Fig. 18 *a* und *b* erforderlich.

Für die Bearbeitung aller Quadersteine ist es vorteilhaft, dem Steinmetz ein tabellarisches Verzeichnis zu übergeben, aus welchem übersichtlich geordnet die Abmessungen und der Kubikinhalte der einzelnen, wie auch der gesamten er-

forderlichen Steine rasch und leicht zu ersehen sind. Die folgende Tabelle kann eventuell als Beispiel dienen.

Bezeichnung		Nähere Bezeichnung und Abmessungen	Querschnitt	Länge	Kubikinhalt	Anzahl der Steine	Gesamtkubatur in m ³	Anmerkung
der Schichte	des Steines	des Steines						
		im Profile cm	m ²	m	m ³			
I	2 u. 10	Ecksteine hoch 0.48 breit 0.60	0.288	0.90	0.2592	2	0.518	
	3 u. 4	Mittelsteine hoch 0.48 breit 0.60						
	8 u. 9	laut Detailzeichnung hoch 0.51 breit 0.60	0.306	0.60	0.1836	2	0.367	
	5 u. 7							
	6	 Stein I/6 hoch 0.51 breit 0.60	0.306	0.60	0.1836	1	0.184	
II	3 u. 6	laut Detailzeichnung hoch 0.40 breit 0.56	0.224	0.86	0.1926	2	0.385	
	4 u. 5	Mittelsteine hoch 0.40 breit 0.56						0.224
	7	laut Detailzeichnung hoch 0.40 breit 0.85	0.340	1.00	0.3400	1	0.340	
		usw.						

5. Bearbeitung von Gesimgliederungen.

Zur Bearbeitung von gegliederten Flächen werden zuerst die Stirnflächen rechtwinklig zu den Seitenflächen abgearbeitet, auf ersteren wird sodann die Stirnschablone vorgerissen und bei kurzen Steinen die Gliederung unter Zuhilfenahme des rechten Winkels und des Richtscheites mit schmalen, verschieden geformten Meißeln ausgearbeitet.

Bei längeren Steinen würde dieser Vorgang nicht genügen, da es schwierig ist, die gerade Richtung der Gliederung genau einzuhalten. Der Steinmetz arbeitet daher zuerst die Fläche für die Gliederung eben, und zwar so ab, daß die vorspringenden Glieder tangiert werden (Fig. 23 A, T. 40), und zieht sodann nach der Richtung der tangierenden Punkte gerade Linien *a a*₁, *b b*₁ und *c c*₁, welche als Führungslinien für die Ausarbeitung der Gliederung nach der vorgezeichneten Stirnschablone dienen. Sind die Gliederungen einfach und die zu bearbeitenden Steine nicht zu lang, so genügt die Vorzeichnung zur Bearbeitung mit Winkel und Richtscheit.

Bei zusammengesetzten Gliederungen und bedeutender Steinlänge werden Kontraschablonen (Fig. 23 B, T. 40) aus starkem Bleche angefertigt, welche genau zur Stirnschablone passen. Die Kontraschablonen müssen so beschaffen sein, daß die Schenkel *a* und *b* sich an die an die Gliederung anschließenden Flächen anschmiegen und eine seitliche Verschiebung derselben unmöglich ist. Der Steinmetz arbeitet an den beiden Enden zirka 2 cm breite Streifen genau nach den vor-

gezeichneten Stirnschablonen aus, sodann werden die falzartigen Teile d und d_1 (Fig. 23 A, T. 40) mit dem Richtscheite und zuletzt die krummlinigen Gesimsteile e und e_1 mit einer bloß für diesen Teil angefertigten Kontraschablone ausge-
 meißelt. Die Plättchen d und d_1 dienen beim Abarbeiten des gekrümmten Teiles als Führung für die Kontraschablone. Die vollständige Kontraschablone (Fig. 23 B, T. 40) kann erst nach vollkommen reiner Bearbeitung des ganzen Querschnittes zum eventuellen Nacharbeiten verwendet werden, weil die geringste Erhöhung in irgend einem Gliede ein Anschmiegen der Schablonen verhindern würde. Bei gegliederten Werkstücken, bei welchen die Stirnflächen eingemauert werden, letztere also keiner reinen rechtwinkligen Zuarbeitung bedürfen, wie z. B. bei eingemauerten Stiegenstufen, können die rauh bearbeiteten, unebenen Stirnflächen mit entsprechend gefärbtem Gipsbrei derart ausgeglichen werden, daß man die Stirnschablone aufreißen kann.

6. Verschiedene Steinmetzarbeiten.

a) Steinerner Tür- und Fenstergewände. Diese erhalten gewöhnlich einen quadratischen Querschnitt mit $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ der lichten Stockweite als Seitenlänge; der Sturz, welcher am ehesten auf Biegung beansprucht werden kann, wird öfters im Querschnitt etwas höher gemacht. Zur Aufnahme der Fenster- oder Türflügel erhalten die Kanten auf einer oder beiden Seiten einen Falz nach Fig. 27, T. 40, ausgearbeitet, wenn nicht ein eigener Holzrahmen zu diesem Zwecke an den Steinstock befestigt wird. Die Gewandstücke greifen zirka 2 cm in die Schwellen und Sturzstücke ein, sind daher um dieses Maß länger als die lichte Höhe des Stockes zu machen. Man kann eventuell, wie in Fig. 24, T. 40, bei d angedeutet erscheint, einen zirka 5 cm langen Dorn in ein entsprechendes Bohrloch mit Portlandzement versetzen, wodurch eine Verschiebung der Gewände noch besser verhindert wird. Außerdem müssen steinerne Türstöcke, welche heftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, auch gegen die Mauer hin entsprechend verankert werden:

Einige Beispiele von Tür- und Fenstergewänden sind in den Fig. 24—27, T. 40, gegeben.

Die Gewände müssen durchaus vollen Querschnitt haben und an den Ansichtsflächen (inklusive eines entsprechenden Eingriffes in die Mauer) rein bearbeitet sein; die eingemauerten Flächen brauchen bloß rauh bossiert werden. In der Regel werden die Gewände, wie in Fig. 27, T. 40, dargestellt, so versetzt, daß ihre äußere Fläche 2—3 cm über den Verputz vorragt; manchmal stellt man sie jedoch in die Mitte der Mauer (Fig. 27 a, T. 40). Der Sturz kann auch nach Fig. 25 oder 25 a, T. 40, segmentförmig oder halbkreisförmig hergestellt werden, im letzteren Falle wird er aus mehreren, gewöhnlich drei Teilen zusammengesetzt.

Die Bearbeitung der geraden Gewände erfolgt nach den früheren Angaben mit Winkel und Richtscheit. Bei segment- oder halbkreisförmigen Gewänden wird auf die rein bearbeitete Ansichtsfläche die Bogenlinie nach den gegebenen Radien mit dem Zirkel oder mit einer Schablone vorgerissen und die weitere Bearbeitung mit Winkel und Richtscheit durchgeführt.

Erhält die Sohlbank bei Fenstergewänden einen Vorsprung über das Mauerhaupt und eine Gliederung, eventuell auch Konsolen wie in Fig. 26 und 26 b, T. 40, so erfolgt die Bearbeitung der Gliederungen mit der Stirn- und Kontraschablone auf die bekannte Art, indem man zuerst die vordere Seite bearbeitet und dann erst die beiden Stirnseiten (Gehrungen) vorreißt und rechtwinklig auf die vordere Seite zuarbeitet.

In der Regel erstreckt sich die Bearbeitung bloß auf das Abstocken der Ansichtsflächen, wobei sämtliche Kanten einen Schlag erhalten und die Falzteile rein schariert werden. In manchen Fällen werden Steingewände auch geschliffen und poliert (Monumentalbauten).

b) **Stiegenstufen.** Diese sind der gewöhnlichen Abnützung und auch dem Bruche fast am stärksten ausgesetzt, sollen daher aus besonders hartem, homogenem Steine erzeugt werden.

Alle sichtbaren Flächen müssen rein bearbeitet sein, die nicht sichtbaren, hinteren und unteren Flächen werden bloß rau bossiert. Die Kanten sollen ein wenig, etwa $\frac{1}{2}$ cm abgefast werden. Die Stirnseiten (Köpfe) bleiben bei beiderseits eingemauerten Stufen rau, bei freitragenden Stiegen werden die sichtbaren Köpfe rein bearbeitet.

Zur Verbreiterung der Trittstufe und aus dekorativen Gründen wird oft ein Rundstab (Fig. 29, T. 40) oder ein Plattel (Fig. 29 a, T. 40) mit einer unten angeschlossenen Gliederung (Ablauf) angeordnet. Fig. 31 a und b zeigen zwei moderne Stufenprofile.

Vollständig untermauerte Stufen erhalten im Querschnitt ein rechteckiges Profil (Blockstufen). Stufen, welche nicht untermauert werden und in ihrem unteren Teile nach der Steigungslinie der Stiege abgearbeitet sind, heißen **Stufen mit schräger Schalung**. Bei beiderseits eingemauerten Köpfen werden die unteren Flächen meistens rau belassen und verputzt — **Stufen mit rauher Schalung** (Fig. 32, T. 40). Bei freitragenden Stiegen werden die unteren Flächen meist nicht verputzt, sondern rein bearbeitet und mit einem Falze versehen — **Stufen mit reiner Schalung** (Fig. 33, T. 40). Diese übereinander versetzten Stufen stützen sich gegenseitig in den klauenartig ausgearbeiteten, $2\frac{1}{2}$ cm breiten und zirka 5 cm tiefen Falzen (Klauen).

Bei Freitreppen können die Lagerfugen zum Schutze gegen das Eindringen des Regenwassers um 1—2 cm über den Tritt gelegt werden (Fig. 30, T. 40), zu welchem Zwecke an der Trittstufe bei a ein 1—2 cm überhöhter Steg auf die Breite der Lagerfugen ausgearbeitet wird; an den unteren Flächen der nächsten Stufe sind die korrespondierenden Vertiefungen auszuarbeiten.

Die Bearbeitung aller geraden Stufen geschieht mit der Stirnschablone und bei gegliederten auch mit der Kontraschablone auf die bekannte Art.

Bei **Spitzstufen** (Fig. 34 a und b) ist für jede Stufengröße eine Lager- schablone notwendig, mit welcher die Größe der oberen horizontalen Stufenfläche (Trittstufe) vorgerissen wird; für die vertikale Stufenfläche (Setzstufe) dient die für alle Stufen gleich angefertigte Kopfschablone. Die untere Fläche, welche eine windschiefe Fläche bildet, ergibt sich von selbst. Die Stirnschablonen sind nicht notwendig.

Stufen für Wendeltreppen werden gewöhnlich mit der Spindel aus einem Stück hergestellt (Fig. 35, T. 40). Die Spindel erhält je nach der Länge der Stufen und dem Härtegrade des Steines einen Durchmesser von 25—40 cm.

Zur Bearbeitung der Stufen ist die Lagerschablone für den Grundriß erforderlich; die Tritt- und Ansichtsflächen werden rechtwinklig zugearbeitet. Die untere Fläche (Schalung) kann nach Auftragen der vorderen und rückwärtigen Stufenhöhe entweder rau oder rein abgearbeitet werden, sie bildet im ganzen Stiegenarm eine schraubenförmige Fläche. An den äußeren Enden werden die Stufen eingemauert; manchmal sind diese Treppen freitragend.

c) **Wangen oder Zargen** dienen bei besser ausgestatteten Stiegen zur Unterstützung der Stufen. Sie ruhen mit den Enden auf steinernen oder gemauerten Pfeilern oder nach der ganzen Länge direkt am Mauerwerk. Der Querschnitt hängt von der Festigkeit des Steines und von der Länge der Wangen ab. Im allgemeinen gibt man ihnen eine Breite von 20—30 cm und als Höhe die 2 bis $2\frac{1}{2}$ fache Stufenhöhe. Die Gliederung kann verschiedenartig sein.

Fig. 36 a, T. 40, zeigt die Seitenansicht, b den Schnitt bei freitragenden und c den Schnitt bei eingemauerten Wangen.

Die Bearbeitung der Wangen geschieht mit Stirn- und Kontraschablonen. Für die Ausarbeitung der Stufenaufleger müssen genaue Stirnschablonen für die ganze Länge jedes Stiegenarmes angefertigt werden.

Bei größeren Spannweiten können auch Bogenzargen angewendet werden, deren untere Fläche segmentförmig ausgearbeitet ist und deren Enden daher stärker gehalten werden müssen. Im übrigen werden diese Bogenzargen so wie die geraden Zargen hergestellt.

Beim Versetzen der Stufen muß zwischen den Lager- und Stoßflächen ein kleiner, zirka 2 mm breiter Zwischenraum bleiben, welcher mit weichem Material, Pappe, Blei, Kalk u. dgl. ausgefüllt wird.

d) Mauerdeckplatten (Kordonplatten) können nach Fig. 37 a und b, T. 40, ein- oder zweihäufig, 10—20 cm dick hergestellt werden. An der oberen Seite erhalten sie 2—5% Abdachung und an der unteren Seite eine 2—3 cm tiefe Wassernase. Die Stoßfugen sind in der Regel geradlinig, können aber nach Fig. 37 c, T. 40, zur Verhinderung von Seitenverschiebungen auch gebrochen hergestellt werden.

Die Bearbeitung geschieht mit Stirnschablonen, rechtem Winkel und Richtschieit. Die sichtbaren Flächen werden rau bossiert oder gestockt, die Lagerfugen nur rau bossiert.

Besitzt die abzudeckende Mauer in der Längenrichtung eine geneigte Abdachungsfläche, so müssen die Kordonplatten zwischen den Stoßfugen mit eisernen, in die Mauer zu versetzenden Dollen gegen das Abgleiten gestützt werden. Sind jedoch die Abdachungsflächen stark geneigt, so werden die Kordonplatten mit den obersten Mauerquadern aus einem Stücke gearbeitet (Fig. 38 a und b, T. 40).

e) Platten für Sockelverkleidung (siehe T. 9, Fig. 20 und 21). Diese 10—15 cm dicken Platten haben eine Höhe gleich der jeweiligen Sockelhöhe. Die äußere Seite wird rein bearbeitet, meistens gestockt, die obere Kante entweder nur abgefast oder gegliedert, die rückwärtige an das Mauerwerk anschließende Seite wird bloß rau bossiert. An den ausspringenden Ecken werden Eckquadern angeordnet, welche bei den Toren außerdem mit Radabweisern, etwa nach Fig. 40, T. 40, versehen sind. Die Stoßfugen der Verkleidungsplatten greifen bei stärkeren Platten mit einem Falze ineinander, bei dünnen Platten stoßen sie nur stumpf aneinander. Mit dem Mauerwerke werden die Platten an der oberen Seite durch eiserne Pratzen verbunden.

f) Pflasterplatten. Diese sollen aus hartem oder wenigstens mittelhartem Steine gefertigt werden. Ihre Form und Größe sowie die Bearbeitungsart der Flächen kann sehr verschieden sein. In der Regel werden die Ansichts- und Stoßflächen gestockt und die Lagerflächen rau bearbeitet. Die Randsteine erhalten, ähnlich wie die Mauerdeckplatten, gebrochene Stoßflächen, wodurch die seitliche Verschiebung verhindert wird (Fig. 6 und 7, T. 12).

g) Schachtdeckel sollen nur aus hartem Steine gefertigt werden; sie können eine runde, quadratische, rechteckige oder polygonale Grundrißform haben. Am häufigsten macht man sie quadratisch, etwa nach Fig. 39 a, b und c, T. 40. Die dazu gehörigen Gewände stoßen nach Schnitt III IV mit einem Falze, manchmal auch nur stumpf aneinander und können außerdem oben durch Steinclammern verbunden werden.

Der Deckel liegt mit einem etwa 5 mm breiten Spielraume in einem zirka 8 cm tiefen und 5 cm breiten Falze; er wird gegen die Mitte zu stärker gehalten und bekommt in der Mitte eine eiserne Hebevorrichtung, welche bündig mit der Oberkante des Deckels liegt und beim Ausheben des Deckels zum Anfassen emporgezogen werden kann.

Alle sichtbaren Flächen werden gestockt oder schariert, der Falz muß aber wegen besseren Anschlusses des Deckels jedenfalls schariert werden. Die Lagerflächen werden bloß rau bossiert. Bei runden Deckeln werden die Gewände aus

3—4 Stücken hergestellt, sie stoßen gewöhnlich nur stumpf aneinander und werden oben mit versenkten, eisernen Klammern verbunden, können aber auch durch einen eisernen, an der zylindrischen Außenfläche angelegten und mit Portlandzementmörtel vergossenen Reifen zusammengehalten werden.

h) Traversenunterlagssteine werden nach der angegebenen Größe aus hartem Steine gespalten und rau bossiert, nur die Auflagefläche für die Traversenflansche wird gestockt.

i) Gesimsabhängplatten. Diese werden bloß für die ausspringenden Ecken der Gesimse oder über die ganze Länge stärker ausladender Gesimse angeordnet. Im ersteren Falle erhalten die Platten einen äußeren Verputz und werden daher bloß rau bossiert, im letzteren Falle erhalten die Ansichtflächen eine reine Bearbeitung durch Abstocken, an der unteren Seite eine Wassernase und an der Krönung in der Regel ein Plättchen mit Ablauf (Fig. 2, T. 16), manchmal auch eine reichere Gliederung.

Sie erhalten je nach der Ausladung und der Steingattung eine Dicke von 15—25 cm und eine Breite von 80—120 cm und sollen aus leichtem, aber zähem Stein angefertigt werden.

k) Balkonplatten. Diese müssen aus besonders festem, zähem Stein gefertigt und bei größerer Ausladung außerdem durch Tragsteine oder maskierte, eiserne Träger unterstützt werden. Die sichtbaren Flächen werden rein gestockt, meistens auch an den Rändern gegliedert. Die eingemauerten Flächen werden bloß rau bossiert (siehe T. 36, Balkone und Erker).

l) Tragsteine müssen aus besonders harten und zähen Steinen hergestellt und solid versetzt werden, damit sie die darauf ruhende Last mit Sicherheit zu tragen vermögen. Sie werden an ihren sichtbaren Flächen rein bearbeitet, eventuell auch verschiedenartig gegliedert; die eingemauerten Teile sind nur rau bossiert.

Die Fig. 41, T. 40, stellt ein Beispiel eines einfachen Tragsteines für Deckenträume im Profile dar. Die Kante bei *a* darf nicht gedrückt, muß daher abgefast werden.

m) Pissoirverkleidungsplatten. Von diesen hat man die Boden- und Wandplatten zu unterscheiden. Die Bodenplatten sind 8—15 cm dick und 25—35 cm breit; an ihrer oberen Fläche wird eine Rinne mit zirka 1% Gefälle ausgemeißelt, in welcher die Flüssigkeit abfließt. Die Wandplatten sind 3—8 cm dick und 120—150 cm hoch; dünne Platten stoßen bloß stumpf aneinander, stärkere erhalten an den Stoßflächen einen Falz. Der Anschluß an die Bodenplatten erfolgt mit einem Falze oder mit Feder und Nut (siehe Fig. 3 c, T. 77). Bei der Einrichtung für Wasserspülung erhalten die Wandplatten zumeist eine in die Mauer reichende, schmale Krönungsplatte, etwa nach Fig. 3 c, T. 77, welche bei kontinuierlicher Wasserspülung eine ausgearbeitete Rinne besitzt (Fig. 5, T. 77).

Diese Verkleidungsplatten werden meistens aus Marmor oder Tonschiefer, manchmal auch aus feinkörnigem Granit, vielfach aber auch aus Kunststein erzeugt. Die sichtbaren Flächen werden geschliffen und poliert. Die Platten werden mit der Säge geteilt.

7. Verbinden der Steine durch Kitt.

Von Werkstücken abgebrochene, kleinere Stücke können an erstere wieder so ange kittet werden, daß die gekittete Stelle kaum sichtbar ist. Für harte Steine verwendet man hiezu je nach der Farbe des Steines weißen, gelben oder roten Schellack. Zum Kitten müssen beide Teile vorerst entsprechend erhitzt werden; dies geschieht durch auf einem engmaschigen Drahtgitter angefachtes Holzkohlenfeuer. Der Steinquader wird mit der Bruchfläche nach aufwärts aufgebant, das Kohlenfeuer auf die Bruchfläche gelegt und unter beständigem Anfachen so lange belassen, bis der Stein entsprechend erhitzt ist; gleichzeitig wird auch das anzu-

kittende Stück auf das Kohlenfeuer gelegt und ebenfalls auf die gleiche Hitze gebracht. Die Hitze darf aber nicht so weit gesteigert werden, daß der Stein eine rötliche Farbe annimmt, weil dadurch nicht nur der Stein verfärbt, sondern auch die Kittung nicht die notwendige Festigkeit erlangen würde. Nach entsprechender Erhitzung der Steine und Entfernung des Kohlenfeuers werden die Bruchflächen von Asche u. dgl. sorgfältig gereinigt. Auf die liegende Bruchfläche wird Schellackpulver entsprechend verteilt aufgestreut und, nachdem dieses unter Aufbrausen geschmolzen ist, das kleine Steinstück mit etwas pendelnder Bewegung angedrückt und dann so lange beschwert, bis der Stein erkaltet ist.

Für Sandstein wird ein Feuerkitt gebraucht, welcher aus weißem Pech, Unschlitt und fein gesiebttem Sande besteht. Beim Kitten wird nicht nur der Stein erhitzt, sondern auch der Kitt in einer Pfanne geschmolzen. Der verwendete Sand muß trocken sein, eventuell am Feuer getrocknet werden.

Zum Verkitten größerer Löcher wird entweder Stearinkitt oder ein Wasserglaskitt gebraucht. Stearinkitt wird erzeugt, indem man von den Abfällen des zu kittenden Steines Sandpulver erzeugt und dieses dann mit geschmolzenem Stearin vermennt. Für Wasserglaskitt wird das betreffende Pulver mit Wasserglas usw. zu einem steifen Kitten vermennt. Stearinkitt wird im warmen Zustande zumeist im Winter, Wasserglaskitt kalt und im Sommer verwendet.

Ein fester und dauerhafter Ölkitt zum Versetzen verschiedener Werksteine (Pissoirplatten, Wasserbassins u. dgl.) wird aus Bergkreide, Engelrot, Eisenfeilspänen, Hammerschlag und pulverisiertem Glase erzeugt, welche Materialien mit sehr wenig Leinöl gemengt und dann in einem Mörser so lange gestampft werden, bis ein steifer Brei entsteht. Geringe Mengen können statt im Mörser gestampft auch mit dem Hammer auf einer Platte geschlagen werden.

Steine, deren Oberflächen mit Ölfarbe angestrichen werden, können an den etwa schadhaften Stellen auch mit diesem Kitten ausgebessert werden. Für Steinflächen, welche unbedingt rein sein müssen, ist dieser Kitten nicht geeignet.

8. Versetzen von Metallgegenständen in Stein.

Das Versetzen von Metallgegenständen in Stein (Tür- und Torkegel, Geländer bei Stiegen und Gängen, Steinklammern usw.) erfolgt im allgemeinen in der Weise, daß im Steine entsprechend große und tiefe Löcher gebohrt oder ausge-meißelt werden, in welche das betreffende Metallstück eingesteckt, eventuell verkeilt und das Loch dann mit Gips, Portlandzement, Steinkitt oder Blei ausgegossen wird.

Damit der zu versetzende Gegenstand nach dem Vergießen festsitze und nicht aus dem Loche gezogen werden könne, ist es vorteilhaft, sowohl das Loch unten breiter auszumeißeln als auch den Gegenstand unten breiter zu halten, eventuell denselben mit eingemeißeltem Widerhaken zu versehen (Fig. 42, T. 40); manchmal wird der Gegenstand bloß schraubenförmig gedreht.

Beim Vergießen mit Blei ist darauf zu achten, daß kein Wasser mit der geschmolzenen Bleimasse vermennt werde, weil durch die sich rasch entwickelnden Wasserdämpfe das geschmolzene Blei in die Luft geschleudert würde. Man darf also einen nassen Gegenstand nicht in geschmolzenes Blei stecken und muß das ausgießende Loch früher gut austrocknen, bevor man Blei eingießt. Auch empfiehlt es sich, das Loch etwas mit Leinöl oder Terpentin zu bestreichen, wodurch die Oxydation des Bleies verhindert und eine vollkommenere Ausfüllung des Loches erreicht wird.

Beim Ausgießen von Löchern in vertikalen Wänden muß vor die Öffnung eine Muschel (Lehmnest) aus plastischem Lehm angeklebt werden (Fig. 42, T. 40), in welche das heiße Blei eingegossen wird. Nach dem Erstarren des Bleies wird das Lehmnest abgenommen, das vorstehende Blei abgemeißelt und mit einem stumpfen

Meißel so lange in die Öffnung geschlagen, bis diese ganz ausgefüllt ist und der Gegenstand festsetzt. Dieses Nachschlagen ist notwendig, weil das Blei beim Erkalten sein Volumen vermindert und der versetzte Gegenstand im Loche schlottern würde.

Versuche haben ergeben, daß **Portlandzement (1:1)** sich zum Versetzen von Metallgegenständen in Stein auch sehr gut eignet. Wird aber eine rasche Erhärtung des Bindemittels gefordert, so ist Blei vorteilhafter anzuwenden. **Gips** ist nur im Trockenem zu verwenden. Auch **Lavaoid** wurde mit Erfolg angewendet; es ist dies ein von der Firma **Hirschl & Comp.** in Wien erzeugter Steinkitt, welcher aus 50% Schwefel, dann Eisen, Kieselsäure und etwas Tonerde besteht. Die Masse erscheint pulverisiert und wird zur Verwendung in Tongefäßen langsam bis 130° C erhitzt, bei welcher Temperatur sie sehr gut fließt und zur Verwendung am geeignetsten ist; bei höherer Temperatur wird Lavaoid dickflüssig, nach entsprechender Abkühlung aber wieder dünnflüssig und zur Verwendung geeignet. Die Erstarrung tritt nach zehn Minuten ein. Will man die mit Lavaoid hergestellte Verbindung lösen, so kann dies durch ein mäßiges Erwärmen der betreffenden Stelle erreicht werden. Das Wiederezusammenfügen einer solchen Verbindung kann dann, ohne neue Lavaoidmasse auftragen zu müssen, durch Erstarrenlassen der alten Masse geschehen.

Nach Angabe der Firma soll Lavaoid Eisen, Stein, Holz und auch andere Naturprodukte gut und dauerhaft miteinander verbinden, daher zu vielen Verwendungen geeignet sein, z. B. zur Verbindung von Eisenröhren, Tonröhren, Steinzeugrinnen u. dgl., ferner zum Untergießen von Fundamentsteinen oder Eisenplatten für Maschinen, zum Zusammenkitten gebrochener Stein- oder Steinzeugwaren, zum Ausgießen von wasserdichten Pflasterungen an Stelle von Asphalt usw.

9. Reparatur der Steinmetzarbeiten.

Diese wird sich bei gewöhnlichen Hochbauten größtenteils nur auf die stark ausgetretenen Stiegenstufen beschränken. Die ausgetretenen Stellen werden ausgemeißelt und sodann mit einer, der Farbe des betreffenden Steines entsprechenden Gußmasse (Kunststein) ausgegossen und nach dem Erhärten in eine Ebene mit der Tritt- oder Setzstufe abgearbeitet. Bei sorgfältiger Arbeit und gut gewählter Farbe ist das eingegossene Stück ebenso dauerhaft wie das Material der Stufe selbst und die ausgebesserte Stufe kaum zu erkennen.

Etwaige verwitterte Teile von Steinen in einer Fassade können auf ähnliche Weise mit Kunststeinmasse ausgefüllt werden, wenn man es nicht vorzieht, neue Steine einzusetzen.

Das Ausmeißeln verwitterter oder gebrochener Teile eines **Werkstückes** und das Einkitten eines neuen Teiles ist nicht zu empfehlen, weil der Steinkitt nicht vollkommen wetterbeständig ist.

10. Übernahme von Steinmetzarbeiten.

Hiebei müssen folgende Merkmale in bezug auf Güte und Dauerhaftigkeit der Erzeugnisse beobachtet werden:

a) **Der bedungene Härtegrad des Steines.** Bei nicht näherer Bezeichnung gelten als ganz harte Steine auch die härtesten Kalksteine, als mittelhart die minderharten Kalksteine; Sandstein kann nur als weicher Stein gelten.

b) **Kompakte, wetterbeständige Steine ohne Lassen, Risse, Verkittung, Einstücklungen u. dgl.** Die Lagerflächen sollen der Lagerung im Steinbruche entsprechen; von jeder Steingattung ist zuerst ein Muster zu liefern.

c) **Die Dimensionen** der einzelnen Steine sind genau nach den Zeichnungen oder Schablonen einzuhalten.

d) Die Bearbeitung der Flächen hat nach dem gewünschten Grade, entweder rauh bossiert, gestockt oder schariert usw., ohne abgebrochene Kanten oder Ecken an den sichtbaren Flächen zu sein; in das Innere der Mauer fallende, abgebrochene Ecken können nur dann unbeanstandet bleiben, wenn dieselben sich nicht bis auf ein Achtel der Lagerfläche erstrecken.

11. Verdienstberechnung für Steinmetzarbeiten.

Der Verdienst für Steinmetzarbeiten wird nach Kubik-Längen- oder Quadratmaß oder auch nach Stückzahl ermittelt, und zwar:

a) Quadersteine, welche über 30 cm lang, breit und hoch sind, werden nach Kubikmetern berechnet; rechteckige Quader in der vollen Kubatur, Schablonensteine mit der Kubatur des kleinsten umschriebenen, rechtwinkligen Parallelepipedes.

b) Steine, deren beide Querschnittsdimensionen nicht über 30 cm betragen (Gewände, Stufen, Rinnen u. dgl.), werden nach Längenmetern berechnet, wobei die wahren Längen inklusive der eingemauerten Teile zu messen sind. Bei gekrümmten Steinen ist der äußere Umfang des Bogens zu messen. Für die schwierige Bearbeitung der gekrümmten Steine wird der Preis um 50% höher gestellt als bei geraden Stücken.

c) Steine, bei denen nur eine Dimension kleiner als 30 cm ist (Platten), werden nach Quadratmetern berechnet; bei krummlinig begrenzten Platten wird hiebei das kleinste umschriebene Rechteck in Rechnung gezogen.

d) Werkstücke, bei denen die Dimensionen sämtlicher Seiten kleiner sind als 30 cm sowie schwierig und kostspielig zu bearbeitende Steine, wie Balluster, Säulenschäfte unter 30 cm Durchmesser, Vasen, Postamente u. dgl., werden nach Stück berechnet.

e) Bei allen Berechnungsarten ist der Einheitspreis so festzusetzen, daß die vollständige Fertigstellung der Arbeiten samt Ausarbeiten aller Falze, Nuten, Löcher, eventuell Versetzen geringfügiger Teile aus Eisen, Nacharbeiten der versetzten Stücke u. dgl. inbegriffen erscheint, was in der betreffenden Post des Kostenvoranschlages zu bemerken ist.

f) Als Maßstab für die Preisbestimmung der Steinmetzarbeiten wird die Steingattung, der Grad der Bearbeitung der Flächen und das Ausmaß derselben in Betracht gezogen. Bei Gesimgliederungen wird je nach dem Grade der Gliederung die zwei-, drei- bis vierfache Fläche gerechnet.

12. Steinbildhauerarbeiten.

Sehr komplizierte Ornament-Figurensteine u. dgl. werden vom Bildhauer hergestellt, indem sich derselbe zuerst das Modell aus sehr fein geschlemmtem, plastischem Tone anfertigt, davon den Gipsabguß macht und diesen dann punktiert, d. h. mit dem aus Holzleisten gebildeten, kleinsten Parallelepiped umgibt, dessen Seiten mit gespannten Schnüren oder Drähten in eine Anzahl gleicher Quadrate geteilt sind; die Kreuzungspunkte des Netzes werden sodann in senkrechter Richtung auf die Figur übertragen, deren Entfernungen von der Figur (Ordinaten) gemessen und in ein Protokoll eingetragen. Diese Ordinaten mit den am Netze abnehmbaren Abszissen dienen beim Ausmeißeln des Quaders als Anhaltspunkte, indem der Steinblock mit dem gleichen, zumeist entsprechend vergrößerten Netze versehen und der Block von einer Seite beginnend unter fortwährender Abmessung der Ordinaten allmählich in die rohe, jedoch richtige Form gebracht wird. Diese

Arbeit kann dem Steinmetz unter Kontrolle des Bildhauers überlassen werden, während die letzte, feine Bearbeitung des Werkstückes der Bildhauer selbst besorgen muß.

13. Steinmetzarbeiten aus Zementguß oder Kunststein.

In Ermanglung eines geeigneten Steinmaterials kann man alle Steinmetzerzeugnisse aus Zementguß oder auch aus Kunststeinmasse herstellen; bei komplizierten Arbeitsstücken oder Steinbildhauerarbeiten wird sich dies besonders ökonomisch erweisen. Zu ihrer Ausführung sind nur entsprechende Formkästen nötig, welche für einfache Formen aus Brettern, meist zum Zerlegen eingerichtet, angefertigt werden. Für komplizierte Formen und Bildhauerarbeiten werden Leimformen in der Weise hergestellt, daß man das Gipsmodell in einen entsprechenden Behälter schwebend einfügt und den Raum zwischen Behälter und Modell mit aufgewärmtem, dickflüssigem Leim ausgießt, so daß der Leim alle Formen des Modells einhüllt. Nach dem Erstarren löst sich der Leim wie eine Kautschukhülle ab, welche dann als Form für den Zementguß benützt werden kann, indem die von der Form abgenommene elastische Leimmasse wieder in den Behälter gelegt und die Oberfläche derselben zuerst mit in Spiritus aufgelöstem Schellack und nach dem Trocknen desselben mit Öl oder einem anderen Fettstoff bestrichen wird. Der Schellack erhält die Form steif und der Fettstoff verhindert das Ankleben der Gußmasse.

Zum Gießen von kleinen Zementkörpern und Bildhauerstücken verwendet man Zement ohne oder nur mit ganz geringem Zusatz von reinem, reschem Sande, für größere Erzeugnisse kann man dem Zement 2—4 Teile Sand und für noch größere auch Rieselschotter beimengen, in letzterem Falle ist die Gußmasse Beton, welcher im Mischungsverhältnis 1 : 2 : 3 bis 1 : 4 : 6 gemengt werden kann.

Für Leimformen kann man als Gußmasse nur Zement ohne oder mit wenig Sandzusatz verwenden, welche Masse dünnflüssig in die Form gegossen wird. Nach dem Erhärten des Zementgusses wird die Leimhülle abgelöst und der Zementkörper zur vollständigen Erhärtung an einem feuchten Orte deponiert, eventuell zugedeckt und öfter mit Wasser begossen.

Für größere Zement- oder Betonkörper verwendet man Kastenformen aus Brettern oder Metall, meist zum Zerlegen eingerichtet. Holzformen müssen vor dem Einbringen der Gußmasse mit Fettstoff bestrichen werden, damit sich die erstarrte Gußmasse leichter ablöst. Bei vorkommenden Gliederungen u. dgl. müssen diese zuerst mit einer reinen Mörtelschicht belegt werden, bevor die Betonmasse in die Formen gelangt, damit sich die Gliederungen rein und scharf ausbilden. Der Beton ist schichtenweise einzubringen und gehörig festzustampfen.

Zum Gießen solcher Gegenstände, die nur im Trockenen verwendet werden und bei denen nebstbei nur eine geringe Härte erforderlich ist, wird meistens Gips oder Romanzement verwendet, während für Gegenstände, welche eine größere Festigkeit besitzen oder der Feuchtigkeit widerstehen sollen, nur Portlandzement als fest und dauerhaft zu empfehlen ist. Beim Erhärten der aus Zement erzeugten Gegenstände ist besonders darauf zu achten, daß ihnen die Feuchtigkeit nicht zu schnell entzogen werde. Es sind daher alle solchen Gußwaren mit Stroh, Laub u. dgl. zu bedecken und 3—6 Wochen lang öfter mit Wasser zu begießen, bis sie vollständig erhärtet sind. Solche, aus gutem Portlandzement, reschem Sande und festem Steinmaterial gegossene und langsam aufgetrocknete Gegenstände können in bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit den festesten Steingattungen gleichgehalten werden.

Zur Erzeugung von Betongegenständen wird vielfach auch W u n n e r'sche Bitumen-Emulsion der Betonmasse beigemischt, wodurch die Bildung von Haarrissen im Beton verhindert und die fertige Betonmasse dem Durchdringen des Wassers widersteht. Siehe W u n n e r'scher Isoliermörtel und -Beton im Kapitel „Isolierungen“.

Durch Verwendung von gepulverten Steintrümmern statt des Sandes kann man einen dem Naturstein ähnlichen Kunststein erzeugen. Oft werden statt des Zementes verschiedene andere Bindemittel gebraucht, welche mit dem Steinpulver gemengt, den gleichen Farbenton des Natursteines ergeben (siehe Kunststein).

Ein besonderer Kunststein „Hydrokalkstein“ wird aus 80—90% Kalksteinpulver und 20—10% gelöschtem Kalkpulver, welche Materialien sich chemisch miteinander verbinden, auf folgende Art erzeugt: Kalksteinabfälle werden zu Staub, bezw. Sand zerkleinert, mit zu Pulver gelöschtem Kalke und wenig Wasser in kräftigen Mischapparaten ordentlich vermengt; diese plastische, wenig poröse Masse wird dann in die Formen gestampft. Nach 3—4tägiger Erhärtung an der Luft kann die Bearbeitung der Flächen durch den Steinmetz erfolgen, worauf die entsprechend geformte und bearbeitete Masse in geschlossenen Räumen 2—4 Tage abwechselnd einem Dampfbade (100° C) und einem Kohlensäurebade ausgesetzt wird. Dadurch wird die Masse auf chemischem Wege rasch in kohlen-sauren Kalk verwandelt, wodurch die Steine wieder die ursprüngliche Härte und sonstigen Eigenschaften des Kalksteines erlangen.

Die sichtbaren Flächen der Kunststeine erhalten gewöhnlich die gleiche Bearbeitung wie der Naturstein, können also je nach Bedarf bossiert, gestockt, schariert, geschliffen und auch poliert werden.

Die Kunststeinmasse kann auch als Verputz auf Stein- oder Ziegelmauern aufgetragen und nach dem Erhärten entsprechend bearbeitet werden (siehe Kunststeinverputz).

XIII. Bauspenglerarbeiten.

(Tafeln 42—46.)

Die Bauspenglerarbeiten umfassen alle aus Feinblech und weichem Metallgüß herzustellenden Konstruktionen für Bauzwecke.

In neuerer Zeit hat sowohl die Erzeugung als auch die Verarbeitung der Feinbleche mittels Maschinen einen bedeutenden Aufschwung genommen, so zwar, daß gegenwärtig außer den gewöhnlichen Dacharbeiten und Gesimseindeckungen usw. auch verschiedenartige, oft sehr reiche Ornamente aus Zink hergestellt werden.

A. Wahl der Bleche und allgemeine Behandlung derselben.

Die aus verschiedenen Metallen erzeugten Feinbleche können in bezug auf ihren Härtegrad in drei Gruppen eingeteilt werden, und zwar:

1. **Harte Bleche**, welche schwer zu bearbeiten und auch schwer schmelzbar sind; das sind alle Stahl- und Eisenbleche mit Einschluß der verzinkten und der verzinn-ten Bleche (Weißbleche).

2. **Minderharte Bleche**, die leichter zu bearbeiten und auch leichter schmelzbar sind; dazu gehören die Kupfer- und Messingbleche.

3. **Weiche Bleche**, welche leicht zu bearbeiten sind und auch bei noch geringerer Temperatur schmelzen; diese sind: Zink-, Blei- und Zinnbleche (Zink schmilzt bei 410°, Blei bei 330° und Zinn bei 235° C).

Für Bauzwecke kommt hauptsächlich das verzinkte Eisenblech und das Zinkblech in Betracht, Kupfer- und Bleibleche werden nur selten, Messing- und Zinnbleche fast gar nicht verwendet.

Die harten Bleche sind zwar schwieriger zu bearbeiten und zu verbinden als die weichen, sind dafür aber auch widerstandsfähiger gegen jede Deformierung. Bei der Wahl der Bleche ist daher stets zu berücksichtigen, ob eine Beanspruchung

derselben in dieser Beziehung stattfinden kann oder nicht, d. h. ob die Bleche als Dachhaut usw. voll unterstützt sind, ob die Dachhaut usw. oft betreten werden muß u. dgl. Bei Dachrinnen, welche nur in einzelnen, eisernen Haken ruhen, bei Dachrinnen, Terrassendächern usw. dürfen daher nur harte Bleche zur Anwendung kommen.

Die Bleche müssen aber auch den atmosphärischen Einwirkungen möglichst lange widerstehen und die einzelnen Tafeln sich miteinander gut und dicht verbinden lassen.

Eisenbleche und auch Weißbleche müssen zum Schutze gegen Rostbildung zwei- bis dreimal mit Ölfarbe gestrichen und muß dieser Anstrich mindestens alle drei Jahre erneuert werden. (Die Verzinnung der Weißbleche bietet nur auf kurze Dauer einen Schutz gegen Rost.) Da natürlich nur die sichtbaren Flächen gestrichen werden können, bleiben die verdeckt angeordneten Flächen der Rostbildung doch ausgesetzt. Man verwendet daher gegenwärtig fast ausschließlich verzinktes Eisenblech, das der Rostbildung sehr lange widersteht.

Kupferblech ist gegen die Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähig, wird aber wegen seines hohen Preises nur für die besonderen Arbeiten, z. B. Eindecken von Kirchtürmen, Prachtbauten u. dgl. verwendet.

Von den weichen Blechen wird das Bleiblech im Baufache nur dort verwendet, wo eine größere Dauer und namentlich Dehnbarkeit gefordert wird, z. B. bei der Eindeckung von mit Erde überdeckten Gewölbeabsattlungen, beim Verkleiden von unzugänglichen Wasserläufen über Gewölben usw.

Zinn wird als Blech zu Bauarbeiten fast niemals verwendet, dagegen dient es als Lötzinn (Schnellot), und zwar in reinem Zustande zum Löten von Blei und als Legierung mit zwei Gewichtsteilen Blei zum Löten von allen übrigen Blechen.

Zinkblech. Von den weichen Blechen finden die Zinkbleche die häufigste Verwendung besonders für Eindeckungen, welche eine gute und ruhige Auflagerfläche haben. Die Bleche gestatten eine sehr leichte Verbindung durch Zusammenlöten. Da die Zinkbleche sich an der Luft mit einer schützenden Haut (Zinkoxyd) überziehen, welche ein weiteres Oxydieren verhindert, so bedürfen sie keines Öl-anstriches; dieser würde übrigens auch wegen der großen Dehnbarkeit und Glätte der Zinkbleche nicht gut haften und sich nach kurzer Zeit abblättern. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Farbe, wo solche erwünscht ist, z. B. bei Ornamenten oder als Grundierung für weitere Anstriche werden Silikatanstriche mit Zinkoxyd angewendet (siehe Anstreicherarbeiten).

Bei Dacheindeckungen soll zwischen den einzelnen Brettern der Einschalung ein kleiner, zirka 5 mm breiter Zwischenraum (Fuge) bleiben, damit möglichst viel Luft zwischen Brett und Zinkblech einströmen kann; wo dies nicht beachtet wurde, konnte ein vorzeitiges Verderben der Bleche wahrgenommen werden.

Von Salz- und Schwefelsäure, ferner von Ätzkalk werden Zinkbleche stark angegriffen, daher müssen alle vom Mörtel eventuell verunreinigten Dachflächen vor dem Eindecken gut gereinigt werden. Feuchtes, Salpeter ausscheidendes Mauerwerk zerstört die Zinkbleche sehr bald.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die große Dehnbarkeit der Zinkbleche in der Wärme und auf die schwierige Bearbeitung derselben im Winter infolge der großen Sprödigkeit in der Kälte zu richten. Es muß daher jede Tafel so befestigt sein, daß sie sich frei ausdehnen und zusammenziehen kann, ohne daß dadurch die Verbindung beeinträchtigt wird. Bei größerer Kälte muß das Zinkblech vor der Bearbeitung erwärmt werden; dies kann mit heißen Zangen (Falzzangen), mit Glutfannen oder auch mit einer Spiritusflamme geschehen.

Wellblech aus Zink oder verzinktem Eisenblech wird durch die eingewalzten Wellen widerstandsfähiger gegen Formveränderung, bedarf daher keiner vollkommenen Einschalung und kann sowohl auf Latten als auch auf einem Eisen-gerippe gedeckt werden.

B. Verbindung und Befestigung der Bleche.

Die Verbindung der einzelnen Blechtafeln miteinander geschieht entweder durch das L ö t e n, N i e t e n oder Falzen oder auch durch N i e t e n u n d L ö t e n oder Falzen u n d L ö t e n gleichzeitig. Bestimmend hiefür ist der Härtegrad der Materialien. Das L ö t e n allein wird nur bei weichen Blechen, also bei Zink-, Zinn- und Bleiblechen vorgenommen; das N i e t e n u n d L ö t e n oder Falzen u n d L ö t e n bei harten und minderharten Blechen, also bei Eisen-, Kupfer- und Messingblechen.

1. Zum L ö t e n müssen die Bleche zuerst an den Lötstellen blank geschabt und verzinkt werden, sodann können dieselben mit einer 1—3 cm breiten Übergreifung (Lötnaht) übereinandergelegt, mit Kolophonium oder Salzsäure bestrichen und mit dem heißen LötKolben durch das L ö t e n zusammen verschmolzen werden. Dabei muß man das Blech mit dem LötKolben so lange erhitzen, bis das Zinn die Auflagerflächen der Lötnaht durchdrungen hat. Bei Zinkblech werden statt des sehr zeitraubenden Blankschabens die zu lötenden Stellen mit scharfer Salzsäure bepinselt, wodurch das auf den Flächen haftende Zinkoxyd aufgeätzt, die Flächen also gereinigt werden, worauf dann das L ö t e n direkt vorgenommen werden kann. Nach dem L ö t e n muß die zurückgebliebene Salzsäure sorgfältig abgewischt werden.

Beim Nieten und L ö t e n muß vorerst das Nieten und beim Falzen und L ö t e n zuerst das Falzen bewirkt werden.

Unverzinktes Eisenblech, Schwarzblech genannt, kann nicht gelötet werden.

Das L ö t e n wird bei weichen Blechen bloß dann vorgenommen, wenn ein Falzen nicht leicht möglich ist oder wenn die Verbindung wasserdicht sein muß.

Schließlich muß noch bemerkt werden, daß das Zinkblech durch die Erhitzung beim L ö t e n spröde wird und daher an diesen Stellen viel leichter bricht; bei Dacheindeckungen soll daher möglichst wenig gelötet werden.

2. Das N i e t e n. Diese Verbindungsart kann nur bei harten und minderharten, niemals bei weichen Blechen angewendet werden, da letztere durch die Nietköpfe durchgerissen werden können. Die zu vernietenden Bleche werden 2—4 cm übereinandergelegt und diese Nietnaht in Entfernungen von 1—2 cm mit runden Meißeln durchlocht und mittels Blechnieten aus Eisen, Kupfer oder Messing vernietet.

Für Weißblech und verzinktes Eisenblech sind verzinnte oder verzinkte Eisennieten, besser aber Kupfernieten zu verwenden. Für Kupfer- und Messingbleche werden Nieten aus dem gleichen Material genommen.

Das d o p p e l t e N i e t e n geschieht bei breiteren Nähten in zwei Reihen auf dieselbe Art wie das einfache Nieten.

Beim N i e t e n u n d L ö t e n müssen auch die Nieten gut verlötet werden.

Das Nieten wird nur dann angewendet, wenn das Falzen nicht anwendbar ist oder wenn man die Nähte sehr fest und wasserdicht herstellen will; in diesem Falle müssen letztere auch noch gelötet werden. Bei Eisenblech (Schwarzblech), welches nicht gelötet werden kann, muß zu demselben Zwecke eine sehr dichte, doppelte Nietung vorgenommen und die Naht mit Ölfarbe gut angestrichen werden.

Rinnennähte von verzinktem Eisenblech sollen mit Kupfernieten doppelt genietet und gelötet werden.

3. Das Falzen. Diese Verbindungsart besteht darin, daß die zu verbindenden Bleche an den Verbindungsstellen übereinander gelegt und entsprechend umgebogen werden. Anwendbar ist das Falzen für alle Bleche, welche nicht zu spröde sind.

Man unterscheidet den einfachen und doppelten Falz und von diesen wieder den stehenden und liegenden Falz.

a) Der einfache stehende Falz ist nur auf kurze Längen anwendbar. Zur Ausführung werden die Enden der zusammenstoßenden Bleche nach Fig. 1 a, T. 42, so aufgebogen, daß der eine Aufbug den anderen um 1—2 cm überragt. Nachdem die eine Tafel richtig gelegt und das Ende aufgebogen ist, werden auf 30—40 cm Distanz Haftbleche an den Aufbug angeschoben und an die Schalung genagelt, sodann die nächste Blechtafel mit dem entsprechenden Aufbug angeschoben und die oben zweiteiligen Haftbleche über jeden Aufbug herabgebogen; hiedurch wird der Falz an die Schalung niedergehalten; schließlich wird der höhere Teil des einen Aufbuges über den niederen Teil herabgebogen (geschlagen), Fig. 1 b, T. 42, und die beiden Falzenden (wie z. B. bei Dachsäumen, Fig. 13, T. 42) niedergeschlagen, um ein Herausspringen des umgebogenen, höheren Falzteilcs zu verhindern.

Bei Dachsäumen werden die Blechtafeln mit dem oberen Ende an das „Saumbrett“ genagelt, mit dem unteren Ende um den Saumstreifen gebogen und dort mit einer Wassernase (Fig. 14, T. 42) versehen. Die Saumbretter können erst dann an die Dachsparren festgenagelt werden (Fig. 13 und 14, T. 42), wenn auf die unten abgeschrägten Ränder derselben die 10—15 cm breiten, zumeist verzinkten Saumblechstreifen angenagelt sind. Dabei müssen diese Saumstreifen an der Dachtraufe eine gerade Linie bilden.

b) Der einfach liegende Falz kann durch Umbiegen des stehenden Falzes gebildet werden. Häufiger aber werden die beiden Bleche nach Fig. 2 a, T. 42, abgebogen, nach Fig. 2 b, T. 42, ineinander geschoben und flach niedergeschlagen. Dieser Falz wird nach Fig. 2 c, T. 42, alle 30—40 cm mit Haftblechen an die Schalung befestigt.

Das Aufbiegen der Falze geschieht mit der „Falzzange“ oder mit einer Abbiegbank und das Umbiegen der Falze mit dem Schaleisen und hölzernen Schlägel (T. XVI). Die Biegungen sollen nicht scharf, sondern etwas abgerundet sein, damit die Bleche nicht brechen.

c) Der doppelt stehende Falz (Fig. 3, T. 42) wird so gebildet, daß man zuerst einen etwas höheren, einfach stehenden Falz macht und diesen sodann noch ein zweitesmal umbiegt (falzt), wodurch ein Herausspringen des höheren Falzteilcs verhindert wird. Die Befestigung des Falzes an der Unterlage mittels Haftblechen ist wie beim einfach stehenden Falz durchzuführen.

d) Der doppelt liegende Falz (Fig. 4, T. 42) wird durch Umlegen (Niederschlagen) des Stehfalzes gebildet, wozu der Stehfalz sehr nieder (3—4 cm) herzustellen ist.

Doppelte Falze werden größtenteils bei Dacheindeckungen angewendet, und zwar die Stehfalze in der Richtung der Dachneigung, dann an den Firsten und Graten, während die liegenden Falze senkrecht auf die Stehfalze angeordnet werden, also die Querfalze bilden.

Beim Falzen der Bleche ist bei Verwendung von Zinkblechen der großen Dehnbarkeit derselben bei Temperaturdifferenzen wenig Rechnung getragen, weil zwischen den Falzen nur eine geringe freie Ausdehnung der Blechtafeln möglich ist. Man soll daher nur kleine Zinkblechdächer falzen, für größere aber andere Verbandarten anwenden, die ein freies Ausdehnen und Zusammenziehen jeder einzelnen Blechtafel gestatten, wie z. B. die deutsche und französische Dacheindeckungsmethode aus Blech (Fig. 5 und 6, T. 42). Siehe Dacheindeckung mit Blech.

4. Zum Festnageln der Bleche an die Dachschalung werden 3 cm lange, eiserne Schloßnägcl mit flachen, breiten Köpfen verwendet. Die Nägel sind so anzuordnen, daß alle Köpfe durch die übergreifende Naht verdeckt werden. Es darf also kein Nagel an der Dachfläche sichtbar sein, auch dann nicht, wenn dessen Kopf mit dem Bleche verlötet werden kann. Ist dies aber absolut unvermeidlich, so müssen die Köpfe solcher Nägel mit starken, überhöhten Blechplatten überdeckt und letztere gut angelötet werden.

Man hat erfahren, daß selbst längere Nägel, welche nicht überdeckt waren, infolge der Erwärmung und Ausdehnung durch die Sonnenhitze im Holze gelockert und durch die vom Winde hervorgerufene Bewegung der Bleche nahezu ganz herausgezogen wurden.

Zinkblechtafeln sollen nicht direkt genagelt, sondern nur mit Haftblechen befestigt werden, damit sie in ihrer Ausdehnung nicht gehindert sind. Nur in schmalen Streifen können Zinkblecheindeckungen auch direkt, aber nur auf einer Seite genagelt werden, so daß nach einer Seite die freie Bewegung dennoch möglich ist, z. B. bei Dachsäumen, Kamineinfassungen u. dgl.

5. Die Ränder der Bleche, welche von anderen Deckmaterialien (Dachziegel, Schiefer u. dgl.) überdeckt werden, erhalten eine aufgebogene Wassernase und an dieser Stelle eine Befestigung mit Haftblechen (siehe *a*, Fig. 7, T. 42).

6. Die L ö t n ä h t e bei Zinkblechen (Zwischenrinnen u. dgl.) müssen mit geraden Haftblechen (*b*, Fig. 7, T. 42) an die Schalung befestigt und die Haftbleche durch die übergreifende Naht so gedeckt werden, daß sie nicht mit angelötet werden können, da sonst die freie Ausdehnung der Bleche gehindert wäre. Bei langen Zwischenrinnen mit mehreren Gefällsrichtungen müssen an den Wasserscheiden zwei „Vorköpfe“ so angelötet werden, daß diese 2—3 *cm* voneinander abstehen und innerhalb dieses Spielraumes die Ausdehnung der Rinne stattfinden kann. An der oberen Seite werden diese Vorköpfe abgebogen und ein Blechstreifen — Schiebefalz genannt — einfach darüber gefalzt (Fig. 8, T. 42).

7. Die Befestigung der Bleche am Mauerwerk geschieht mit eisernen Mauerhaken derart, daß die Bleche 2 *cm* tief in eine Lagerfuge oder in eine im Mauerwerk ausgestemmte Nut eingesteckt und mit eisernen Haken auf je 30—40 *cm* Entfernung festgehalten werden. Solider wird der Anschluß durch Putzleisten (Fig. 9, T. 42) hergestellt, welche ebenfalls am oberen Teile 2—4 *cm* in die Fuge eingesteckt und alle 30—40 *cm* mit eisernen Mauerhaken befestigt werden. Die Leisten übergreifen die Bleche längs ihrer ganzen Breite und sind am unteren Ende durch einen Abbug (Fig. 9 *b*) versteift. Diese Putzleisten lassen wieder eine freie Ausdehnung des Zinkbleches zu und bilden einen besseren Anschluß an das Mauerwerk. In neuester Zeit werden die Putzleisten auch nach Fig. 9 *c* so gebogen, daß sie die Anschlußbleche in einer Nut (*n*) aufnehmen, wodurch eine bessere Fixierung und eine freiere Bewegung der Bleche erzielt wird.

C. Blechgattungen für Bauspenglerarbeiten.

Für Bauspenglerarbeiten werden nachfolgende Blechsor ten am häufigsten verwendet, und zwar:

1. Von den Zinkblechen, welche in 26 Stärken Nr. 1—26 erzeugt werden, gelangen für Bauzwecke gewöhnlich nur die mit Nr. 10—17 bezeichneten Bleche in 2 *m* langen und 1 *m* breiten Tafeln zur Verwendung:

Nr. 10	: 0.50 <i>mm</i> dick,	3.50 <i>kg</i> per <i>m</i> ² schwer
„ 11	: 0.58 „ „	4.06 „ „ „ „
„ 12	: 0.66 „ „	4.62 „ „ „ „
„ 13	: 0.74 „ „	5.18 „ „ „ „
„ 14	: 0.82 „ „	5.74 „ „ „ „
„ 15	: 0.95 „ „	6.65 „ „ „ „
„ 16	: 1.08 „ „	7.56 „ „ „ „
„ 17	: 1.21 „ „	8.47 „ „ „ „

2. Von den Eisenblechen (Schwarzblechen) werden die Bundbleche, von denen 18, 20 oder 22 Stück 1 *m* lange und 0.65 *m* breite Tafeln auf 50 *kg* gehen, als sogenannte Dachbleche Nr. 18, 20 oder 22 verwendet. Es sind aber auch 2 *m* lange und 1 *m* breite Tafeln gebräuchlich, von denen der *m*² zirka 4.6 *kg* wiegt.

3. **Verzinkte Eisenbleche** werden entweder in derselben Größe und Stärke wie die vorbeschriebenen Eisenbleche, meistens aber in 2·00 m langen, 1·00, 0·80, 0·60, 0·40 m breiten und 0·5—0·7 mm dicken Tafeln angewendet, von denen 1 m² zirka 5 kg wiegt.

4. **Weißbleche** (verzinnzte Eisenbleche) werden in kleinen Tafeln erzeugt und in Kisten bis zu 150 Tafeln verpackt, und zwar:

Doppelformat mit 150 Tafeln, $\frac{34}{53}$ cm groß,

Hochfolio mit 150 Tafeln, $\frac{25}{68}$ cm groß und

Schüsselbleche (Rinnbleche) mit 75 Tafeln, 75 cm lang und 32, 37, 42, 47 oder 52 cm breit.

5. Die **Wellbleche** werden aus Zink-, Eisen- oder verzinktem Eisenblech in verschiedenen Größen erzeugt. Für Bauspenglerarbeiten wird das verzinkte Eisenblech mit 2·00 m Länge, 0·60—1·00 m Breite und 0·65—1 mm Dicke am häufigsten verwendet. Die Wellentiefen und Wellenbreiten wechseln hierbei zwischen $\frac{86}{25}$, $\frac{133}{30}$, $\frac{100}{30}$, $\frac{100}{35}$, $\frac{100}{40}$, $\frac{100}{45}$ und $\frac{125}{60}$; es bezeichnet der Zähler die Wellentiefe und der Nenner die Wellenbreite in mm (Fig. 13, T. V).

D. Die wichtigsten Bauspenglererzeugnisse.

1. Dachrinnen.

Diese sollen möglichst an der Dachtraufe angebracht werden, damit sie das Dachwasser vollkommen aufzunehmen vermögen. In ihrer Längenrichtung erhalten sie ein Gefälle von $\frac{1}{2}$ —1% gegen die Ablaufstelle, von welcher meistens Abfallrohre bis zum Bauhorizont führen. Die Dachrinnen werden meistens in eiserne Dachrinnenhaken gelagert und sehr häufig betreten, sollen daher nur aus harten Blechen hergestellt werden, die auch gegen Rost geschützt sind. Die frei liegenden Ränder der Dachrinnen erhalten zu ihrer Versteifung einen Wulst (Fig. 10 a und e, T. 42), in welchen früher bei Verwendung des weichen Kupferbleches noch Rundeisen eingelegt wurden. Heute macht man die Dachrinnen aus verzinktem Eisenblech, seltener aus Weißblech und gibt ihnen einen stärkeren Wulst ohne eingelegte Eisenstangen.

Die Verbindungsnähte werden mit verzinkten Eisen-, besser aber mit Kupfer- nieten genietet und sowohl die Nähte als auch die Nietköpfe gut verlötet.

Nach der Lage und Art der Ausführung unterscheidet man Hänge-, Saum-, Gesims-, Kasten-, Attika- und Zwischenrinnen.

a) Die **Hängerinnen** (Fig. 10, T. 42) werden größtenteils aus 2 m langen und 0·33—0·55 m breiten, verzinkten Eisenblechtafeln in der Weise hergestellt, daß die beiden Langseiten der Bleche mit Wulsten versehen, die Bleche dann halbkreisförmig aufgebogen und sodann zu 4 m langen Stücken zusammengenietet und gelötet werden.

Die aus $\frac{8}{24}$ mm starken Flacheisen (Rahmeisen) erzeugten Rinnenhaken müssen nach dem ermittelten Gefälle geformt werden, indem zuerst die Haken für die höchste und für die tiefste Stelle (Fig. 10 c und d, T. 42) gebogen werden und nach diesen beiden die Form der dazwischen liegenden Haken bestimmt wird. Am vorderen Ende sind die Haken zu einer Feder flach ausgeschmiedet (gestreckt) und an der Rückseite mit einer angenieteten Feder aus starkem Eisenblech und an der Dachfläche mit zwei Löchern zum Annageln oder Anschrauben an die Sparren versehen. Die Rinnenhaken können auch nach Fig. 10 b, T. 42, so geformt werden, daß man sie seitwärts an die Dachsparren annageln oder anschrauben kann, z. B. bei fertiger Dacheindeckung, um diese nicht aufreißen zu müssen. Die fertigen Haken werden auch noch verzinkt.

Häufig werden die vorderen Enden der Rinnenhaken dekorativ zugeschmiedet (Villen, Schlösser usw.). Zum Festhalten der Rinnen müssen dann wie an der Rückseite entsprechende Blechstreifen festgenietet werden.

Das Verlegen der Rinnen geschieht in der Weise, daß man zunächst die Rinnenhaken dem Gefälle entsprechend in schnurgerader Linie an die Dachsparren mit 8—10 cm langen, geschmiedeten Nägeln befestigt. Die fertigen Rinnen werden sodann mit den an beiden Enden angebrachten Vorköpfen in die Haken gelegt, die Stöße 3—4 cm übereinander geschoben, doppelt genietet und gelötet und schließlich die im rückwärtigen Teile jedes Hakens eingenietete Feder wie auch der federartig flachgeschmiedete, vordere Teil desselben um den Wulst der Rinne gebogen, wodurch letztere in die Haken gedrückt und von diesen festgehalten wird.

Die Hängerinne kann auch nach Fig. 1, T. 43, an der rückwärtigen Seite bis zur Dachfläche geführt und dort mit dem Saumblech (Verdeckung) durch den einfachen Falz verbunden werden; in diesem Falze muß zum Festhalten der Rinne eine entsprechende Anzahl von Haftblechen an die Dachschalung genagelt werden.

Die Hängerinne ist nicht schön, sie hat auch den Nachteil, daß alle Reparaturen mit Leitern bewirkt werden müssen, weshalb man sie nur an niederen, untergeordneten Objekten und solchen mit vorspringenden Sparrenköpfen anbringt.

b) Die Dachsaumrinne — Saumrinne — (Fig. 14, T. 42) liegt mit ihrem rückwärtigen Teile längs dem Dachsaume auf der Dachfläche und mit dem vorderen Teile in Rinnenhaken. Der mit einem Saumblech bedeckte Dachsaum vor der Rinne soll nicht zu breit sein, damit möglichst wenig Niederschlagswasser über die Dachtraufe herabfließt; andererseits muß das Saumblech noch wenigstens 15 cm unter die Saumrinne reichen, damit unter der Rinne kein Regen oder Schnee in den Dachraum eindringen kann. Die Saumrinne soll daher an der höchsten Stelle höchstens 30 cm hinter der Saumkante (horizontal gemessen) liegen und womöglich ein Gefälle von 0·5% erhalten. Bei den gewöhnlichen Dachneigungen für Ziegel- und Schieferdächer wird man somit auf je 20—25 m ein Ablaufrohr anordnen müssen und die Rinnen von beiden Seiten gegen dasselbe neigen, so daß eine Gefällsrichtung nicht über 12·5 m beträgt und die Rinne an der tiefsten Stelle noch 10—15 cm (horizontal gemessen) über der Saumkante liegt. Bei sehr flachen Dächern wird man oft gezwungen sein, ein geringeres Gefälle anzuordnen, damit der Dachsaum nicht zu breit ausfällt.

Bei der Ausführung der Dachsaumrinnen ist folgender Vorgang zu beobachten: Nachdem die Saumstreifen (auf die beim einfachen Falzen erwähnte Art) und die Saumläden befestigt sind, werden die Saumbleche unter Berücksichtigung der Gefällsbrechungen so zugeschnitten, daß sie von der Rinne noch 15 cm überdeckt werden können. Die einzelnen Tafeln werden dann an einer Langseite mit einem 1½ cm breiten Umbug zum Einhängen in den Saumstreifen und an beiden Querseiten mit dem Aufbug für einen einfach stehenden Falz versehen. Diese Tafeln werden dann dem Gefälle entsprechend in die Saumstreifen eingehängt, an der oberen Seite genagelt, die Falze mit Haftblechen versehen, sodann gefalzt und schließlich wird die Wassernase abgebogen (Fig. 13 und 14, T. 42).

Die Rinnenhaken werden aus $\frac{8}{24}$ mm starkem Flacheisen gleich groß hergestellt, vorne federartig zugeschmiedet, rückwärts mit zwei Löchern versehen und schließlich verzinkt. Sie werden über jedem Dachsparren dem Gefälle entsprechend mit je zwei Stück 8—10 cm langen, schmiedeeisernen Nägeln, welche durch die Dachschalung und Sparren greifen, angenagelt, so daß alle Haken eines Gefalles genau in einer Mantelfläche liegen.

Das Profil der Saumrinne muß der Dachneigung so angepaßt sein, daß der rückwärtige Rand der Rinne noch mindestens 8 cm über einer in der Höhe der Wulst gedachten Wagrechten liegt (Fig. 14, T. 42), so daß bei eventuellen Rohrverstopfungen das angestaute Wasser über den Wulst und den Dachsaum abfließen kann. Die Rinne wird zumeist aus verzinktem Eisenblech hergestellt und werden die einzelnen Teile doppelt genietet und gelötet. Die beiden Enden der Rinne werden dann durch dem Profile derselben entsprechende Stirnbleche, sogenannte „Vorköpfe“ aus starkem Zinkblech abgeschlossen. Die Rinne wird im oberen Teile an die Dach-

schalung genagelt und im unteren Teile durch die über den Wulst gebogenen Enden der Rinnenhaken festgehalten.

Bei steilen Dächern, bei denen der schmelzende Schnee durch das Herabrutschen die Rinne verstopfen und über dieselbe auf das Trottoir fallen könnte, werden häufig ober der Rinne 0·30 — 0·50 *m* hohe, eiserne Schneefänger nach Fig. 12, T. 42, oder ähnlich angebracht. Die Stützen hiezu müssen aus genügend starkem Flacheisen hergestellt, an jedem Dachsparren angeschraubt und an der Dachfläche wasserdicht überdeckt werden; die Langstäbe sind meistens aus Rundeisen, manchmal aus T-Eisen.

Bei der Dachsaumrinne ist das über den Dachsaum herabfließende Traufenwasser für die Passage unangenehm; durch die Anordnung von möglichst schmalen Dachsäumen läßt sich dieser Übelstand wohl herabmindern, aber niemals gänzlich beseitigen.

c) Die *Gesimsrinne* (Fig. 3, T. 16) wird in den oberen Teil des Gesimses, also in die Sima eingelegt; die Sima kann daher nur durch eine Verkleidung gebildet werden und muß in dem für die Rinne notwendigen Teile hohl sein. Diese Verkleidung wird gewöhnlich aus starkem Zinkblech (Nr. 14—16) hergestellt, welche auf je 1·00 *m* Entfernung mit eisernen Haken in die steinerne Hängplatte zu befestigen ist. Zur Aufnahme der Rinne werden unter $\frac{1}{2}\%$ Gefälle eiserne Haken an die Dachsparren so angenagelt oder angeschraubt, daß sie ganz frei liegen und auf die Hängplatte absolut nicht drücken können. In diesen Haken ruht entweder die Rinne oder — bei großen Rinnen — eine Bretterverschalung und in dieser erst die eigentliche Dachrinne. Die Rinne wird aus starkem, verzinktem Eisenblech hergestellt und auf der Dachfläche so hoch emporgeführt, daß bei voller Rinne das angestaute Wasser über die Traufe ablaufen muß; die Nähte werden doppelt genietet und gelötet. Die Schalung wird an die Haken stellenweise angeschraubt und die Rinne an die Schalung genagelt. An der Traufe wird die Rinne mit einem schmalen Saumbleche (doppelt gefalzt) versehen.

Die Gesimsrinne muß aus besonders starkem Bleche mit sehr gut genieteten und gelöteten Nähten hergestellt werden, weil das durch schadhafte Stellen etwa eindringende Regenwasser am Mauerwerke großen Schaden anrichten würde.

Bei sehr großen Ausladungen kann das ganze Hauptgesimse aus Zinkblech gemacht und an ein im Mauerwerk verankertes Eisengerippe befestigt werden. Ein solches Beispiel ist in Fig. 15, T. 42, dargestellt.

d) Die *Kastenrinne*, nach ihrem kastenförmigen Profil benannt. Der Raum für die Kastenrinne wird durch Tieferlegung der Gesimskante und des Dachsaumes gewonnen (siehe die Fig. 2—6, T. 43). Die Ausführung solcher Rinnen kann, wie in den genannten Figuren gezeigt, verschieden sein.

Der Dachsaum wird mit Zinkblech Nr. 12 oder 13 eingedeckt; er reicht gewöhnlich bis auf die Dachfläche hinauf, um das durch etwa schadhafte Rinnenteile eindringende Wasser aufnehmen und über die Traufe ableiten zu können.

Die Rinne ruht in eisernen, verzinkten Haken, welche dem Rinnengefälle entsprechend hergerichtet sein müssen und an jedem Dachsparren festgenagelt oder festgeschraubt werden. Die Dachfläche schließt mit einem schmalen Saumblech — bei Holzzementdächern (Fig. 5, T. 43) mit der Kiesleiste — an den oberen Teil der Rinne mittels einfachem Falze an.

Die Befestigung des Saumbleches an der Traufe kann bei gemauerten Gesimsen mit Drahtsplinten (Fig. 5, T. 43) erfolgen oder es kann nach Fig. 6, T. 43, ein Saumladen mit den angenagelten Saumstreifen an eingemauerte, kurze Polsterhölzer (Tragel) festgenagelt werden. Die Saumbleche werden dann in den Saumstreifen s eingehängt.

Bei Betongesimsen kann die Befestigung der Saumbleche an der Traufe nach Fig. 2, T. 43, mit Holzschrauben erfolgen, welche in hiefür ausgestemmte Vertiefungen eingreifen und mit Blei vergossen werden. Besser ist die Befestigung

nach Fig. 3 und 4, T. 43, wenn die Saumstreifen aus verzinktem Eisenblech mit in Blei eingegossenen Holzschrauben festgehalten und die Saumbleche in diese Saumstreifen eingehängt werden.

Die Rinnenhaken können entweder nach Fig. 2, T. 43, ähnlich wie bei Hängerrinnen hergestellt werden (hängende Kastenrinne) oder nach Fig. 3—6, T. 43, derart, daß sie am Dachsaum aufliegen und für das Auflager der Rinne dem Gefälle entsprechend eiserne Stege angenietet erhalten. Letztere unterstützen die Rinne entweder direkt (Fig. 3 und 5) oder nehmen, wie in Fig. 4 und 6, lärchene Pfosten auf, die dann den Boden der Rinnenbleche vollkommen unterstützen, welche Anordnung bei größerem Rinnenprofile besonders vorteilhaft erscheint. Diese Haken können im oberen Teile Verbindungsseisen erhalten, die entweder nach Fig. 2 und 4 schief oder eventuell nach Fig. 3, T. 43, horizontal angeordnet werden, um ein lärchenes Laufbrett aufnehmen zu können. Im letzteren Falle entfällt die Unterstützung der Rinne mit Brettern.

Der zwischen Saum und Rinne entstehende Hohlraum kann durch entsprechend profilierte Zierbleche gedeckt werden (Fig. 3 und 4, T. 43), welche oben an die Rinnenhaken befestigt und unten an den Dachsaum stellenweise angelötet werden. Solche Zierbleche können auch bei Saumrinnen angeordnet werden (Fig. 1, T. 44); hiefür sind aber eigene Haken an die Dachsparren festzuschrauben, an denen die Zierbleche mit aufgelöteten Blechhülsen befestigt werden. Im oberen Teile werden die Zierbleche entweder mit Blechröhren *r* an die Saumrinne oder bei hohen Zierblechen mit Eisenstützen an die Dachfläche befestigt.

e) Attikarinnen (Fig. 7, T. 43). Diese liegen hinter einer Attikamauer. Sie müssen mit möglichst großem Gefälle angelegt und besonders solid hergestellt werden. In der Verschneidung der Dachfläche mit der Attikamauer wird ein Satteltbrett eingelegt, welches zur Dachfläche und gegen die Abflußstellen geneigt sein muß.

Bei durchbrochenen Attikamauern (Fig. 7, T. 43) muß die Rinne auf der Dachfläche so hoch emporgeführt werden, daß bei überfüllter Rinne das Wasser nicht rückwärts in den Dachraum eindringt, sondern über die durchbrochene Stelle der Attikamauer abfließen muß, welche dann auch wasserdicht abzudecken ist. Bei vollen Attikamauern können auch entsprechende Ableitungsröhren durch die Mauer angeordnet werden.

Die Rinne soll aus starkem, verzinktem Eisenblech mit doppelter Nietung und guter Lötung hergestellt werden. Am rückwärtigen Rande wird sie an die Dachschalung genagelt und an der Attikamauer mit Haken und Putzleisten befestigt.

Ist der Dachsaum vor der Attikamauer breit, so kann derselbe gegen die Attikamauer zu geneigt angelegt und rinnenartig hergestellt werden (Fig. 7, T. 43), in welchem Falle für den Wasserabfluß durch ein Rohr von kleinerem Durchmesser vorzusorgen ist. Auch diese Rinne muß so hoch an der Attikamauer emporgeführt werden, daß bei eventueller Verstopfung derselben das Wasser über die Traufe abfließen muß und nicht rückwärts in die Mauer eindringen kann.

Die Attikamauer selbst und die durchbrochenen Stellen werden gewöhnlich mit Zinkblech (Nr. 12—13) eingedeckt und wird diese Eindeckung mit Drahtsplinten an das Mauerwerk befestigt.

f) Zwischenrinnen (Kehlrinnen). Diese liegen entweder so wie die Attikarinnen zwischen einer Mauer und einer Dachfläche oder zwischen zwei gegenüber geneigten und an der Traufe zusammentreffenden Dachflächen oder aber in der Einsenkung von Sheddächern. Die Ausführung der Zwischenrinnen ist ähnlich wie bei Attikarinnen. Ihre Anwendung ist möglichst einzuschränken, da sie bei Undichtheiten viel Schaden anrichten können.

Die Rinne selbst soll möglichst breit gemacht und mit möglichst großem Gefälle angelegt werden. Bei Sheddächern u. dgl. soll die Rinne unter die Dachfenster bis in das Innere des Raumes reichen, damit das etwa eingedrungene Regen-

wasser und auch das an den Fenstern sich bildende Kondensationswasser noch in die Rinne abgeleitet werden kann. (Fig. 8 und 9, T. 43, zeigen zwei Beispiele von solchen Rinnen.)

2. Abfallrohre und Bodenrinnen.

Die von den Dachrinnen gesammelten Niederschlagswässer werden mittels **Abfallröhren** bis zum Bauhorizont oder in etwa vorhandene Kanäle geleitet. Werden die Abortstoffe durch Kanäle abgeführt, so können die Dachwässer zum Durchspülen der Abortabfallrohre in diese eingeleitet werden. Die Gefälle der Dachrinnen müssen so ausgeteilt werden, daß das Wasser auf dem kürzesten Wege in die Abfallrohre gelangen kann. Manchmal wird hiezu auch die Anordnung von **Bodenrinnen** notwendig sein, welche das Dachwasser in kürzester Linie durch den Dachraum zu führen haben (Fig. 4, 5 und 6, T. 44).

Die **Abfallrohre** werden aus Zinkblech Nr. 13—15 oder verzinktem Eisenblech in 1 m langen Stücken hergestellt und deren Nähte bei Zinkblech bloß gelötet, bei verzinktem Eisenblech aber einfach gefalzt und gelötet und dann erst zu 2 m langen Stücken zusammengelötet. Die Rohre haben 11—15 cm lichte Weite. Jedes Stück wird am oberen Ende mit einer aufgelöteten Muffe versehen.

Zum Anmachen werden die Rohre übereinander gesteckt und gelötet. Zur Befestigung der Abfallrohre an die Wandfläche dienen eiserne Haken (Fig. 3) oder Rohrschellen (Fig. 3 a, T. 44), welche unmittelbar unter der Muffe in die Mauer einzuschlagen sind; die Rohre sollen 2—3 cm von der Wandfläche abstehen.

Die untere Ausmündung des Rohres wird mit dem Auslaufknie versehen (Fig. 1, T. 44), welches in eine Dachwasserschüssel mündet.

Der unterste Teil der Abfallrohre wird zum Schutze gegen Beschädigungen oft mit einem gußeisernen Schutzständer umhüllt. Die Fig. 2, T. 44, zeigt einen Schutzständer für oberirdische Ausmündung des Abfallrohres. Bei Ableitung des Wassers in einen Kanal ist der Mantel des Schutzständers geschlossen. Ein Einmauern des untersten Rohrteiles ist nicht zu empfehlen, weil Undichtheiten im Rohre erst bemerkt werden können, wenn das Mauerwerk durchnäßt ist und bereits Schaden gelitten hat.

Den Einlauf von der Dachrinne in das Ablaufrohr bewirkt der **Einlaufsputzen** (Rinnenstutzen), welcher aus stärkerem Zinkblech gefertigt und mit einem Börtel in die Rinne eingelötet wird. Bei Dachsaurinnen wird außerdem noch ein **Saumstutzen** auf den Dachsaurinnen angelötet, welcher den Zweck hat, bei schadhafte Rinnenstutzen das Wasser aufzunehmen und in das Abfallrohr zu leiten. Es muß daher dort das Saumblech bis über die Rohrmündung auf der Dachfläche emporreichen (Fig. 1, T. 44).

Jedes durch eine Mauer (Gesimse) zu führende Rohr soll auf die ganze, durch die Mauer reichende Länge mit einem Futterrohre verkleidet werden, welches das Ablaufrohr vor jeder Beschädigung zu schützen hat.

Bei Hänge- und Zwischenrinnen erhalten die Rohre am oberen Ende häufig statt des Einlaufstutzens kesselartige Erweiterungen (**Rinnenkessel**), in welche die Dachrinnen einmünden. Diese verhindern ein Überströmen des Wassers bei starkem Regen.

Die **Dachbodenrinne** wird kastenartig aus 4 cm dicken Brettern nach Fig. 6, T. 44, hergestellt und mit Zinkblech Nr. 13—14 ausgekleidet. Die Bleche werden zusammengelötet und an den Rändern an die Holzwände genagelt. Bei den Ein- und Ausläufen sowie bei scharfen Biegungen, woselbst das Spritzwasser leicht überfließen könnte, werden diese Rinnen auf entsprechende Länge mit eingelöteten Blechdeckeln abgedeckt, sonst sind sie durchaus mit einem **Holzdeckel** zu versehen. Die Dachbodenrinnen werden mit einem Gefälle von $\frac{1}{2}$ —1% auf das Dachbodenpflaster oder auf die Bundträme gelegt und mit Ziegelstößen oder Holzklötzeln so unterstutzt, daß sie sich an keiner Stelle einsenken können (Fig. 4, T. 44).

Die Einläufe von der Dachrinne in die Bodenrinne (Abortschlauch oder Sammelkessel) werden wieder durch Rohre, Saum- und Rinnenstützen aus Zinkblech Nr. 13—14 hergestellt. Diese Rohre müssen so dimensioniert sein, daß die Querschnittsfläche aller in ein und denselben Abortschlauch einmündenden Rohre niemals größer ist als der Querschnitt des Abortschlauches, so daß eine Überfüllung des Wasserkessels bei Regengüssen nicht stattfinden kann. An der Einmündung der Dachrinne in die Bodenrinne ist ein Kupferdrahtsieb anzulöten, um Verstopfungen der Bodenrinne zu verhindern.

Münden zwei oder mehrere Ablaufröhren oder Bodenrinnen in ein Abortrohr, so soll bei der Einmündung ein Wassersammelkessel angeordnet werden (Fig. 5, T. 44), von welchem ein Dunstrohr bis über Dach zu führen ist. Damit die Abortgase durch den Sammelkessel und die Bodenrinne nicht in den Dachbodenraum eindringen können, soll das Dunstrohr unten mit etwas größerem Durchmesser, also konisch geformt, unmittelbar ober der Abortschlauchmündung beginnen und vertikal über Dach geführt werden. Die Einmündungsöffnungen der Bodenrinnen können außerdem noch mit selbsttätigen Verschlußklappen *k* (Fig. 5, T. 44) versehen werden. Wasserschlässe dürfen wegen Verstopfung oder Einfrieren hier niemals angebracht werden.

Der Deckel des Sammelkessels muß zum Abnehmen und das an denselben anschließende Dunstrohr beweglich eingerichtet werden, um bei notwendigen Reparaturen im Sammelkessel hantieren zu können.

3. Einfassung der Dachränder und Dachverschneidungen.

Bei den meisten Dacheindeckungsmaterialien ist es zur Erzielung eines dichten Abschlusses notwendig, die Verschneidungen der Dachflächen, also die Ixen, Grate und Firste, dann die Giebelsäume und Maueranschlüsse mit Blech einzufassen. Bei der Schiefer-, Falzziegel- und Holzzementeindeckung ist eine solche Einfassung fast unentbehrlich. Diese Einfassungen müssen in ihrer ganzen Ausdehnung auf eine gute Unterlage, also auf eine Bretterschalung gelegt werden, an welche sich die eventuelle Einlattung für eine Ziegel- oder Schiefereindeckung bündig anschließt. Die Ausführung erfolgt auf folgende Weise:

a) Die Dachixen können in ihrer Anordnung und Ausführung den Zwischenrinnen gleichgehalten werden; da sie aber zumeist ein größeres Gefälle haben, so werden die Quernähte durch den doppelten, liegenden Falz verbunden. Die 0.60—1.00 m breiten Tafeln aus verzinktem Eisenblech werden zuerst doppelt gefalzt, dann in der Ixe aufgerollt und an beiden Seiten an die Dachschalung genagelt. Häufiger wird aber an beiden Rändern eine Wassernase *a* (Fig. 8, T. 44) gebogen und statt der Nagelung die Befestigung mit Haftblechen *b* durchgeführt.

Die unteren Enden der Ixenbleche werden mit 5 cm Übergreifung an die Dachrinne festgelötet oder bei Kastenrinnen in diese eingefalzt. Am oberen Ende werden die Ixenbleche an die Dachschalung genagelt. Stoßen zwei Ixen am Firste zusammen, so werden sie dort miteinander durch den doppelten Stehfalz verbunden. Die Schiefer- oder Ziegeleindeckung muß die Ixenbleche mindestens um 8 cm übergreifen.

b) Giebelsäume können aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech hergestellt werden. Bei freien und mit einem Krönungsgesimse versehenen Giebelmauern erhalten die Bleche einen zirka 5 cm breiten Vorsprung über die Gesimskante (Fig. 9 und 10, T. 44). An den Saumläden wird ein entsprechend abgebogener Saumstreifen aus verzinktem Eisenblech festgenagelt, in welchen die Abdeckungsbleche mit einer Wassernase eingehängt werden. An der gegen die Dachfläche zu liegenden Seite wird ein Stehfalz aufgebogen und ein 8 cm breiter Wasserstreifen doppelt angefalzt. Dieser Wasserstreifen wird am freien Ende mit einer aufgebogenen Wassernase versehen und mit Haftblechen an die Schalung genagelt.

Der Wasserstreifen wird dann von der Schiefer-, Ziegel- oder sonstigen Eindeckung vollkommen überdeckt. Die aufgebogene Wassernase hat den Zweck, das zwischen den Stehfalz und der anschließenden Eindeckung etwa eingedrungene Wasser bis in die Rinne abzuleiten.

Häufiger werden die Randleche mit einem falschen Stehfalz nach Fig. 10, T. 44, versehen und in 1 *m* langen Stücken fertig auf den Saumstreifen aufgelegt. Die Befestigung erfolgt mit Haftblechen *h* und *h'* und durch Nagelung *n*; die Quernähte werden gelötet.

Bei Feuermauern, bei welchen kein Vorsprung über die Mauer statthaft ist (Fig. 12 *B*, T. 44), wird gewöhnlich ein 8 *cm* breiter, mit einer Wassernase versehener Blechstreifen mit dem Stehfalze bis in die Mauerflucht gelegt, an beiden Seiten mit Haftblechen befestigt und über den Stehfalz ein 12—15 *cm* breiter Blechstreifen (Stirnleiste oder Wetterleiste) eingehängt. Diese Stirnleiste wird mit Bändern aus Flacheisen *c* und mit Mauerhaken *h* (Fig. 12 *A*, T. 44) in das Mauerwerk verankert.

Bei Hauptgesimsen werden die Stirnbleche so groß gemacht, daß sie die Stirnfläche des ganzen Gesimses bedecken; an der Vorderkante wird die Gesimgliederung entsprechend ausgeschnitten und dann das ganze Stirnblech mit schmiedeeisernen Nägeln *n* und Mauerhaken *h* in die Mauerfugen befestigt (Fig. 12 *A*, T. 44).

c) Dachsäume, welche an Mauern anschließen, Wandixen genannt (Fig. 11, T. 44), werden im allgemeinen so wie Giebelsäume hergestellt, nur entfällt der Dachvorsprung. Die Bleche werden 15—30 *cm* hoch an der Wand emporgeführt und dort mit Putzleisten befestigt.

d) Die Kamineinfassungen (Fig. 7, T. 44) sind eigentlich auch Maueranschlüsse. Die Seitenteile derselben werden auch ganz so wie die Wandixen ausgeführt; die Unter- und Oberteile sind aber der Dachneigung entsprechend zu biegen und mit den Seitenteilen durch Lötung zu verbinden. Die Oberteile werden bei längeren Kamingruppen sattelförmig gebogen, damit das Wasser aus der Rinne nach beiden Seiten rascher abfließen kann.

Die Kamineinfassung wird im oberen Teile an die Schalung genagelt, seitwärts mit Haftblechen und an der Mauer mit Putzleisten befestigt. Der untere Rand muß zum Einschieben der Ziegel- oder Schiefereindeckung frei bleiben. Die Wasserstreifen der Seitenteile und der Oberteil werden auf 8 *cm* Breite von der Dacheindeckung überdeckt.

e) Die Brand- und Feuermauereindeckung kann mit Zinkblech oder auch mit verzinktem Eisenblech erfolgen und bei Brandmauern entweder nach Fig. 13 *A*, T. 44, mit doppelt angefaltten Wasserstreifen oder nach Fig. 13 *B* mit falschem Stehfalz und einfach eingefalzttem Deckblech ausgeführt werden. Gebräuchlicher ist die letztere Art, bei welcher die Bleche mit der Abbiegbank fertig gebogen und dann mit Haftblechen und Nägeln an die Dachschalung befestigt werden.

Feuermauern erhalten nach Fig. 13 *C* eine Abdeckung wie die Brandmauern, wobei die Stirnleiste mit entsprechenden Flacheisenbändern an der Feuermauer abwärts verankert werden muß.

f) First- und Gratbleche. Bei Schieferdächern können die Grate und Firste einfach dadurch abgeschlossen werden, daß man die Eindeckung der einen Dachfläche über die andere um 8 *cm* übergreifen läßt. Damit wird aber kein vollkommen dichter Abschluß geschaffen, weil an der First- und Gratlinie trotzdem eine Fuge bleibt, durch welche bei bestimmter Windrichtung Niederschläge in den Dachbodenraum getrieben werden können. Es ist daher immer besser, zur Abdeckung der Firste und Grate eigene First- und Gratbleche (Fig. 14, T. 44) zu verwenden, welche meistens aus verzinktem Eisenblech angefertigt und vom Schieferdecker selbst angearbeitet werden. Die Bleche werden hiezu 25—33 *cm* breit geschnitten, an beiden Rändern mit einem kleinen Umbuge versehen und der Dach-

fläche entsprechend symmetrisch gebogen. An den Nähten werden die Bleche einfach 5 cm übereinandergeschoben und mit Kreuznägeln (Fig. 14 b) niedergehalten. Zur weiteren Befestigung der First- und Gratbleche werden solche Kreuznägeln außerdem in jeden Dachsparren eingeschlagen.

g) Die Einfassung der Dachsäume für Holzzementdächer wird aus Zinkblech Nr. 13 hergestellt und muß so ausgeführt werden, daß schon die erste Papierlage in einer Breite von 15 cm mit Holzzement auf diese Randleche geklebt werden kann und die 8—10 cm hohe Beschüttung von einem entsprechend hohen und starken Aufbuge des Randleches abgeschlossen wird. Dazu werden an der Dachtraufe Kiesleisten (Fig. 1 A, T. 45) angeordnet, welche unten in die Wassernase eines Saumstreifens oder einer Kastenrinne eingehängt und oben an die Dachfläche genagelt werden. Hinter dem Aufbuge der Kiesleiste wird gröberer Schotter angeschüttet.

Eine verbesserte Kiesleiste, welche bei Temperaturschwankungen die freie Bewegung der Zinkbleche in jeder Richtung gestattet und ohne jede Lötung, selbst ohne Beihilfe des Spenglers angearbeitet werden kann, ist in Fig. 1 B, T. 45, dargestellt. Die Leiste selbst besteht aus 1 m langen, 10 cm breiten, an beiden Langseiten mit einem Wulst versteiften Zinkblechstreifen. Diese Leisten stehen lotrecht in den aus verzinktem Bandeisen hergestellten und auf 1 m Entfernung voneinander an die Dacheinschalung geschraubten Kiesleistenträgern *a* derart, daß sie in der Mitte der Träger stumpf zusammenstoßen und mit dem oberen Wulst auf die Oberkante der Kiesleistenträger gesteckt werden. Über den Stoß wird eine genau passende, 5 cm breite Schiebehülse *b* aufgezogen, welche im unteren Teile mit einem Abbuge in den Wulst eingreift und im oberen Teile denselben umfaßt. Der Dachsaum (25—30 cm breit) wird auf die bekannte Art gelegt und kann ohne Nagelung, bloß durch die darüber angeschraubten Kiesleistenträger festgeklemmt werden. Die Quernähte können ohne Lötung hergestellt und bloß mit einem einfachen liegenden Falze versehen werden. Die Holzzementeindeckung wird dann auf den Dachsaum geklebt, den sie 15 cm übergreifen soll.

In den aus- und einspringenden Winkeln werden die Stöße der Kiesleisten mit passend geformten Eckschiebehülsen (Fig. 2 c, T. 45) zusammengehalten.

Bei Maueranschlüssen werden Winkelbleche hergestellt, welche durchaus 15 cm auf der Dachschalung aufliegen und 25—30 cm an der Mauer emporreichen. An der Schalung sind diese Anschlußbleche zu nageln, am Mauerhaupte jedoch mit Putzleisten zu befestigen.

Die freiliegenden Giebelsäume können mit einem 10 cm hohen Aufbuge und einer darüber einfach gefalzten Stirnleiste (Fig. 2 a, T. 45) oder besser mit einem glatten oder profilierten und überdeckten Stirnladen nach Fig. 2 b oder c, T. 45, abgeschlossen werden.

4. Dachbodenfenster.

Stehende und liegende Dachbodenfenster (Fig. 3, 4 und 5, T. 45) mit verglasten Flügeln dienen sowohl zur Beleuchtung des Dachbodens als auch zum Aussteigen auf das Dach; die Öffnung muß also so groß sein, daß ein Mann bequem durchschlüpfen kann.

a) Stehende Dachfenster (Fig. 3, T. 45) sollen nur aus hartem, also verzinktem Eisenblech hergestellt werden; bloß der vordere Teil wird von einem mit Blech beschlagenen, lotrecht stehenden Holzrahmen *a* von mindestens 40 cm Lichte gebildet, an welchem die Fensterflügel befestigt werden. Unten wird der Rahmen *a* mit einer Sohlbank versehen. Die Seitenteile *b* müssen nach der Dachneigung zugeschnitten werden, so daß der Rahmen lotrecht steht und die Decke des Fensters horizontal ist. An die Seitenteile wird ein 8 cm breiter Wasserstreifen *c* mit doppeltem, oben und unten niedergebogenen Stehfalz angeordnet. Das Dach *d* bekommt zur Versteifung am Firste einen falschen Stehfalz *s* und an den Traufen-

kanten eine Wassernase *w*. Die abgebogenen Teile derselben werden mit jenen der Seitenteile durch Niete *n* verbunden. Die übrigen Nähte der Dachfenster werden genietet und gelötet. Die fertigen Dachfenster werden vom Ziegel- oder Schieferdecker oben mit Nägeln und seitwärts an der Wassernase mit Haftblechen *h* auf die Dachschalung befestigt.

Bei besser ausgestatteten Gebäuden, namentlich bei Mansarddächern, werden die Dachfenster oft mit ornamentalem Schmucke versehen (Fig. 4 *a*, *b* und *c*, T. 45).

Die stehenden Dachfenster haben gegenüber den liegenden den Vorteil, daß bei geöffneten Fensterflügeln der Regen nicht so leicht in den Dachraum eindringen kann und daß die nach innen zum Öffnen eingerichteten Flügel weniger vom Winde zu leiden haben. Sie können jedoch nur bei steilen Dächern Verwendung finden.

b) Liegende Dachfenster (Fig. 5, T. 45). Bei diesen Fenstern ist die Glasfläche parallel zur Dachfläche. Das Fenster besteht aus Rahmen und Fensterflügeln.

Der *R a h m e n*, welcher die Öffnung begrenzt, ist aus 3 *cm* dicken Brettern verfertigt und an der Außenseite mit Blech überzogen. Dieser Blechüberzug muß sich in der Dachfläche noch so weit fortsetzen, daß eine richtige Verbindung mit dem Eindeckungsmaterial hergestellt werden kann. Die Seitenteile *b* bekommen also wieder einen Wasserstreifen *e* mit Stehfalz; der Unterteil *a* erhält einen Umbug, der Oberteil *c* wird glatt an die Dachfläche genagelt und mit einem Sattel *d* versehen.

Der für eine Verglasung eingerichtete *F e n s t e r f l ü g e l* besteht aus einem blechernen Rahmen, an dessen Seiten- und Oberteilen Nuten zum Einschieben der Glastafel vorhanden sein müssen (Fig. 6 *A* bis *C*, T. 45). Der Unterteil ist nach der Dachrösche einfach abzubiegen und mit zwei angelöteten Haftblechen aus weichem Messingblech zu versehen. Die Rahmentteile werden in den Ecken zusammengepaßt und gelötet und an den unteren Rändern durch einen Umbug versteift.

Die Glastafel aus doppeltem oder dreifachem Glase wird in die Nut des Rahmens geschoben und am Unterteile von den über die Glastafel gebogenen Messinghaftblechen *i* festgehalten.

Der ganze Flügel dreht sich um ein am Oberteile angebrachtes Scharnier. Am Unterteile ist ein entsprechend durchlochtetes Flacheisen (Aufspreizstange) *g* (Fig. 5, T. 45) scharnierartig befestigt, dessen Löcher an einen am Rahmen befestigten Dorn gesteckt, den Flügel in geöffneter oder geschlossener Lage erhalten.

Liegende Dachfenster werden hauptsächlich bei flachen Dächern angewendet. Sie haben den Nachteil, daß sie durch Schnee verlegt werden können und daß bei offenem Flügel Regen leicht eindringt.

Für *A u s s t e i g ö f f n u n g e n* kann eine dem liegenden Fenster ganz ähnliche Konstruktion angewendet werden, bei der die Flügel aus einem an den Rändern umgebogenen und entsprechend versteiften Deckel bestehen, welcher, so wie vor beschrieben, beweglich und fixierbar ist.

Bei Schieferdächern ist es vorteilhaft, zwischen der Fenstersohlbank und der Dachrinne *R u t s c h b l e c h e* anzubringen, damit beim Aussteigen die Dachschiefer nicht gebrochen werden. Diese Rutschbleche werden aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech in der Breite des Dachfensters hergestellt, greifen 8 *cm* unter die Fenstersohlbank und über die Rinne, wo sie entweder mit angelöteten Haftblechen niedergehalten oder in die Rinne eingelötet werden. Seitwärts bekommen sie einen Wasserstreifen mit Stehfalz und Wassernase, welcher wie beim Dachfenster den Anschluß an die Eindeckung bildet.

5. Gesimsabdeckungen.

Die Abdachungsflächen der gezogenen Gesimse sollen zum Schutze gegen die Niederschlagswässer mit Zinkblech Nr. 12—13 überdeckt werden. Diese Abdeckung muß an der vorderen Seite mit einer Wassernase versehen sein, welche

zirka 1,5 cm über die Gesimskante vorspringt. Die Zusammenstöße der Bleche werden gelötet.

Die Befestigung der Bleche erfolgt an der Rückseite beim Aufbug der Bleche mit Mauerhaken *m* (Fig. 7 A, T. 45) und an der vorderen Seite mit Drahtsplinten. Letztere liegen unter dem Verputze und sind in den Mauerfugen mit Haken oder starken Nägeln zu befestigen. Sie können aus verzinktem Eisendraht, Messing- oder Kupferdraht nach Fig. 7 B, T. 45, auch scharnierartig hergestellt und an die untere Fläche des Bleches angelötet werden. Häufiger sind diese Splinte aus verzinktem Eisendraht so hergestellt, daß man die Drähte einfach durch in die Bleche gebrannte Löcher steckt und sie an der oberen Seite mit einem gebogenen Ringe (bei *d*) an die Bleche anlötet (Fig. 7 A, T. 45).

Bei Gesimsen aus Beton oder Stein kann die Befestigung der Abdeckung an der Gesimskante auch derart erfolgen, daß man in die Abdachungsfläche der Gesimse stellenweise Löcher bohrt oder meißelt, diese mit Blei ausgießt und die an dieser Stelle entsprechend durchlochtes Bleche daran festlötet. Solider wird die Befestigung, wenn man in die gebohrten Löcher gewöhnliche Holzschrauben mit Blei eingießt, die einen starken Blechstreifen niederhalten (Fig. 8, T. 45). An diesen bis zur Traufe reichenden Blechstreifen können dann die Eindeckungsbleche mit der Wassernase eingehängt werden. Schmale Gesimseindeckungen können nach Fig. 9, T. 45, auch mit langen, eisernen Haken *h* an die Mauer befestigt werden, deren vordere Seite an die Eindeckungsbleche bei *c* festgelötet wird.

Bei Fenstersohlbänken werden die Bleche entweder mit dem Aufbuge unter die Fensterverkleidung geschoben oder an diese mit kleinen Drahtstiften dicht angenagelt. An der Vorderseite werden sie mit Drahtsplinten befestigt.

Bei Gehrungen an Fensterverdachungen u. dgl. soll das Wasser durch angelötete Zungen *a* (Fig. 9, T. 45) vom Mauergrunde abgeleitet werden.

6. Dacheindeckungen mit Blech.

a) Die Dacheindeckung mit glatten Blechen eignet sich besonders für flache Dächer, namentlich aber für kleinere Dachflächen und für solche mit vielen Verschneidungen (Turmdächer, Kuppeldächer u. dgl.). Hierbei können Kupferbleche, Zinkbleche und verzinkte Eisenbleche zur Verwendung gelangen; Schwarzbleche sind nicht zu empfehlen, weil sie trotz Anstrich bald verrosten.

Die Eindeckung kann mit Stehfalz oder mit Holzleisten nach der deutschen oder französischen Methode ausgeführt werden.

Bei der Eindeckung mit Stehfalz werden die zumeist 2 m langen und 1 m breiten Blechtafeln nach Fig. 1, T. 46, an den schmalen Seiten mit dem doppelt liegenden Falze verbunden und in durchlaufenden Bahnen (Scharen) von der Traufe bis zum Dachfirst gelegt; am Firste und an den Graten werden Stehfalze angeordnet.

Die Bahnen werden senkrecht zur Dachtraufe gelegt. Die Falze müssen so angeordnet werden, daß niemals zwei derselben aneinanderstoßen, weil sonst der Falz zu dick ausfallen würde und auch schwierig auszuführen wäre.

Die Enden der Stehfalze, welche an die Saumrinne und an die Ixen anschließen, werden zu einem liegenden Falze umgebogen (niedergeschlagen).

Die Querfalze sowie die an die Rinnen und Ixen anschließenden Falze brauchen nur einfach gefalzt werden, was aber nur bei größeren Dachneigungen ratsam ist, bei flachen Dächern könnte durch den einfachen Falz leicht Wasser durchdringen. Bei einfachen Querfalzen werden die Tafeln einzeln angeschoben und auch in den Querfalzen mit Haftblechen befestigt.

An die Dachrinne wird die Dacheindeckung häufig bloß angelötet, also nicht gefalzt. Dies ist bei flachen Dächern zu empfehlen.

Die deutsche Eindeckungsmethode (Fig. 5 a bis d, T. 42). Bei dieser Methode sind die Blechtafeln an beiden Langseiten 5·5 cm hoch aufzubiegen und an den schmalen Seiten mit einem Aufbug für den einfach liegenden Falz zu versehen (Fig. 5 d). Auf die Dachschalung werden $\frac{4}{6}$ cm starke Holzleisten in der Richtung der Dachneigung genagelt, auf deren Unter- und Seitenflächen 3—4 cm breite Haftbleche auf je 30—50 cm Entfernung befestigt sind. An diese Leisten wird nun jede einzelne Tafel mit dem Aufbuge der Langseite angeschoben und die Haftbleche, wie Fig. 5 a zeigt, über die Ränder gebogen; die Querfalze sind ebenfalls mit 2—3 Haftblechen nach Fig. 5 d zu versehen. Sind die Blechtafeln auf beiden Seiten einer Leiste gelegt, so werden die über die Leiste vorragenden Ränder nach Fig. 5 b umgebogen und darüber ein Blechstreifen (Deckleiste) nach Fig. 5 c mit dem einfachen Falze aufgezogen.

Die Eindeckung mit den 2 m langen und 1 m breiten Tafeln wird bei der Traufe begonnen und reicht in geraden, durchlaufenden Scharen oder Bahnen bis zum Firste, woselbst ebenfalls Leisten nach der ganzen Firstlänge genagelt werden, an welche die Scharen in der beschriebenen Weise anschließen. Das Gleiche geschieht auch bei den Graten. Die Ixen werden auf Tafelbreite in geraden Scharen von der Traufe bis zum Firste gelegt und an den Langseiten mit einem liegenden Falze versehen, in welchen die übrigen Bahnen mit dem einfachen Falze eingehängt werden.

Zinkbleche dürfen weder an der Traufe, noch an den Firsten, Graten und Ixen angenagelt oder zusammengelötet werden, damit die freie Bewegung der Bleche nach keiner Seite hin gehindert werde.

Diese Eindeckungsmethode eignet sich ganz besonders für flache Dächer, auch wenn diese oft begangen werden. In diesem Falle wäre aber nicht Zinkblech, sondern verzinktes Eisenblech zu verwenden, bei welchem die Quernähte genietet und gelötet werden müssen.

Die französische Eindeckungsmethode (Fig. 6 a bis c, T. 42) auf trapezförmigen Leisten ist ähnlich der deutschen Methode. Die trapezförmigen Latten (Fig. 6 a) werden so wie bei der deutschen Methode mit Haftblechen versehen und auf die gleiche Weise auf die Schalung genagelt. Die Blechtafeln werden an den Langseiten mit einem 4 cm hohen Aufbug (entsprechend der Leistenhöhe) und an den Querseiten mit dem Aufbug für einen einfach liegenden Falz versehen. Beim Eindecken werden die Tafeln an die festgenagelten Leisten geschoben, die Querfalze mit je zwei Haftblechen versehen und dann niederschlagen, schließlich werden die Haftbleche der Leisten über die Ränder der Langseite umgebogen. Firste, Grate und Ixen werden ganz wie bei der deutschen Methode behandelt. Sobald alle Bahnen (Scharen) gelegt sind, werden über die Holzleisten Kappen nach Fig. 6 b und c aufgezogen. Diese werden im oberen Teile an die Latte mit einem Nagel *n* befestigt; die unteren Teile der Kappen sind mit angelöteten Splinten *s* versehen, welche unter die festgenagelten Kappen bei *s*¹ eingeschoben werden, wodurch die Kappen auch an den unteren Seiten niedergehalten werden. Auch bei dieser Methode dürfen die Zinkblechtafeln wegen der Ausdehnung der Bleche an keiner Stelle genagelt oder gelötet werden.

Bei Anschlüssen an Mauern und Schornsteine werden die Bleche 15—25 cm hoch aufgebogen und mit Putzleisten befestigt. Bei Giebeln werden die Abschlüsse, wie früher beschrieben wurde, mit Saumstreifen oder mit Wetterleisten ausgeführt.

Die Eindeckung mit glatten Tafeln erfordert eine vollkommene Einschalung, die besonders bei Zinkblech keine Unebenheiten haben darf, da sich das Zinkblech — durch die Sonnenhitze erwärmt — diesen Unebenheiten anschmiegt und so förmliche Wassersäcke an der Dachhaut entstehen würden, welche bei den Verbindungen, namentlich bei Querfalzen und flachen Dächern ein Durchdringen des Wassers leicht herbeiführen könnten. Die Eindeckung mit Eisenblech oder mit verzinktem Eisenblech kann wohl auch auf einer engen Einlattung vorgenommen werden, doch soll man dies womöglich vermeiden, weil beim Betreten des Daches

auch hier Einsenkungen zwischen den Latten entstehen. Wird dennoch auf eine Einlattung gedeckt, so müssen alle Querfalze durchaus aufrufen, man muß daher unter dieselben auf die Länge der Falze Latten oder Bretter annageln.

b) Die Eindeckung mit Wellblech (am besten aus verzinktem Eisenblech). Diese Eindeckung erfordert keine Einschalung und kann entweder auf 30—80 cm weiter Einlattung oder auf eisernen Pfetten ausgeführt werden.

Die normale Dachneigung für Wellblechdächer ist 1 : 5.

Die Verbindung der Bleche untereinander geschieht der Länge und Breite nach durch einfache, 5—8 cm breite Übergreifung und Vernietung an den Wellenbergen (Fig. 2 B, T. 46).

Die Befestigung der Wellblecheindeckung erfolgt mittels starker Haftbleche, welche an die Wellenberge genietet und an die Latten genagelt oder an eiserne Pfetten genietet werden (Fig. 2 A, T. 46). Bei jeder Nietung sind auf beiden Seiten der Bleche starke, runde Blechplättchen mit anzunieten, welche ein Durchreißen der Nietenköpfe verhindern. Es sollen nur verzinkte Eisen- oder Kupfernieten verwendet werden.

Die Dachrinnen und Dachixen werden auch bei Wellblechdächern auf die früher beschriebene Art mit glatten, jedoch starken Blechen hergestellt und deren Ränder an die Dachlattung genagelt, auf die eisernen Pfetten aber genietet. Die Wellbleche übergreifen die Ränder der Ixen und Rinnen um 8 cm und werden auf je 20—25 cm mit angenieteten und über die Wellentäler gebogenen Haftblechen niedergehalten. Wenn möglich, sollen die Ixen und Rinnen auf eine Dachschalung gelegt werden. Für Wellblechdächer eignet sich am besten die Anwendung von Kasten- und Hängerrinnen.

An den Graten und Firsten stoßen sich die Wellbleche stumpf aneinander und sind dort mit glatten Firstblechen zu überdecken, deren Ränder an die Wellenberge genietet und in die Wellentäler eingebogen werden.

Die Wellblecheindeckung besitzt eine große Tragfähigkeit, die durch die Verwendung von bombiertem Wellblech (bei gekrümmten Dachflächen) noch vermehrt werden kann. In diesem Falle können die Unterstützungen (Pfetten) bis auf 1 m, bei größeren Wellentiefen selbst bis auf 1·50 m Entfernung angeordnet werden.

c) Die Eindeckung mit Rinnblechen (Fig. 3, T. 46) geschieht im allgemeinen sowie die Eindeckung mit Wellblechen. Die Rinnbleche besitzen infolge ihrer flach geformten Wellentäler ein festeres Lager auf den Dachflächen und ermöglichen dort ein besseres Anschmiegen der Haftbleche, namentlich bei Überdeckung der glatten Dachixen und Rinnen. Ihre Anwendung ist aber eine ziemlich beschränkte.

d) Die Eindeckung mit Blechtaschen aus Zink- oder verzinktem Eisenblech geschieht mit 41·5 cm langen, 22 cm breiten, 0·5 mm dicken, wellenartig mehr oder minder stark gepreßten Tafeln, welche mit Übergreifung durch Hafte und Nägel an eine Einlattung befestigt werden. Die Ausführung ist im übrigen ähnlich wie bei der Wellblecheindeckung. Es ist dies ein leichtes und billiges Deckmaterial, erfordert aber etwas steilere Dachflächen, mindestens 1 : 4.

e) Die Eindeckung mit Wellenschiefer, Patent Beschorner in Wien (Fig. 4 A bis G, T. 46). Der Wellenschiefer besteht für eine gewöhnliche Dacheindeckung aus quadratischen Blechtafeln (Fig. 4 B) von 27 cm Seitenlänge, die innerhalb der flachen Ränder wellenförmig gepreßt sind. Sie werden aus Zink-, verzinktem Eisen- oder Kupferblech erzeugt, in diagonaler Richtung auf eine 16·3 cm weite, horizontale Dacheinlattung gelegt und mit zweiseitigen Nägeln befestigt. An den Dachrändern werden sie in die Nuten von eigens hiefür zugebogenen „Randblechen“ eingeschoben. Die eingepreßten Wellen machen die Tafeln steifer, leiten das Wasser rascher ab und geben auch den Dachflächen ein schönes Aussehen.

Der ebene, flache Rand der Tafeln gestattet ein gleichmäßiges Anschmiegen der anschließenden Platten.

Der Anschluß an die Saumbleche der Dachtraufe erfolgt mit besonderen, am unteren Rande falzartig umgebogenen halben Wellenschiefern (Fig. 4 *A*), welche in das Saumblech I (Fig. 4 *G*) einfach einzuhängen sind. Beim Abschlusse an den Ort-, First- und Gratsäumen sowie bei Rauchschloten und Giebelmauern werden ganze Wellenschiefer entsprechend zugeschnitten und in die Nut der falzartig gebogenen Überdeckungsbleche (Saumbleche), Fig. 4 *D* bis *F*, eingeschoben.

Die Befestigung der Wellenschiefer erfolgt mit zweiteiligen Nägeln (Splinten), und zwar nur in den vorhandenen Löchern derart, daß mit einem Nagel gleichzeitig drei Tafeln und noch ein oben aufzulegendes Haftblech festgehalten werden. Der Kopf des Nagels wird von der darüber liegenden nächsten Platte gedeckt, über deren Rand dann das festgenagelte Haftblech gebogen wird, wodurch auch die vierte Ecke jeder Tafel festgehalten wird.

Die Deckarbeit selbst ist sehr einfach und erfolgt auf nachstehende Art: Nachdem die Dachränder mit den Saumblechen (Fig. 4 *D* bis *G*) entsprechend eingefast sind, wird in einer Ecke an der Traufe mit den halben Wellenschiefern 1 und 2 (Fig. 4 *C*) begonnen, sodann wird der ganze Wellenschiefer 3 gelegt, dann anschließend an den Ortsaum ein halber Wellenschiefer 4 entsprechend zugeschnitten und in die Nut des Saum-Giebelbleches eingeschoben; erst dann wird in die übereinanderliegenden Löcher der Wellenschiefer 1, 3 und 4 ein Nagel mit einem oben aufzulegenden Haftblech durchgesteckt und eingeschlagen. Sodann wird die Eindeckung mit den Wellenschiefern 5 und 6 und die nächste Schaar in genau diagonaler Richtung, das heißt unter einem Winkel von 45° auf die gleiche Weise fortgesetzt. Die diagonale Richtung ist durch Linien genau vorzuzeichnen und bei der Eindeckung stets einzuhalten. Die geteilten Wellenschiefer werden nur dort mit einem Nagel festgenagelt, wo ein Loch vorhanden ist, während der andere Teil von der Nut der Überdeckungstreifen festgehalten wird.

Diese Eindeckung kann auch auf diagonaler Lattung oder auf eisernen Pfetten ausgeführt werden; in letzterem Falle werden die Nägel in entsprechende Durchlochung der eisernen Pfetten gesteckt und an der unteren Seite umgebogen.

Für 1 m^2 Dachfläche sind 18·2 Stück Wellenschiefer erforderlich, welche aus Zinkblech 5·60 *kg* und aus verzinktem Eisenblech 6·55 *kg* wiegen.

Die geringste für diese Eindeckung noch zulässige Dachneigung ist 1 : 15.

Für kleinere Dachflächen (Erker, kleine Kuppeln) werden auch Wellenschiefer (Fischschuppen- und Rautenschiefer) von 20 *cm* Seitenlänge hergestellt, wovon 37 Stück für 1 m^2 erforderlich sind.

Diese Dacheindeckung ist sehr dauerhaft, dicht, schön, leidet nicht von Stürmen, erfordert fast gar keine Reparatur und nur schwache Dachstühle; sie ist daher bei exponierten, den Stürmen stark ausgesetzten Objekten besonders zu empfehlen.

f) Die Eindeckung mit Hilgerschen Patentdachpfannen. Diese in drei Größen (22·5/81·5, 45/81·5 und 75/81·5 *cm*) hergestellten, nach Fig. 5 *a* und *b*, T. 46, gepreßten Pfannen sind aus 0·62 *mm* starkem, verzinktem Eisenblech ganz gleichmäßig groß erzeugt; 1 m^2 fertige Eindeckung wiegt 6·3 *kg*. Die Eindeckung kann auf einer Einlattung oder Einschalung vorgenommen werden.

Die Pfannen liegen mit den eingepreßten Wellen senkrecht zur Dachtraufe, übergreifen sich an den schmalen Seiten 5—8 *cm* und an den Langseiten um die Wellenbreite. Die übergreifenden Pfannen werden in den vorhandenen Löchern entweder mit Nägeln (Fig. 5 *d*) festgenagelt und die Spitzen der Nägel im Dachraume umgebogen oder mit Holzschrauben festgeschraubt (Fig. 5 *e*). Unter die Schrauben- oder Nagelköpfe werden zur Abdichtung kleine Bleiblechscheiben eingelegt.

Wird auf einer Einlattung gedeckt, so sind unter die Quernähte der Pfannen 10 *cm* breite Latten, zwischen diesen solche von 5 *cm* Breite anzuordnen; die Lattendicke beträgt 3 *cm*.

Zur Eindeckung der Firste und Grate dienen die nach Fig. 5 *f* geformten First- und Gratbleche.

Zur Beleuchtung des Dachbodenraumes werden Dachfenster aus verzinktem Eisenblech geliefert, die der Größe der verwendeten Pfannen angepaßt sind und mit diesen einfach in die Dachfläche eingedeckt werden.

g) *Quoilinsche Metalltafeldeckung*. Diese in Fig. 6, T. 46, dargestellte Eindeckung besteht aus einem System zusammenhängender, trapezförmiger, durch Pressung versteifter und an den Rändern mit einem einfach liegenden Falz versehener Tafeln (Fig. 6 *a* und *b*). Diese werden aus Eisenblech erzeugt und in fertigem, gepreßtem Zustande verzinkt. Sechs Stück à 1.2 *kg* gehen auf 1 *m*².

Die Eindeckung erfolgt gewöhnlich auf einer 40 *cm* weiten, horizontalen, 3/8 *cm* starken Einlattung, kann aber auch auf einer Einschalung oder auch kombiniert (Latten auf Einschalung) bewirkt werden. In letzterem Falle befindet sich zwischen den Latten eine gegen Sonnenhitze und Kälte isolierende Luftschichte.

Mit der Einlattung wird am Firste begonnen. Die erste Latte ist entsprechend der Breite der Firstbleche (zirka 10 *cm* vom Firstrand) festzunageln; die übrigen Latten werden auf 40 *cm* Entfernung gegen den Saum ausgeteilt; der restliche Teil ist maßgebend für die Breite des Saumbleches.

Die Eindeckung beginnt mit den Saumblechen (Fig. 6 *k*), welche am oberen Rande mit dem Abbug für einen einfach liegenden Falz versehen und mit Haftblechen (Fig. 6 *c*) befestigt werden. In diesen Abbug werden die Tafeln in horizontaler Reihe abwechselnd ein Eindecker (2) und ein Überdecker (1) eingehängt und alle Überdecker am oberen Rande mit zwei Haftblechen befestigt. Die übrigen Reihen werden in den Abbug der unteren Reihe eingehängt und wieder bei jedem Überdecker mit zwei Haftblechen festgenagelt.

Es sind also bloß alle Überdecker mit je zwei Haftblechen an die Latten befestigt, während die Eindecker durch den schräg liegenden Falz von den Überdeckern festgehalten werden.

Die Ixen werden mit glattem, verzinktem Eisenblech ausgelegt, an den beiden Rändern nach Fig. 6 *f* gebogen und an ein über die Ixenfläche erhöhtes Brett festgenagelt. Die anschließenden Metalltafeln sind passend zuzuschneiden und in den Falz eines nach Fig. 6 *h* gebogenen Blechstreifens (Falzrahmens) einzuschieben. Dieser Falzrahmen hat auf je 65 *cm* Entfernung Schlitze, durch welche die aus verzinktem Eisen hergestellten Niederhalter (Fig. 6 *g*) gesteckt und nach Fig. 6 *f* mit zwei Nägeln an die Schalung befestigt werden; außerdem sind zwischen diesen Schlitzten vier runde Löcher, durch welche das in den Falz eingedrungene Wasser abfließen kann. Die Niederhalter dienen dem unteren Teile des Falzrahmens als Auflager und gleichzeitig auch zur Befestigung desselben.

An den Graten werden die Tafeln auf 8 *cm* von der Gratlinie entfernt, gleichlaufend mit dieser abgeschnitten und in einen Falzrahmen (Fig. 6 *d*) eingeschoben. Der Grat selbst wird mit einem in die beiden Falzrahmen eingeschobenen Blechstreifen überdeckt.

Zur Überdeckung des Firstes wird wie bei den Graten eine an den Rändern abgebogene Firstkappe (Fig. 6 *e*) verwendet, welche in die Ränder der Überdecker einzuschieben ist.

An Giebelsäume sollen womöglich Überdecker anschließen, die in die Hälfte geschnitten und nach Fig. 6 *l* in den Falz eines entsprechend abgebogenen Giebelstreifens eingehängt werden.

Die Rauchfänge werden mit glatten Blechen eingefast; die Einfassung muß dabei stets ein Vielfaches der Breite und Länge der Tafeln betragen und an den Rändern mit dem entsprechenden Falze zum Einhängen in die Metalltafeln versehen sein.

Für diese patentierte, ziemlich dauerhafte und sturmsichere Eindeckung hat die Firma *E ch i n g e r & F e r n a u* in Wien die Generalvertretung für Österreich übernommen.

E. Reparatur der Spenglerarbeiten.

Die meisten Reparaturen kommen bei den Rinnennähten und bei Einlaufstutzen vor, daher ist schon bei der Neuherstellung auf ein sorgfältiges, doppeltes Nieten und festes Löten der Nähte und auf gut eingelötete, starke Saum- und Rinnenstutzen ein besonderes Augenmerk zu richten.

Eine alte, schadhafte Lötnaht läßt sich nicht mehr dauerhaft löten, weil man zwischen der Naht die Bleche nicht blank schaben kann. Man müßte über die Naht einen schmalen Blechstreifen auflöten oder besser dieselbe doppelt nieten und mit Ölkitt und Ölfarbe verdichten.

Kleinere, schadhafte Stellen bei Einlaufstutzen werden entweder direkt oder mit kleinen, angelöteten Blechstücken überlötet; ist aber die Lötnaht beim Stutzen sehr schadhafte, so soll immer ein neuer Stutzen aus starkem Zinkblech an Stelle des alten eingesetzt werden.

Schadhafte Stellen bei Zinkblech oder verzinktem Eisenblech werden mit überlöteten Zinkblechstücken abgedichtet; bei Eisenblechdächern kann man die Blechstreifen nur an die Schalung nageln, wobei aber die Blechränder über die Nagelköpfe gebogen und gut mit Ölkitt verkittet werden sollen.

Zur Konservierung der Dacharbeiten aus Eisen- oder Weißblech müssen diese Bleche sowie alle Eisenbestandteile überhaupt mit guter Ölfarbe gestrichen sein und der Anstrich mindestens alle drei Jahre erneuert, vorher aber alle Rostflecken gut abgeschabt werden. Die Rinnen sollen jährlich einmal gut ausgekehrt werden, damit der in denselben lagernde Schutt und Staub den Wasserlauf nicht hindere.

Schadhafte Stellen an Kupferrinnen sollen mit Kupferblechstücken dicht übenietet und gelötet werden. Bei Kupferdächern sind die schadhafte Stellen mit kleinen Kupferblechstücken zu überlöten; auf keinen Fall dürfen die darunter befindlichen Bleche ausgestemmt oder ganze Tafeln ausgeschnitten und durch anderes Material ersetzt werden.

Vom Winde abgetragene Dächer müssen umgedeckt werden, das heißt die Falze werden durchgehauen, die Tafeln beschnitten und so wieder zum Eindecken verwendet; das fehlende Material wird durch neue Tafeln ersetzt, die aber nicht mit den alten vermengt werden sollen, sondern getrennt an einer Stelle anzubringen sind.

Bei einem Dachbrande ist auf das leichte Schmelzen der Zinkbleche Bedacht zu nehmen, weil man durch Herabtropfen des geschmolzenen Metalles schwer verletzt werden kann. Die nicht geschmolzenen, jedoch stark erhitzten Zinkbleche werden meistens sehr spröde, sind daher nur mehr zum Verschmelzen brauchbar.

Das Auftauen eingefrorener, freiliegender Wasserabfallrohre kann auf folgende Weise ganz leicht bewirkt werden: Man fertigt aus Eisenblech einen dem Rohrdurchmesser entsprechenden, halbzylinderförmigen Behälter, dessen Wände mit $\frac{3}{5}$ cm großen Schlitzern mehrfach durchbrochen sind und welcher mit einer scharnierartig befestigten Handhabe (1—3 m lange Holzstange) versehen ist. Der Behälter wird mit glühenden Holzkohlen gefüllt, mit der inneren Mantelfläche an das eingefrorene Rohr gehalten und längs desselben langsam auf- und abwärts bewegt, so daß dadurch das im Rohre befindliche Eis von unten nach oben langsam geschmolzen wird.

Steht ein kleiner, transportabler Dampferzeugungsapparat zur Verfügung, so kann das Auftauen auch durch Einleitung von Dampf in das Abfallrohr, und zwar von unten aus erfolgen.

Das Hineinschütten von heißem Wasser, von starkem Salzwasser u. dgl. hat meistens nur bei kurzen Rohren einen Erfolg.

Das Auftauen mit der Lötlampe, welche bloß einzelne Stellen, diese aber so stark erhitzt, daß Zinkrohre dadurch leicht Schaden erleiden, kann weniger empfohlen werden und wird besonders bei langen Rohren auch meistens ohne Erfolg bleiben.

Das Abnehmen der Rohre und Auftauen derselben über dem Lötkessel ist zu umständlich und können die eingefrorenen Zinkrohre dabei leicht gebogen werden.

F. Übernahme von Spenglerarbeiten.

Bei derselben ist folgendes zu beachten:

1. Die fachgemäße Wahl der richtigen Blechgattungen und der erforderlichen Blechdicken; Eisenblech soll per m^2 mindestens 4·6 und verzinktes Eisenblech 5 kg wiegen.

2. Die Bleche müssen gleichmäßig dick, glatt und glänzend, ohne Wellen, Abblätterungen, Blasen oder Risse sein. Sie sollen bei einem mehrmaligen, scharfen Biegen an der Kante nicht brechen, also nicht spröde sein.

3. Gute, fachgemäße Verbindung aller Nähte; besonders die Rinnennähte müssen doppelt genietet und die Nähte sowie die Nietköpfe auch gelötet sein.

4. Bei keiner Blechgattung dürfen an den Dachflächen Nagelköpfe sichtbar sein. Einzelne verlötete Köpfe müssen mit Blechplättchen gut überlötet werden.

5. Der Ausdehnung, besonders der Zinkbleche muß genügend Rechnung getragen werden; daher sollen Lötungen und Nagelungen nur dort stattfinden, wo dieser Bedingung nicht zuwider gehandelt wird.

6. Eisenbleche sind auf beiden Seiten zweimal mit Ölfarbe zu streichen, die übergreifenden Enden sollen noch vor dem Befestigen zweimal mit Miniumfarbe gestrichen werden.

G. Verdienstberechnung für Bauspenglerarbeiten.

Diesbezüglich sind folgende allgemein gültige Normen maßgebend:

1. Arbeiten nach Längensmetern werden stets nach der größten Längendimension gemessen. Bei Dachrinnen, Blechröhren u. dgl. sind im Preise auch die Haken inbegriffen. Bei Dunstrohren wird das Dachel bis zum höchsten Punkte mit dem Rohre gemessen, daher nicht separat vergütet, wenn nicht ein besonderer Sauger angeordnet wird.

2. Die Dachflächen werden mit ihrem wirklichen Ausmaße, also ohne Entwicklung der Falze oder Leisten gemessen, dagegen werden die Saumstreifen und das darüber gelegene Saumblech separat gemessen.

3. Bei Blechdächern werden die Dachfenster und Schlotte bis 2 m^2 Größe von der Dachfläche nicht abgezogen; bei Schloten wird der aufrechtstehende Blechteil außerdem separat berechnet.

4. Bei Gesimsindeckungen wird für jede Wiederkehr die Größe des Vorsprunges der Gesamtlänge zugeschlagen.

5. Gesimsstirnbleche werden mit der größten Horizontal- und Vertikaldimension nach m^2 berechnet.

6. Bei allen Arbeiten ist außer der Lieferung auch die vollkommene Anarbeitung am Objekte samt Beigabe aller hiezu erforderlichen Hafte, Nägel, Haken usw. inbegriffen.

7. Für alle Schäden, welche durch die Verwendung des Lötovens entstehen, ist der Kontrahent verantwortlich zu machen.

XIV. Dacheindeckungen.

(Tafel 47—50.)

Die Dacheindeckung muß die Gebäude vor dem Eindringen von Niederschlägen, Wind usw. schützen. Dies bedingt, daß das Eindeckungsmaterial undurchlässig und wetterbeständig sei und sturmsicher befestigt wird. Meist wird auch Feuersicherheit des Materials verlangt.

Je dichter und glatter die Oberfläche der Dachdeckmaterialien ist, desto rascher wird das Niederschlagswasser abgeleitet werden und desto geringer kann die Dachneigung sein.

A. Stroh- und Rohrdächer.

Diese Eindeckung besteht darin, daß 1·00—1·30 *m* lange, 0·15 *m* dicke Stroh- oder Schilfrohrbündeln auf parallel zur Traufe angeordnete Latten oder Stangen so angebunden werden, daß sie sich um 0·40—0·60 *m* übergreifen. An den Graten und Ixen werden diese Bündel fächerartig aufgebunden. Dies erfolgt z. B. am Firste so, daß über die obersten, quer über den First gelegten Stroh- oder Schilfrohrbündeln eine Stange aufgebunden und über diese, fächerartig geteilt, die letzten Bündel aufgesetzt und befestigt werden (Fig. 1, T. 47).

Die Dachneigung darf nicht kleiner als 1 : 1 gemacht werden.

Stroh- und Rohrdächer sind leicht, sehr dauerhaft und als schlechte Wärmeleiter im Sommer kühl und im Winter warm. Wegen ihrer Feuergefährlichkeit sind sie aber nur am Lande bei exponierten Gebäuden gestattet. Manchmal finden auch solche Dächer zur Eindeckung von feldmäßigen Bauten wie Baracken, Lagerhütten usw. vorteilhaft Anwendung.

B. Holzdächer.

1. Bretterdächer.

Die Bretter können entweder parallel oder senkrecht zur Traufe verlegt werden.

Wenn die Bretter, wie in Fig. 2 *a*, T. 47, parallel zur Traufe liegen, werden sie mit 8 *cm* Übergreifung direkt auf die Dachsparren genagelt. Unter das erste Brett an der Traufe müssen zur Erreichung der gleichmäßigen Neigung bei jedem Dachsparren Keile *a* gelegt werden. Am Firste greift das oberste Brett an der Wetterseite um 8 *cm* vor. Die Grate werden auf die gleiche Weise, jedoch mit eigenen, schmalen Brettern abgedeckt.

Es ist gut, die Bretter mit dem Kern nach unten anzunageln, damit sie sich beim Schwinden nach auswärts krümmen und keine Rinnen bilden können (Fig. 2 *b*, T. 47).

Liegen die Bretter mit ihrer Längenrichtung senkrecht zur Traufe (Fig. 3 *a* und 4 *a*, T. 47), so müssen auf die Dachsparren zuerst Pfetten (Latten oder schmale Bretter), und zwar bei jedem Stoße, sonst aber auf zirka 1·50 *m* Entfernung genagelt werden.

Auf diese Pfetten können sodann die Deckbretter entweder so gelegt (gestürzt) werden, daß sie sich an den Langseiten überall 5 *cm* übergreifen (Fig. 3 *b*, T. 47) oder so, daß sie an den Langseiten mit 1—1·5 *cm* breitem Spielraum zusammenstoßen und diese Stöße dann mit Latten überdeckt werden (Fig. 4 *b*, T. 47); im letzteren Falle ist es gut, an den Rändern der Bretter Rinnen auszuhobeln, welche das Dachwasser von den Fugen fernhalten und zur Traufe ableiten. Die Deckbretter sind bei jedem Pfettenaufleger mit zwei Nägeln so zu nageln, daß jeder Nagel beide Brettlagen an der Pfette festhält.

An den Firsten und Graten stoßen die Deckbretter stumpf aneinander. Darüber werden durchlaufende, schmale Bretter so genagelt, daß das eine, an der Wetterseite liegende Brett über die Kante des anderen 5—8 cm vorragt (Fig. 3 a und 4 a, T. 47).

Bei gestürzter Bretterlage und ungleich breiten Brettern (Fig. 3 a, T. 47) soll die untere Lage Bretter mit den breiteren Enden gegen die Traufe, die obere Bretterlage dagegen mit den breiteren Enden gegen den First verlegt werden. Außerdem sollen die Bretter aber auch so liegen, daß beim Schwinden die untere Brettlage in der Dachfläche konkav, die obere aber konvex aufbiegen muß, also die untere Lage mit dem Kernholze nach oben, die obere umgekehrt.

Zur Konservierung der Deckbretter können dieselben in der Dachfläche gehobelt oder mit einem Teer- oder Karbolinemanstrich versehen werden.

2. Schindeldächer.

Diese in Fig. 5 und 6, T. 47, dargestellte Eindeckung wird mit den im I. Band beschriebenen Dachschindeln in der Weise hergestellt, daß letztere in horizontalen Reihen (Scharen) mit entsprechender Übergreifung auf eine 2,5/5 cm starke Einlattung festgenagelt werden. Hierbei greifen die einzelnen Schindeln an ihren Langseiten mit Nut oder Feder ineinander. Jede Schindel wird am unteren Rande mit einem 5 cm langen Schindelnagel, der auch die unterhalb liegenden Schindeln durchdringt, festgenagelt, so daß durch jeden Nagel alle an der betreffenden Stelle übereinander liegenden Schindeln an der Lattung festgehalten werden.

Die Eindeckung kann entweder eine einfache oder eine doppelte sein. Bei der einfachen Eindeckung übergreift die obere Schindelreihe die untere um 8—15 cm (Fig. 5, T. 47). Bei der doppelten Eindeckung liegen die Schindelreihen durchaus doppelt, an den Übergreifungsstellen aber auf 5 cm dreifach übereinander (Fig. 6 a, T. 47).

Die Einlattung wird mit einer der Schindellänge entsprechenden Lattenweite nach einem „Sperrmaße“ mit durchaus gleicher Entfernung auf die Dachsparren genagelt. Die Lattenweite L ist bei einfacher Eindeckung $= l - \ddot{u}$ und bei doppelter $= \frac{1}{2} \times (l - \ddot{u})$, wobei l die Schindellänge und \ddot{u} die Breite der Übergreifung der einzelnen Schindelreihen bedeutet.

An der Dachtraufe werden die Schindeln doppelt gelegt und wird die erste Latte etwas breiter und stärker gehalten (Fig. 5, T. 47) oder es wird auf die Gesimskante ein Staubladen gelegt, über welchen die erste Schindelreihe zirka 10 cm vorspringt (Fig. 6 a, T. 47).

Die Lage der Schindeln auf den Dachflächen wird so bestimmt, daß deren Achsen nicht ganz in die Richtung der Dachneigung fallen, sondern etwas gegen diese geneigt sind und die Nuten der Schindeln stets an der unteren Seite zu liegen kommen, damit das Dachwasser nicht in die Nut hinein, sondern von derselben abfließen kann. Im übrigen sollen die Nuten und Federn der Schindeln gut ineinander passen, möglichst voll auf Fug gelegt werden und die Nuten abseits der Wetterseite liegen (Fig. 6 b, T. 47).

Die Eindeckung beginnt an der Traufe mit einer doppelt, mit Fugenwechsel übereinander liegenden Schindelreihe und endet am Firste ebenfalls mit einer doppelten Schindelreihe, welche an der Wetterseite die Firstlinie um 8 cm überragt.

Bei den Ixen und Graten werden die Schindeln an ihrer Federseite zugespitzt und fächerartig mit sogenannten Auslauf- oder Einlaufscharen gelegt (Fig. 6 c, T. 47), wenn man es nicht vorzieht, diese Stellen mit Blech abzudecken.

In manchen Gegenden sind auch größere, nicht genutete Dachschindeln gebräuchlich (z. B. in Bosnien). Mit solchen Schindeln kann eine Eindeckung in diagonalen Reihen, ähnlich der einfachen Schiefereindeckung, empfohlen werden.

Schindeldächer sind gut und leicht, aber feuergefährlich, daher nur für exponierte Gebäude am Lande zulässig. Schindeleindeckung wird häufig auch als Unterlage für Schiefereindeckungen angewendet, z. B. bei Kuppeldächern, um die durch die Fugen der Schiefereindeckung eindringenden Niederschläge abzuleiten.

Schindeldächer haben eine Dauer von 15—20 Jahren, die durch einen öfter aufzutragenden Teeranstrich auch noch verlängert werden kann. Ein Anstrich mit Wasserglas erhält das Schindeldach ebenfalls auf längere Zeit und schützt es gegen Flugfeuer.

C. Ziegeldächer.

Diese sind im allgemeinen feuersicher, dauerhaft, aber ziemlich schwer, erfordern daher stärkere Dachstühle.

Nach der Form der Dachziegel unterscheidet man: die Flachziegel-, die Hohlziegel- und die Falzziegeleindeckung.

1. Eindeckung mit Flachziegeln.

Bei dieser werden die flachen Dachziegel (Fig. 21, T. II) in horizontalen Reihen übereinander gelegt, wobei jeder Ziegel mit seiner Nase an der Dachlattung hängt. Die einzelnen Reihen übergreifen sich dann entweder so, daß die Ziegel teilweise nur einfach liegen, wie bei der einfachen Dachziegeleindeckung oder dem einfachen Ziegeldach (Fig. 7, T. 47) oder es liegen die Ziegel überall doppelt und an den Übergreifungsstellen dreifach, wie bei der doppelten Dachziegeleindeckung oder dem doppelten Ziegeldach (Fig. 8, T. 47). Das einfache Ziegeldach kann auch mit doppelten Schichten ausgeführt werden, so daß bei der Übergreifung vier Ziegel übereinanderliegen; diese Eindeckungsart gibt das Kronendach.

Bei allen drei Methoden werden die Ziegel in horizontalen Reihen auf eine Einlattung „voll auf Fug“ gelegt und gut aneinander angeschlossen. Sie können trocken oder auch in Mörtel verlegt werden.

Die zirka $\frac{4}{6}$ cm starken Dachlatten werden bei Benützung eines Sperrmaßes an die Sparren genagelt. Die Lattenentfernung L beträgt bei einfachen Ziegeldächern und Kronendächern $L = l - \ddot{u}$ und bei doppelten Ziegeldächern $L = \frac{1}{2}(l - \ddot{u})$, worin l die Ziegellänge und \ddot{u} die Übergreifung der einzelnen Ziegelreihen bedeutet. An der Traufe müssen zur Erzielung der gleichen Ziegelneigung etwas stärkere Latten angeordnet sein.

a) Die einfache Eindeckung, Spließdach genannt.

(Fig. 7, T. 47.)

Bei dieser liegen die Ziegelscharen nur am Firste und an der Traufe doppelt, sonst übergreifen sich die einzelnen Ziegelreihen um je 8—12 cm; im übrigen Teile liegen sie dagegen nur einfach; bei den Stößen der einfachen Lage kann daher Regenwasser teilweise in den Dachraum eindringen. Man kann dies allerdings dadurch zum Teil verhindern, daß unter die Stoßfugen schwache Holzspäne (Spließen), Dachpappestreifen oder schmale Blechstreifen gelegt werden, wodurch die Eindeckung jedoch verteuert und eine gründliche Abhilfe dennoch nicht erreicht wird. Die Grate und Firste werden mit in Mörtel gelegten Hohlziegeln, die Ixen mit Blech abgedeckt.

Ist der untere Rand der Ziegel keil-, halbkreis- oder segmentförmig (Biberschwänze), so wird die Eindeckung nicht voll auf Fug, sondern „Fug auf Fug“ angeordnet, weil sonst das an der tiefsten Stelle jedes Dachziegels abfließende Wasser gerade bei der Fuge des darunterliegenden Ziegels abrinnt und durch diese in den Dachraum eindringen würde.

b) Die doppelte Eindeckung, Doppeldach genannt.

(Fig. 8, T. 47.)

Bei dieser liegen an der Traufe und am Firste zwei Ziegelscharen so übereinander, daß sie sich vollkommen decken; zwischen First und Traufe greift jede Ziegelschar über die nächst untere so weit vor, daß die Ziegel überall doppelt, oben den Latten aber auf 5—8 cm Breite dreifach übereinander liegen. Nachdem die Ziegel voll auf Fug liegen — alle Fugen daher vollkommen gedeckt sind — so ist diese Eindeckung bei genügender Dachneigung vollkommen wasserdicht und ziemlich widerstandsfähig gegen Stürme.

Das Doppeldach kann entweder ganz in Mörtel oder trocken ausgeführt werden. Im letzteren, häufiger vorkommenden Falle werden aber die Ränder aller Dachflächen auf 0.50 m Breite dennoch in Mörtel gelegt. Der Mörtel wird in der Art verwendet, daß auf die zu überdeckende Schar ein zirka 6 cm breiter Streifen eines guten, fetten Weißkalkmörtels aufgetragen, die obere Ziegelschar in diesen Mörtel eingedrückt und der überflüssige Mörtel mit der Kelle abgestrichen wird.

Bei den Firsten und Graten werden die Dachziegel nach Bedarf zugehauen und so gelegt, daß sie stumpf aneinander anstoßen. Die Fuge selbst wird dann mit einer in Mörtel gelegten Reihe von Hohlziegeln gedeckt.

Bei Ixen sollen die Ziegel ganz in Mörtel gelegt werden, besser ist es aber, die Ixen mit Blech abzudecken.

Die trockene Eindeckung soll immer vom Dachraume aus verstrichen werden, wozu meist fetter Weißkalkmörtel mit einer Beimengung von Kuhhaaren verwendet und in die Fugen eingestrichen wird.

c) Das Kronendach.

Bei diesem werden immer zwei Ziegelscharen voll auf Fug übereinander auf einer Latte aufgehängt und jede Doppelschar übergreift die nächst untere um zirka 8 cm. Es liegen also in der Übergreifung die Ziegel vierfach, sonst aber doppelt. Die Einlattung wird wie bei der einfachen Eindeckung, jedoch mit etwas stärkeren Latten ausgeführt. Auch bei dieser Eindeckung sind alle Fugen gedeckt, wodurch bei hinreichender Dachneigung ein vollkommen dichtes Dach geschaffen wird. Diese Eindeckung ist schwerer als das Doppeldach, erfordert mehr Dachziegel und leidet auch mehr vom Winde, ist daher weniger gebräuchlich.

Beim Kronendach, welches immer in Mörtel gelegt sein soll (böhmische Eindeckung), werden die Mörtelstreifen (Querschläge genannt) nur zirka 2 cm breit gelegt und in jeden frisch aufgelegten Querschlag die nächste Ziegelschar eingedrückt; manchmal werden auch die Stoßfugen in Mörtel gelegt, ein Verstreichen der Fugen von innen ist dann nicht notwendig. Die Grate und Firste werden mit Hohlziegeln wie beim Doppeldach überdeckt.

2. Eindeckung mit Hohlziegeln (italienisches Ziegeldach).

(Fig. 10, Taf. 47.)

Diese Eindeckung wird in südlichen Gegenden und nur mit flachen Dachneigungen auf zweierlei Arten ausgeführt, und zwar:

Bei der ersten Art (Fig. 10 a) werden auf eine 30 cm weite Einlattung 30/30 cm große Plattenziegel voll auf Fug gelegt, so daß sie dicht aneinanderschließen und in der Lattenmitte zusammenstoßen. Darauf kommen in Mörtel gelegt zwei Lagen Hohlziegel derart, daß die untere Lage mit der konkaven und die obere Lage mit der konvexen Seite nach oben zu liegen kommt. Die Zwischenräume werden mit Mörtel und Ziegeltrümmern voll ausgefüllt. Diese Eindeckungsart ist sehr schwer und auch teuer.

Bei der zweiten Art (Fig. 10 b) entfällt die Plattenziegellage und werden die Hohlziegel der unteren Lage zwischen senkrecht zur Traufe genagelte Latten gelagert, die Ziegel der oberen Lage wie früher darüber gelegt. Die Zwischenräume sind wieder mit Mörtel auszufüllen.

Die Firste und Grate werden bei beiden Arten mit konvex nach oben liegenden Hohlziegeln überdeckt. In den Ixenlinien werden mit diesen Hohlziegeln durchlaufende Rinnen gebildet und über diese Rinnen die Eindeckung vorspringen gelassen. Besser ist es aber, die Ixen mit Blech auszudecken und die Hohlziegeleindeckung 8 cm darübergreifen zu lassen.

Abarten dieser Hohlziegeldächer sind die Pfannendächer bei denen Wellenziegel nach Fig. 21 d, T. II, zur Verwendung gelangen und Krämpziegeldächer aus ähnlichen, sogenannten Krämpziegeln.

3. Eindeckung mit Falzziegeln.

Falzziegel sind an den Rändern mit Leisten und Falzen versehene Ziegel die passend ineinandergreifen und so ohne Anwendung von Mörtel oder sonstigen Dichtungsmitteln bei entsprechender Dachneigung eine dichte Eindeckung ergeben.

Sie werden aus rein geschlemmtem Tone erzeugt und unter hohem Drucke gepreßt, sind daher in der Masse sehr dicht und gleichmäßig und in Form und Größe ganz gleich. Sie sind gewöhnlich 42×22 cm groß, doch werden sie auch in anderen Dimensionen erzeugt.

Die Falzziegel können entweder auf allen vier Seiten (Fig. 11, T. 47) oder bloß an den beiden Langseiten (Fig. 12, T. 47) in Falz liegen. Erstere heißen auch Rautenziegel, letztere Strangfalzziegel.

Zur Überdeckung der Firste und Grate dienen eigene Firstziegel (Fig. 12 c, T. 47).

Die Lattenweite richtet sich nach der Länge der Dachziegel; sie ist bei der gewöhnlichen Ziegellänge von 42 cm und 10 cm Übergreifung = $42 - 10 = 32$ cm.

Mit der Einlattung wird am Firste begonnen, indem man die erste Latte zirka 5 cm (horizontal gemessen) von der Firstlinie entfernt, festnagelt und die übrigen Latten auf die Lattenweite (hier gleich 32 cm) nach abwärts austeilt. An den First und die Gratlinien werden hochkantig gestellte Latten oder schwache Polsterhölzer festgenagelt (Fig. 12 b, T. 47), an welche dann die First- und Gratziegel mit Nägeln oder mit Draht befestigt werden.

Der aus Blech herzustellende Dachsaum oder die Dachsaumrinne soll so hoch emporreichen, daß die Eindeckung mit einem ganzen Falzziegel begonnen werden kann.

Die Verlegung der Ziegel erfolgt in einfachen Scharen mit 8—10 cm breiter Übergreifung. Zum Schutze gegen Windangriff werden die Strangfalzziegel an die Lattung genagelt (Fig. 12 a, T. 47), außerdem jeder zweite oder dritte Ziegel, eventuell jeder einzelne Ziegel im Dachraume mit Draht an die Lattung festgebunden. Hiezu sind die Falzziegel mit Löchern und an der Unterseite in der Längenmitte mit einer Öse versehen. Die Rautenziegel sind nicht zum Nageln, sondern bloß zum Anbinden hergerichtet.

Die Dachränder, Rauchfänge, Ixen u. dgl. sind mit Blech einzufassen, bezw. einzudecken. An den Stehfalz der Blecheinfassung schließt dann die Eindeckung abwechselnd mit einem ganzen und einem halben Falzziegel an. Die halben Falzziegel sind fertig zu beziehen, sonstige Teilsteine werden durch Zersägen oder Behauen der ganzen Ziegel gewonnen.

Die fertige Eindeckung wird in den Fugen vom Dachraume aus mit fettem Weißkalkmörtel, dem auch Kuhhaare beigemengt werden, verstrichen, damit keine offenen Fugen bleiben, durch welche Schnee eindringen könnte. Bei sehr gut in den Falz passenden Ziegeln, bei denen keine offenen Fugen bleiben, ist ein Verstreichen von innen nicht nötig.

Falzziegel dürfen niemals in Mörtel gelegt werden, da sonst die Solidität der Eindeckung und deren Dichte verloren ginge.

Die Fig. 9 *a* bis *g*, T. 48, zeigt die Eindeckung mit Patentfalzziegeln. Diese werden in ganzer (Fig. 9 *a*) und in halber Größe (Fig. 9 *b*) mit einem doppelten Falze an allen vier Seiten (Fig. 9 *c* und 9 *d*) erzeugt. Die Längsrippen machen die Ziegel besonders widerstandsfähig, weswegen man letzteren eine geringe Dicke und dadurch ein geringeres Gewicht geben kann.

Die Ziegel haben an der unteren Seite eine durchlochte Nase zum Anhängen der Ziegel mit Draht an die Dachlattung (Fig. 9 *d*).

Für die Eindeckung ober den Ixenblechen dienen durchlochte, rinnenartige Kehlziegel (Fig. 9 *e*), die an die Schalung festgenagelt werden und in ihrem aufwärts gebogenen, rinnenartigen Teile die anschließenden Ziegel der Eindeckung, welche entsprechend zugehauen werden, aufnehmen.

Die Eindeckung der First- und Gratlinien erfolgt mit entsprechenden, mit Draht festzubindenden First- und Gratziegeln (Fig. 9 *f*) und an den Firstpunkten mit eigenen Fassonstücken (Glocken).

Bei Giebelabschlüssen können statt einer Blecheinfassung auch Seitenziegel (Fig. 9 *g*) verwendet werden. Bei Maueranschlüssen, Rauchfangköpfen u. dgl. ist eine Blecheinfassung auch bei dieser Ziegeleindeckung notwendig.

Zur Erhellung des Dachraumes können bei allen Falzziegeldächern passend geformte Glasfalzziegel mit eingedeckt werden. Für den gleichen Zweck, ferner zur Lüftung des Dachraumes können entsprechend geformte Dachfenster aus Ton oder Gußeisen bestellt werden, welche der Form und Größe der Falzziegel angepaßt sind, so daß sie genau in den Falz derselben passen.

Doppelfalz-Strangdachziegel mit Überdeckung System Marzola.

(Fig. 9, T. 47.)

Diese der Firma F. P. Vidie & Co. und Josef Marzola in Laibach patentierten Doppelfalz-Strangdachziegel weisen so wesentliche Vorteile sowohl in der Erzeugung und Versendung der Ziegel als auch in der Eindeckung, Güte und Dauerhaftigkeit des Daches auf, daß eine allgemeine Einführung derselben zu erwarten ist.

Der Doppelfalz mit Überdeckung (Fig. 9) verhindert vollständig das Eindringen der Niederschläge durch die bei anderen Falzziegeln oben offene Fuge (Fig. 11 und 12, T. 47). Die Unterkante des Falzziegels steht nicht senkrecht, sondern schräge auf die Oberfläche desselben, wodurch das Regenwasser rascher zum Abflusse gebracht wird und dem Winde weniger Angriffspunkte geboten werden; auch die Abschrägung der Mittel- und Überdeckungsrippen vermindern den Windanprall und die Gefahr einer Vereisung auf den Dachflächen.

Die untere Seite des Doppelfalz-Strangdachziegels (Fig. 9 *b*) hat beiläufig in der Mitte des Ziegels einen gelochten Anbindeansatz *a*, zum Festbinden des Ziegels mit Draht an die Latte *l* und eine verstärkte Nase, welche zum Transporte der Ziegel in die Vertiefung der Mittelrippe hineingelegt wird, so daß die Dachfalzziegel paarweise flach aufeinander liegen und die Nase vor dem Abbrechen geschützt ist.

Die Nasen sind auch gelocht, um im Bedarfsfalle die Falzziegel auch an diesen Stellen an die Latten festbinden zu können.

Für den m^2 Dacheindeckung sind 15 Stück Doppelfalz-Strangdachziegel erforderlich. Der Falzziegel wiegt 2 *kg*, daher die Bedachung eines m^2 bloß 30 *kg*.

Die Lattenweite *L* (Fig. 9 *a*) soll nicht mehr und nicht weniger als 33 *cm* betragen. Die Einlattung wird wie bei allen Falzziegeldächern oben am First begonnen und gegen die Traufe zu fortgesetzt; an der Traufe muß die unterste Latte um die Ziegeldicke ($1\frac{1}{2}$ *cm*) höher sein als alle übrigen Latten.

Falzziegeleindeckung mit Unterdachung.

Durch die Falze und Übergreifungen der Falzziegel, auch wenn diese noch so gut passen oder mit Mörtel von innen verstrichen sind, treibt der Wind Staub, Ruß und Schnee in den Dachraum, welcher Übelstand namentlich bei Verwendung der Bodenräume zu Magazin zwecken, Trockenböden u. dgl. sich unangenehm fühlbar macht.

Eine gründliche Abhilfe kann durch die Anordnung einer Unterdachung geschaffen werden. Die einfachste Art derselben besteht darin, daß man auf die Dachsparren zuerst eine Bretterschalung und auf dieser eine einfache Dachpappeneindeckung anbringt, welche bis über das Dachrinnenblech hinabzuführen ist. Auf die Dachpappeneindeckung werden die Latten angenagelt, zwischen diese und der Pappe müssen aber schwache, schmale Brettstücke bei jeder Nagelung unterlegt werden, damit durch die so geschaffenen Zwischenräume das eingedrungene Wasser auf der Pappenlage ungehindert abfließen kann. Auf die Lattung wird dann die Falzziegeleindeckung gelegt.

Eine andere Unterdachung vom Ingenieur Haussen in Nürnberg ist in Fig. 10, T. 48, dargestellt. Bei dieser entfällt die Einschalung. Die Dachpappe wird in einzelnen Streifen (gleich der Lattenweite) verwendet. Diese werden am oberen Rande direkt auf die Latten genagelt (Fig. 10 a und c), während sie mit dem unteren Rande die Dachrinne, bezw. die untere Ziegelschar übergreifen (Fig. 10 a). Damit die Pappstreifen zwischen den Latten nicht durchsacken, werden vor dem Legen der Pappstreifen auf je 50 cm Entfernung eisenblecherne, verzinkte, durch eine in der Mitte eingepreßte Rille versteifte Patenttragfedern (Fig. 10 b) mit dem oberen Ende auf die Lattung genagelt und mit dem unteren Ende auf die untere Ziegelschar gelegt. Die Zusammenstöße der einzelnen Pappstreifen erfolgen mit 10 cm Übergreifung, immer über einer Tragfeder. Die Pappstreifen müssen vor dem Festnageln straff angespannt werden, um auch dadurch eine Einsackung zu verhindern.

Sobald ein Pappstreifen gelegt ist, werden darüber die Falzziegel in gewöhnlicher Weise an die Lattung gehängt. Das Legen der nächstfolgenden Reihen beginnt immer mit dem Festnageln der Tragfedern, welche mit ihrem Umbug an den Falz der unteren Ziegelschar genau anschließen, wodurch die Sturmsicherheit des Daches bedeutend erhöht wird. Bei jedem Ende der Pappstreifen wie bei Mauer- und Kaminanschlüssen usw. müssen ebenfalls Tragfedern angeordnet werden.

Für Gegenden, die oft von Stürmen heimgesucht werden, empfiehlt Haussen eine verbesserte Unterdachkonstruktion mit Verwendung von Sturmhaken (Fig. 11, T. 49). Darnach erhält jede Tragfeder am unteren Ende einen Sturmhaken, dessen Oberteil in den Längenseitenfalz des unmittelbar aufliegenden Ziegels eingeschoben wird, diesen also umklammert und dessen Unterteil (in der Figur gestrichelt) sich um den Kopf des unterhalb liegenden Ziegels und um die Dachlatte schmiegt. Durch diese Sturmhaken werden sonach die Falzziegel an den unteren Enden an die Dachlatten festgehalten, wodurch die Sturmsicherheit bedeutend erhöht wird.

D. Schieferdächer.

Guter, wetterbeständiger Dachschiefer liefert bei entsprechender Dachneigung und ruhiger Lage eine solide und dauerhafte Bedachung.

Der englische Dachschiefer, welcher in dünnen, großen Platten erzeugt wird, gilt als der beste. Die französischen und belgischen Sorten stehen der englischen nicht wesentlich nach, lassen sich aber nicht in so dünnen, großen Platten brechen. Diese Schiefersorten sind meistens blaugrau oder rötlichbraun und seidenartig glänzend. Der mährische und schlesische Dachschiefer ist rauchgrau, matt und läßt sich nur in kleineren, dickeren Platten brechen, die auch weniger wetterbeständig sind.

Die ausländischen Schieferplatten werden zumeist in gleicher Form und Größe, und zwar je nach Bedarf quadratisch, rechteckig usw. hergestellt, so daß

An den Giebelsäumen werden die Deckgebinde zumeist mit kleinen Platten (14 und 15) abgeschlossen, damit dort eine dichtere Nagelung platzgreifen kann und dadurch einer Beschädigung des Daches durch den Wind möglichst vorgebeugt werde. Dadurch finden auch viele, sonst unbrauchbare Platten, vorteilhafte Verwendung.

Die einzelnen Deckgebinde haben verschiedene Breiten, müssen aber in der begonnenen Breite durchlaufen.

An den Firsten und Graten kann der Abschluß nach Fig. 2 mit durchlaufenden, gleichbreiten Gebinden (Firstgebinden) erfolgen, welche die anschließenden Dachflächen um zirka 8 cm übergreifen oder es können auch First- und Gratbleche zur Verwendung gelangen. Die Ixen werden womöglich immer mit Blech abgedeckt.

Bei dieser Eindeckungsart ist die Übergreifung der Platten stellenweise dreifach und auch vierfach, wodurch klaffende Fugen entstehen, durch welche die Niederschläge hineingetrieben werden können.

2. Einfache Schiefereindeckung nach englischer Art.

(Fig. 3 und 4, T. 48.)

Bei der englischen Eindeckungsart müssen alle Platten gleich sein, und zwar quadratisch oder rechteckig. Sie werden entweder auf eine Schalung oder bloß auf eine Lattung gelegt. Die Einlattung wird meistens diagonal unter 45° zur Traufe geneigt hergestellt. Die Lattenweite ist gleich der Schieferlänge weniger der Übergreifung. Bei größeren Rechtecksteinen wird dazwischen noch eine Latte angeordnet (Fig. 4). Die Dachränder werden auf die erforderliche Breite mit Brettern verschalt und die Ixen und Säume mit Blech eingedeckt.

Der Schieferdecker beginnt die Deckarbeit an der der Windrichtung abgewendeten Seite mit den Fußsteinen $\frac{1}{2}$, 1 und 2 (Fig. 3), legt dann jede einzelne Reihe mit 6 cm Übergreifung so wie die fortlaufenden Ziffern in der Figur anzeigen und nagelt jeden Stein an der oberen Seite mit zwei Nägeln, bei größeren, rechteckigen Platten (Fig. 4) aber mit drei Nägeln an.

Bei dieser Eindeckungsart ist die Übergreifung überall bloß doppelt. Jede Platte hat also ein gleichmäßiges, volles Auflager, wodurch keine klaffenden Fugen entstehen können.

3. Doppelte Schiefereindeckung nach englischer Art.

(Fig. 5 und 6, T. 48.)

Bei dieser liegen die rechteckigen Dachschiefer parallel zur Traufe (Fig. 5) und übergreifen sich die einzelnen Dachgebinde so wie bei der doppelten Ziegelseindeckung. Es werden hiebei etwas kleinere und schwächere Schiefertafeln verwendet. Die Latten liegen parallel zur Traufe mit einer Lattenweite $L = \frac{1}{2} \times (l - \ddot{u})$.

Der Schieferdecker beginnt die Deckarbeit an der Traufe mit einer Schar von halben Steinen, setzt dann mit ganzen Steinen in parallel zur Traufe laufenden und voll auf Fug liegenden Deckgebinden fort und nagelt jeden Stein am oberen Ende nötigenfalls auch in der Mitte an die Schalung oder Lattung.

Die Firste und Grate können wieder mit übergreifenden, durchlaufenden Deckgebinden oder besser mit First- und Gratblechen abgedeckt werden. Die Dachränder, Maueranschlüsse, Ixen u. dgl. werden wie bei der einfachen Eindeckung stets mit Blech abgedeckt und die Dachschiefer mit 8 cm Übergreifung angeschlossen.

Die doppelte Eindeckung eignet sich besonders für Mansard- und Kuppeldächer, wozu oft auch verschiedenartig geformte Schablonensteine verwendet werden (Fig. 6 a und b). Wird diese Eindeckung auf eine Einschalung gelegt, so soll unter der Schiefereindeckung noch eine Eindeckung mit Dachpappe oder Schindeln angeordnet werden.

4. Reparatur von Schieferdächern.

Das Auswechseln gebrochener Schieferplatten kann bei jeder Eindeckungsart auf folgende Weise geschehen:

Man entfernt die gebrochene Platte, nagelt zwei Blechstreifen an die Lattung oder Schalung und biegt diese Blechstreifen um die unteren Ränder der neu eingeschobenen Schiefertafel.

Nagelfaul nennt man ein Schieferdach, wenn eine große Anzahl der Nägel abgerostet, und schieferfaul, wenn viele Schiefer verwittert sind. In beiden Fällen wird ein Umdecken der schadhaften Dachflächen notwendig sein.

E. Zementplattendächer.

(Fig. 7 und 8, T. 48.)

Aus Portlandzement und reinem, reschem Sande werden verschiedenartig geformte Dachplatten hergestellt, die oft auch in ihrer Oberfläche unterschiedliche Färbung erhalten. Die Verwendung solcher Deckplatten empfiehlt sich besonders dort, wo kein geeignetes Ziegelmateriale, jedoch reiner, rescher Sand zur Platten-erzeugung vorhanden ist.

Die quadratische Form der Zementplatten ist die gebräuchlichste und auch die beste. Die etwa 36—40 cm großen Platten haben in einer Ecke eine Nase und werden in diagonaler Lage mit 8 cm Übergreifung auf eine horizontale Einlattung gedeckt. Außerdem können die Platten ungefähr in der Mitte eine zweite, durchlochte Nase besitzen, welche es ermöglicht, die Platten mit Draht an die Lattung festzubinden. Für den Abschluß an den Dachrändern werden halbe, dreieckig geformte Platten und für die Firste und Grate eigene First- und Gratplatten erzeugt.

Die fertige Eindeckung muß vom Dachraume aus mit Zementmörtel verstrichen werden.

Die Fig. 7 bringt eine ähnliche Eindeckung zur Darstellung, wobei aber die Platten ein Rhombus bilden und die Seitenecken abgestumpft sind (siehe Detail, Fig. 7b).

Eine Abart sind die vom Baumeister H a n d l e r in Wr.-Neustadt erzeugten H a k e n f a l z - D a c h p l a t t e n (Patent S c h r e i h o f e r). Diese in Fig. 8 a und b dargestellten Platten haben an den Rändern hakenförmige Vorsprünge (Fig. 8 c), wodurch sowohl die Rückstauung des Wassers als auch das Eindringen von Schnee in den Dachbodenraum verhindert wird. Ein Verstreichen der Fugen mit Zementmörtel ist nur in besonderen Fällen notwendig.

Die Platten werden mit ihrer Nase auf eine horizontale Einlattung gelegt. Die Lattenweite beträgt 21,5 cm. Zum Abschlusse der Dachränder werden entsprechende, halbe Platten erzeugt.

Die Eindeckung mit solchen Platten ist sehr einfach, da die einzelnen Platten bloß in die Dachlattung eingehängt zu werden brauchen, wobei nur auf die genaue Lattenweite zu sehen ist.

Ein Anbinden dieser Platten ist nicht nötig, weil durch die Hakenfalze die Platten untereinander verankert sind, daher auch der Wind nicht angreifen kann.

Gegen starke, vom Dachraume aus wirkende Windstöße kann die Eindeckung durch eine unterhalb der Lattung angebrachte Verschalung geschützt werden.

Am Firste und im Anschlusse an Mauern sind Teilsteine in Zementmörtel zu legen.

Für 1 m² Dachfläche sind zwölf Stück Hakenfalzplatten notwendig, welche zusammen 41 kg wiegen.

Für diese Eindeckung sind eiserne Dachfenster gebräuchlich, die ebenfalls den Hakenfalz besitzen und in die Platteneindeckung genau hineinpassen, so daß das sonst unvermeidliche Zuhauen der Platten entfällt.

F. Eindeckung mit Steinplatten.

Am häufigsten verwendet man hiezu Porphyrlatten, welche in 2—3 cm dicken und ziemlich großen Platten gebrochen werden.

Diese Eindeckung ist sehr schwer, erfordert einen starken Dachstuhl und eine vollständige Einschalung. Sie wird ökonomischerweise nur in der Nähe der Steinplattenbrüche angewendet.

Die Platten werden in möglichst gleich breiten Scharen mit 10 cm Übergreifung diagonal, so wie die Schieferplatten gelegt und mit unterlegten kleinen Steinplatten und Holzkeilen festgelagert. Bei flachen Dächern ist eine weitere Befestigung der Platten nicht notwendig, da ihr Gewicht und die Reibung sie in ihrem Lager erhält. Bei steilen Dächern werden Flacheisen an die Schalung genagelt und diese um die unteren Ränder der Platte gebogen, so daß jede Platte in zwei solchen Haken hängt.

Die Reihen sind verschieden breit, jede Reihe muß aber in der begonnenen Breite von der Traufe bis zum Firste durchlaufen. An den Säumen, Graten und Firsten verwendet man entsprechend geformte Fuß- und Ortsteine, ähnlich wie bei der diagonalen Schiefereindeckung. An den Firsten und Graten läßt man entweder die wetterseits gelegene Dachfläche die andere um 10 cm übergreifen oder, was besser ist, man stößt die Platten stumpf zusammen und überdeckt sie mit breiten First- und Gratblechen.

Die Dachixen und Maueranschlüsse erhalten eine Blecheinfassung, über welche die Steine 10 cm übergreifen.

G. Dachpappeneindeckung.

(Fig. 1—9, T. 49.)

Für diese Eindeckung verwendet man die im I. Bande beschriebene Dachpappe — auch Teerpappe genannt — welche in 1 m breiten und 10 m langen Rollen mit verschiedenen Dicken erzeugt und mit breitköpfigen, 3 cm langen Drahtstiften (Dachpappstiften) an eine Dachschalung genagelt wird.

Die Dauerhaftigkeit dieser Dacheindeckung ist hauptsächlich von der Güte der Pappe und noch mehr von der Konservierung derselben abhängig. Gute Dachpappe soll sich weich und doch fest gearbeitet anfühlen und vollkommen mit Teer durchdrungen sein, so zwar, daß ein Versuchsstück, welches mehrfach durchlocht wurde, nach 24stündigem Liegen im Wasser gar keine Gewichtsvermehrung zeigen darf.

Je nach dem Zwecke der Eindeckung kann man Dachpappe verschiedener Stärken anwenden und die Eindeckung auf drei Arten ausführen (siehe die Fig. 1, 2 und 3 auf Tafel 49).

1. Die schlichte, einfache Deckung.

Bei dieser werden die einzelnen Pappstreifen parallel zur Traufe mit 8 cm Übergreifung auf die Dachschalung gelegt und an den Rändern von 7 zu 7 cm Entfernung auf die Dachschalung genagelt (Fig. 1, T. 49). Die Fuß- und Ortsäume werden nach Fig. 8, T. 49, um die Kante der Einschalung gebogen und mit einem Einbuge auf die Stirnseiten der Dachschalung genagelt, so daß die Nägel noch durch den Einbug greifen. Zwischen die Übergreifungsstellen der Pappstreifen wird noch vor dem Nageln heißer Steinkohlenteer eingestrichen.

Die schlichte Deckung dient zumeist bloß für kleinere Dachflächen, für ganz provisorische Dächer oder als Unterlage für Schiefer- oder Holzzementdächer.

2. Das Leistendach.

Bei dieser Eindeckung liegen die Dachpappenstreifen (Scharen oder Bahnen) zwischen dreieckigen, auf die Dachschalung senkrecht zur Traufe genagelten Leisten (Fig. 2, T. 49). Über die letzteren werden schmale Dachpappenstreifen genagelt.

Nachdem zuerst die Säume und Ixen gelegt und mit Nägeln angeheftet wurden, sind die Dreieckleisten bei 1·00 *m* breiten Bahnen auf 0·99 *m* Entfernung (Mitte zu Mitte) von einer Giebelseite beginnend so auf die Schalung zu nageln, daß sie den Dachsaumstreifen um 10 *cm* übergreifen und am Firste 10 *cm* unter der Firstlinie enden. An beiden Enden sind diese Leisten abgeschragt, damit die Kappstreifen keines Vorkopfes bedürfen. Zwischen den festgenagelten Leisten werden dann die Dachpappstreifen aufgerollt, längs den Leisten in die Ecken gedrückt, damit sie nicht hohl liegen, und mit Nägeln angeheftet. Am Firste läßt man die Scharen auf jeder Seite 8 *cm* über die andere reichen, so daß dort die Pappe auf 16 *cm* Breite doppelt liegt.

Über die Leisten werden 10 *cm* breite Dachpappstreifen — Kappstreifen — (Fig. 4, T. 49) und über den First 20 *cm* breite Firststreifen (Fig. 5, T. 49) aufgenagelt. Unmittelbar vorher sollen aber die zu überdeckenden Flächen mit heißem Teer angestrichen werden.

An den Giebelseiten liegen die Leisten nach Fig. 6 *a*, T. 49, mit einem Schenkel auf der Dachfläche und mit dem anderen in einer Ebene mit der Stirnseite der Einschalung. Darüber werden die Dachpappstreifen aufgenagelt. Schließen die Giebelwände mit einem Zierbrette ab, so wird der Pappstreifen nach der in Fig. 6 *b*, T. 49, angedeuteten Weise befestigt.

Die in den Dachflächen sichtbare Nagelung muß stets mindestens durch zwei Papplagen reichen. Die Nägel sind auf mindestens 7 *cm* Distanz zu schlagen; beim Anheften, bei dem die Nägel überdeckt werden, genügt eine Distanz von 20 *cm*.

Das Leistendach kann auch mit Weglassung des Saumstreifens so ausgeführt werden, daß man alle Bahnen bis zur Dachtraufe hinabreichen läßt, sie dort so wie den Saumstreifen umbiegt und an die Stirnseite des Saumbrettes nagelt.

Als Rinne eignet sich für diese Dächer am besten die Hängerinne oder die Kastenrinne. Wird aber eine Saumrinne angeordnet, so soll auch der Dachsaum schon wegen des lästigen Abtropfens des Teeranstriches aus Blech hergestellt werden. Erfolgt aber die Herstellung des Saumes dennoch aus Pappe, so muß der Saum nach Fig. 7, T. 49, noch 15 *cm* von der Rinne überdeckt werden. Die Eindeckung der Dachfläche übergreift die Dachrinne, wie in der Figur angedeutet, um 8 *cm* und wird dort ebenfalls festgenagelt.

Die Dachixen und eventuell vorhandene Zwischenrinnen sollen stets mit einer doppelten Dachpappenlage ausgedeckt und die beiden Lagen mit Holzzement zusammengeklebt werden; eine Blecheindeckung ist an diesen schwachen Stellen jedoch ratsamer.

Alle Maueranschlüsse (Kamine und Wandixen) sind nach Fig. 9, T. 49, in den Ecken mit Dreieckleisten zu versehen. Über diese Leisten reicht die Eindeckung mit einem Aufbuge bis zur Mauerflucht. Schließlich wird noch ein Deckstreifen darüber genagelt, über welchen der Verputz greift.

3. Das Doppeldach.

Dieses besteht aus einer nach Fig. 1, T. 49, hergestellten, schlichten Eindeckung aus schwächerer Dachpappe, auf welche ein Leistendach (Fig. 3, T. 49) mit etwas stärkerer Dachpappe ausgeführt wird.

Das Leistendach wird mit heißem Holzzement auf die fertige, schlichte Eindeckung aufgeklebt.

4. Anstreichen der Dachpappendächer.

Der Anstrich der Pappdächer kann mit Steinkohlenteer, Rotlack oder mit Ozokeritlack (Patent Schefftel in Wien) ausgeführt werden; dem Teer wird zirka 15% Asphalt beigemischt. Der Rotlack soll die Einwirkung der Sonnenstrahlen mildern und der Ozokeritlack infolge seines Gehaltes an Erdwachs die Dachpappe elastischer und dauerhafter erhalten.

Die Teeranstrichmasse wird mit langhaarigen Pinseln oder Bürsten in flüssig heißem Zustande auf die gereinigte (abgekehrte) Dachfläche aufgetragen. Solange der Anstrich noch weich ist, wird er mit Sand bestreut. Auf die gleiche Weise wird der Anstrich mit Rot- oder Ozokeritlack vorgenommen, jedoch entfällt dabei das nachherige Bestreuen mit Sand. Der Anstrich soll nur bei trockener, warmer Witterung vorgenommen werden, im Winter eingedeckte Dächer können ohne Nachteil erst im Frühjahre gestrichen werden.

5. Grundsätze für die Herstellung und Erhaltung der Dachpappendächer.

Man sehe besonders auf:

a) Richtige Dachneigung, 1:2,5 bis 1:5; steile Dächer lassen bei großer Hitze das ölige Material leicht abfließen und erschweren unnützerweise die Eindeckung.

b) Dicht gefugte, womöglich gefalzte, ebene Einschalung mit schmalen, nicht über 20 cm breiten, mindestens 2,5 cm starken Brettern, damit beim Betreten keine Einsenkung stattfindet.

c) Reichliche Überdeckung aller Nähte — mindestens 8 cm — gute Nagelung in der Mitte der Bretter oder Leisten, wobei kein Nagel eine Fuge treffen darf. Bei jeder Nagelung muß die Pappe doppelt liegen.

d) Guten Anstrich mit heißem Teer (mit 15% Asphaltzusatz), dann eventuell Aufstreuen von scharfem und trockenem Sande ohne Steinchen, solange der Anstrich noch weich ist; man wähle zu dieser Arbeit ein trockenes, warmes Wetter.

e) Gute Konservierung des fertigen Daches, d. h. Anstreichen desselben ein Jahr nach der Eindeckung, sodann zweimal jedes zweite Jahr und schließlich jedes dritte Jahr.

Ein gut konserviertes Dachpappendach kann 15 und mehr Jahre erhalten bleiben, versäumt man aber, den schützenden Anstrich zu erneuern, so wird die Pappe spröde und geht bald zugrunde.

f) Sowohl bei der Neuherstellung als auch beim späteren Betreten des Daches muß man entweder barfuß gehen oder die Füße mit Lappen umhüllen, damit die Pappe mit den Schuhen nicht durchgetreten werden kann.

6. Eindeckung mit Anduropappe.

Die Firma N. Schefftel in Wien erzeugt eine teerfreie, geruchlose, sehr zähe, graue Dachpappe (Anduropappe), welche auch ohne Teer- oder sonstigen Anstrich ziemlich wetterbeständig ist. Anduropappe wird in vier verschiedenen Dicken, in 1 m breiten und 10 m langen Rollen erzeugt, zu Dacheindeckungen, Isolierungen und vielen anderen Zwecken gebraucht.

Die Dacheindeckung mit Anduropappe erfolgt so wie bei der gewöhnlichen Teerpappe, nur entfällt der Teeranstrich. Man kann aber die Dauerhaftigkeit der Pappe durch einen Ölfarbenanstrich, welcher auch gut haftet, noch bedeutend erhöhen.

Anduropappe eignet sich als leichte, feuersichere Bedachung sowohl für Dachflächen als auch zur Bedeckung vertikaler Holzwände bei leichten Bauten, Baracken, Lagerhäusern u. dgl. Sie ist wohl teurer als Teerpappe, durch die größere Dauerhaftigkeit und den Wegfall des Teeranstriches aber unter Umständen ökonomischer als letztere. Ein besonderer Vorteil liegt in der absoluten Reinheit und Geruchlosigkeit der Eindeckungsflächen und auch in der Möglichkeit, denselben verschiedenfarbige Anstriche geben zu können.

7. Eindeckung mit Durolit.

Durolit ist ähnlich wie Anduropappe, besteht aus Wollfilzlagen mit leder- und gummiartigem Belag, ist nahezu geruchlos und soll auch teerfrei sein. Es wird

von der österreichischen Asphalt-Aktiengesellschaft in drei Stärken in 10 m langen, 1 m breiten Rollen geliefert.

Die Eindeckung erfolgt im Prinzip wie die schlichte Dachpappeneindeckung, nur werden die 10 m langen Rollen in 3—4 Stücke s c h i e f zerschnitten. Die Übergriffe werden mit flüssigem Durolin geklebt und samt der Nagelung überstrichen. Zum Nageln dienen breitköpfige Drahtstifte mit unterlegten Weißblechscheiben (Placks).

H. Holzzementeindeckung.

(Fig. 10, T. 49.)

Diese Eindeckung besteht darin, daß 3—4 Lagen schwach geleimtes Packpapier mit 10 cm Übergreifung auf die Dachfläche aufgerollt und die einzelnen Lagen mit heißer, flüssiger Holzzementmasse überstrichen und zusammengeklebt werden. Darüber kommt noch eine 10 cm hohe Beschüttung von sandigem Lehm oder Schlick und Kiesschotter.

Die Holzzementmasse (ein Gemenge von Steinkohlenteer, Steinkohlenteerpech, Schwefel, Harz und Teeröl, eventuell Unschlitt) ist in mäßig erhitztem Zustande flüssig und bei gewöhnlicher Temperatur hart, jedoch zähe und dehnbar, bekommt also selbst bei starkem Froste keine Risse und bildet daher in der Eindeckung eine undurchlässige Schichte.

Diese Eindeckung erfordert eine sehr geringe Dachneigung ($1/20$ — $1/30$) und kann auf eine Bretterschalung oder auf eine gemauerte Absattlung gelegt werden.

Mit Rücksicht auf das Gewicht der Beschüttung soll die Einschalung mindestens 3 cm dick und alle 80 cm durch Sparren unterstützt sein; auch kann man, um das Durchbiegen einzelner Bretter beim Begehen des Daches zu verhindern, die Bretter falzen oder spunden.

Damit die Bewegung der Holzmasse durch das Schwinden und Quellen der Bretter sich der aufruhenden Holzzementschichte nicht mitteilen kann, muß zwischen der Schalung und der Eindeckung eine Isolierschichte eingeschaltet werden. Früher hat man für diesen Zweck auf die Schalung etwas feinen Sand aufgesiebt, heute bringt man auf dieselbe eine Lage schwache Dachpappe, welche auch dem Gebäude bis zur Herstellung der Holzzementeindeckung einen Schutz gewährt.

Sämtliche Dachränder müssen noch vor der Ausführung der Holzzementeindeckung mit Zinkblech eingefasst werden, wie dies bei den Spenglerarbeiten erläutert wurde.

Nach bewirkter Verlegung der Dachpappe und Einfassung der Dachränder beginnt an einer Giebelseite die eigentliche Eindeckung mit Holzzement nach der eingangs beschriebenen Weise, wobei die Übergreifungen der Papierrollen nie übereinander liegen dürfen (Fig. 10 a). Zu beachten ist, daß unmittelbar nach dem Aufrollen einer Papierlage diese mittels einer langborstigen Bürste mit heißer Holzzementmasse überstrichen, die nächste Papierschichte, so lange die Masse noch weich ist, darüber aufgerollt und mit einer weichen Bürste von der Mitte gegen die Ränder glatt gestrichen wird. Hiedurch werden sich die Papiere an die weiche Masse innig anschmiegen und alle Falten und Blasen verschwinden.

Die Blecheinfassung muß in der vollen Breite mit der ersten Papierlage überdeckt und gut verklebt werden. Auch sämtliche Übergreifungen der Papierränder, mit Ausnahme jener der untersten Lage, müssen in der ganzen Breite mit der Masse verklebt werden (bei der untersten Lage deswegen nicht, damit der Holzzement nicht an die Schalung oder Pappelage ankleben kann).

Um das Betreten der Papierlagen auf das notwendigste zu beschränken, werden alle Lagen, an einer Seite beginnend, hintereinander aufgerollt, so zwar, daß die Dachfläche mit allen 3—4 Lagen auf einmal bedeckt wird und die Erhärtung der Masse in allen Lagen ebenfalls gleichzeitig vor sich geht.

Auf die letzte Papierlage wird wieder flüssiger Holzzement sehr dick aufgestrichen und nach dessen Erstarrung die Beschüttung aufgetragen. Diese besteht zumeist aus einer 4—5 cm hohen Schichte Lehm oder Straßenkot (Schlick) und einer zweiten 5—6 cm hohen Schichte groben Kieselschotters, wobei unmittelbar hinter die Kieseleiste nur größerer Kiesschotter geschüttet werden darf, damit das Wasser durchfließen kann (Fig. 10 b).

Zur Verstärkung der Holzzementschichte gegen Reißen u. dgl. kann zwischen je zwei Papierlagen eine Lage Jutestoff eingelegt und mit der heißen Masse verklebt werden.

Bei Ablaufrohren in Zwischenrinnen läßt man einen durchbrochenen Rohrstützen (Fig. 10 c) 15—20 cm über die Dachfläche emporragen, schließt ihn oben mit einem Deckel ab und legt rings herum wie bei Kieseleisten bloß groben Schotter.

Zur Eindeckung mit Holzzement ist unbedingt trockenes, windstilles Wetter nötig, weil der Regen das Papier durchnäßt und der Wind dasselbe zerreißt.

Die Beschüttung soll die Holzzementschichte vor jeder Zerstörung durch Wind, Temperaturwechsel u. dgl. schützen, muß daher durchaus in der gehörigen Dicke aufgetragen und auch erhalten werden.

Nachdem durch diese dichte Bedachung der Luftzutritt zum Dachbodenraum abgesperrt wird, das Dachgehölze also verstocken könnte, so muß durch Anlage entsprechender Ventilationsöffnungen an den Stirnseiten oder an sonst geeigneten Stellen für eine Durchlüftung des Dachraumes vorgesorgt werden.

Auf flachen, mit einer entsprechenden Nachmauerung abgeglichenen Gewölben sowie auf Betoneisendecken kann diese Eindeckung ebenso wie auf einer Schalung hergestellt werden.

Auf entsprechend starkem Dachgerüste, auf Gewölben u. dgl. kann man auf diesen sehr flachen Dächern ganze Gartenanlagen herstellen.

Diese Bedachung ist sehr schwer, aber dauerhaft, erfordert die wenigsten Reparaturen und gestattet eine bessere Ausnützung der Dachbodenräume.

I. Eindeckung mit Asbestzementschiefer (Eternitschiefer).

(Tafel 50.)

Dieses Deckmaterial besteht aus einem innigen Gemenge von Asbest und Portlandzement, welches mit hydraulischen Pressen zu 3—4 mm dicken, verschieden großen Platten gepreßt und dann erhärten gelassen wird. Die fertigen Platten besitzen eine große Festigkeit gegen Zug, Druck und Stoß, sie haben glatte Oberflächen, stets gleiche Dicken und ziemlich geringes Gewicht, sie sind wasser- und durchlässig, feuersicher, frost- und wetterbeständig, demnach ein sehr gutes Deckmaterial. Sie lassen sich so wie Naturschiefer bearbeiten; das Nageln der Platten kann jedoch direkt, ohne vorherige Lochung bewirkt werden.

Die Größe und Form der Platten ist je nach den im folgenden erklärten Deckungsarten und der sonstigen Bestimmung verschieden.

Normal sind die Platten lichtgrau, können aber verschiedene Färbungen erhalten.

1. Französische einfache Deckung mit überhängenden Spitzen.

Hiezu dienen quadratische Schablonensteine (Normalsteine) mit 30 oder 40 cm Seitenlänge, welche an zwei gegenüberliegenden Ecken abgestumpft sind (Fig. 1 a), ferner für den Abschluß an den Dachrändern Saumsteine (Fig. 1 b) und für die Traufe Saumunterlagsteine (Fig. 1 c).

Die Eindeckung kann auf einer horizontalen Einlattung (Fig. 1) oder auf einer Einschalung erfolgen.

Mit der Einlattung beginnt man an der Dachtraufe, indem die erste Latte parallel zur Traufenkante und mit Rücksicht auf die Steingröße samt Übergreifung in entsprechender Entfernung von derselben festgenagelt wird. Die übrigen Latten sind wieder mit Rücksicht auf die Plattengröße und Übergreifung so aufzunageln, daß die Oberkanten derselben mit den Spitzen der Steine zusammenfallen, darnach wird die Lattenmitte bestimmt und stets genau eingehalten. Die Übergreifung der Steine kann 5—10 cm betragen. Im vorliegenden Beispiele wurden 7 cm als in den meisten Fällen hinreichend angenommen. Sämtliche Dachränder, wie Firste, Grate, Ortsäume usw. sind auf die erforderliche Breite einzuschalen und können entweder mit Blech wie bei Schieferdächern eingefaßt, oder, wie später erklärt wird, auch mit Eternitschiefer abgedeckt werden.

Wird eine vollständige Einschalung angeordnet, so sollen hiezu nur schmale, 10—12 cm breite, trockene Bretter verwendet werden.

Die Eindeckung wird mit den Saunterlagsteinen begonnen (Fig. 1, erste Reihe), welche unten 7 cm über die Schalung vorstehen. Jeder Stein wird mit fünf Nägeln befestigt. Darüber kommt eine zweite Reihe ganzer Steine (Quadrat- oder Normalsteine) voll auf Fug und zweimal genagelt. Hierauf erfolgt die genaue Austeilung der Platten mit Rücksicht auf deren Größe, indem die diagonale Breite (hier 50.9 cm) vom Ortsaum beginnend sowohl auf der Saumeindeckung als auch am Firste genau vorgerissen und mit vertikalen Linien auf der Einlattung oder Einschalung aufgeschnürt wird. Die oberen Spitzen der Platten kommen in die Kreuzungspunkte der Lattenoberkanten und der vertikalen Aufschnürung zu liegen (siehe Fig. 1).

Bei einer Einschalung kann auch eine horizontale Aufschnürung (hier mit 21.21 cm) vorgenommen werden, welche jedoch nicht unbedingt nötig ist. Es müssen dann die oberen Spitzen der Steine mit den Kreuzungspunkten der Aufschnürung zusammenfallen.

Nach der Aufschnürung beginnt die eigentliche Eindeckung mit den Saumsteinen (Ansetzern) nach der in Fig. 1, dritte Reihe angedeuteten Weise, indem jeder Stein mit zwei Nägeln befestigt wird. Die weitere Deckung wird in der ganzen Dachfläche mit Normalsteinen fortgesetzt (siehe in der Fig. 1, vierte und fünfte Reihe) und jeder Stein mit zwei Nägeln befestigt. Außerdem erfolgt noch eine Befestigung der Platten durch Sturmklammern (*S*, Fig. 1) bei den überhängenden unteren Spitzen der Platten, indem noch vor dem Aufnageln der anschließenden Platte unter die abgestumpfte Ecke der vorherigen eine Sturmklammer derartig eingeschoben wird, daß der Stift der Klammer in der Fuge über die Eindeckungsfläche vorragt. Über diesen Stift wird der überdeckende Stein der nächsten Reihe mit dem vorhandenen Loche gesteckt und dann der Stift *S* nach unten gebogen und an die Oberfläche des Steines möglichst fest angedrückt.

Die Eindeckung der Ortsäume kann auf die in Fig. 1 angedeutete Weise mit Halbsteinen, ähnlich wie bei der Schiefereindeckung erfolgen oder mit Blech (siehe Spenglerarbeiten) bewirkt werden.

Die Eindeckung der Ixen kann mit eigens geformten und den jeweiligen Dachneigungen entsprechenden Ixensteinen (Fig. 2 *a*) oder besser mit Blech erfolgen. Bei Anwendung von Ixensteinen wird die Eindeckung nach Fig. 2 durchgeführt. Bei einer Blechixe müssen die anschließenden Steine die Blechränder 10—15 cm übergreifen. Bei der Eindeckung auf Latten muß die Ixe in beiden Fällen auf die notwendige Breite mit Brettern verschalt werden.

Die Abdeckung der Grate und Firste kann wie bei der Schiefereindeckung mit übergreifenden Deckgebinden erfolgen oder auch, wie in Fig. 3 und 3 *a* dargestellt, mit Hohlsteinen (Fig. 3 *b*) bewirkt werden, welche auf eine über die Dachfläche vorragende Latte genagelt werden. Bei den Übergreifungen kann außerdem eine Befestigung mit Klammern erfolgen, welche letztere unter die überdeckenden Steine genagelt und über die Ränder derselben aufgebogen werden.

Bei Graten erfolgt der Abschluß mit entsprechend zugehauenen Platten (Ausspitzern, Fig. 3 a, 1, 2, 3).

Die Maueranschlüsse werden am besten wie bei der Schiefereindeckung mit Blech bewirkt. Man kann hierzu aber eigene Winkelsteine (Fig. 4 c) anwenden, welche längs der Mauer mit Übergreifung gelegt, an die Dachschalung genagelt und an der Mauer verputzt werden. Die Eindeckung reicht über die Winkelsteine bis zur Mauer und kann entweder nach Fig. 4 a oder besser mit einem durchlaufenden Deckgebilde nach Fig. 4 b ausgeführt werden.

2. Französische einfache Deckung ohne überhängende Spitzen.

Diese Deckungsart (Fig. 5) unterscheidet sich von der vorerwähnten bloß durch die Lage der Steine. Die vertikale Aufschnürung ist ebenso durchzuführen wie früher und beträgt bei 40 cm großen Steinen und 7 cm Übergreifung 46.67 cm; statt der horizontalen Aufschnürung ist aber eine diagonale, genau unter 45° zum Dachsaume notwendig, welche im angenommenen Beispiele $40 - 7 = 33$ cm beträgt. Sonst ist diese Eindeckung wie die mit überhängenden Spitzen auszuführen.

3. Deutsche einfache Deckung mit Quadratsteinen.

Diese Deckungsart (Fig. 6) ist gleich der einfachen Schiefereindeckung, sie erfordert bloß auf Schalung eine diagonale Aufschnürung oder eine diagonale Einlattung genau unter 45° mit der Lattenweite $L = l - \ddot{u}$, daher bei 40 cm großen Quadratsteinen und 7 cm Übergreifung $40 - 7 = 33$ cm.

Bei flachen Dächern sollen wegen Schneelast und Winddruck noch Zwischenlatten angebracht werden (Fig. 6), in welchem Falle die Lattenweite $L = \frac{1}{2}(l - \ddot{u})$ und bei vorstehender Annahme $\frac{1}{2}(40 - 7) = 16.5$ cm ist.

Im übrigen erfolgt die Ausführung so wie unter 1.

4. Doppeldeckung mit Quadratsteinen.

Diese Eindeckung (Fig. 7) ist so wie die doppelte Schiefereindeckung auszuführen. Die Steine übergreifen sich überall doppelt, stellenweise auch dreifach. Die einzelnen Reihen liegen voll auf Fug. Die Deckung kann auf Einschalung (Fig. 7 a) oder auf horizontaler Einlattung (Fig. 7 b) erfolgen. Die Lattenweite ist allgemein $\frac{1}{2}(l - \ddot{u})$ und im vorliegenden Beispiele $\frac{1}{2}(40 - 5) = 17.5$ cm. Bei einer Einschalung ist eine horizontale Aufschnürung gleich der Lattenweite notwendig und in beiden Fällen auch eine vertikale Aufschnürung gleich der Steingröße (30 oder 40 cm) vorteilhaft, aber nicht unbedingt erforderlich.

Die Anbringung von Sturmklammern kann bei dieser Eindeckung entfallen.

5. Mauer- und Wandverkleidungen.

Nach vorangeführten Deckungsarten können mit Eternitschiefern auch vertikale Wände und Mauern auf Einschalung oder Einlattung verkleidet werden (Fig. 8 a und b). Hierbei ist ganz so vorzugehen wie bei Dacheindeckungen, nur werden meistens kleinere Platten mit 20 cm Seitenlänge angewendet.

Eine dekorativ bessere Ausstattung erhalten Wandverkleidungen durch die Anwendung von schuppenförmigen Streifen (Fig. 8 c), welche in horizontalen Reihen mit Übergreifung auf eine Einschalung genagelt und an den Rändern mit durchlaufenden Deckgebilden eingefast werden.

Bei feuchten Mauern ist es ratsam, zwischen der Mauer und Einschalung einen Luftraum zu schaffen, welcher durch seitwärts angebrachte, mit Drahtgittern verschlossene Öffnungen mit der Außenluft in Verbindung gesetzt wird.

II. Teil.

Der Ausbau.

I. Bautischlerarbeiten.

Der Bautischler verfertigt bloß jene Holzarbeiten, bei welchen die sichtbaren Flächen gehobelt, eventuell geschliffen und die Verbindungen meistens geleimt werden, z. B. Fußböden, Wandverkleidungen, Fenster, Türen, Tore usw., während die übrigen im Hochbaue vorkommenden, größeren Holzarbeiten zu den Zimmermannsarbeiten zählen.

Die Bautischlerarbeiten müssen in den Werkstätten ausgeführt, im trockenen Zustande auf das Bauobjekt geliefert und daselbst bei trockener Witterung oder unter Dach angearbeitet werden. Bei Neubauten sollte man die Tischlerarbeiten erst nach dem Austrocknen des Mauerwerkes anarbeiten, weil das Holz die Feuchtigkeit anzieht und dann aufquillt.

Im allgemeinen werden für Bautischlerarbeiten die einheimischen Nadelhölzer, und zwar gewöhnlich Fichten- und Tannenholz verwendet. Für jene Konstruktionsteile aber, welche der Nässe ausgesetzt sind, ist das harzreiche Kiefer- oder Lärchenholz und für die der Abnützung stark ausgesetzten Teile hartes, zumeist Eichen-, Eschenholz u. dgl. anzuwenden. Für Luxusarbeiten kommen auch andere Holzsorten in Gebrauch.

Tadellose und dauerhafte Tischlerarbeiten erfordern ein gesundes, gut ausgetrocknetes, gerade gewachsenes und wenig ästiges Holz mit engen Jahresringen.

Durch Anwendung von geeigneten Verbindungen ist das Arbeiten des Holzes (das Ausdehnen, Schwinden und Werfen) für den Verband der Baukonstruktionsteile möglichst unschädlich zu machen. Die sichtbaren Holzflächen müssen durchaus rein und glatt gehobelt und mit Bimsstein, bezw. Glaspapier abgeschliffen werden. Verkittungen oder Einstücklungen sollen nicht vorkommen. Etwaige gelockerte Astansätze sollen durchgestoßen und durch eingeleimte, harte Holzstücke ersetzt werden.

A. Verbindung der Holzteile.

Diese kann auf verschiedene Art erfolgen.

1. Verbindung mit Eisen- oder Holznägeln.

Die zur Verwendung kommenden eisernen Nägel sollen möglichst dünn sein, schmale, jedoch starke Köpfe haben und so tief in die Verbandteile eingeschlagen werden, daß die Köpfe im Holze versenkt liegen. Für dicke Eisennägel muß vorgebohrt werden, damit das Holz nicht zersprengt werde.

Von den Eisennägeln sind die geschmiedeten den Drahtstiften vorzuziehen, weil erstere kegelförmig zugespitzt sind, sich daher fester zwischen die Holzfasern einzwängen.

Hölzerne Nägel werden aus hartem Holze scharfkantig geschnitzt, unten etwas zugespitzt und in die etwas schwächer vorgebohrten Löcher getrieben, vorerst aber in heißen Leim getaucht. Der Nagel zwingt sich dann mit den scharfen Kanten in das weiche Holz ein; die über die Verbindung vorstehenden Nagelteile werden abgehobelt. Bei harten Hölzern werden die Nägel nicht scharfkantig, sondern rund geschnitzt, weil sie sonst das Bohrloch nicht ganz ausfüllen.

2. Verschrauben mit Holz- und Mutterschrauben.

Durch Verschrauben wird eine festere Verbindung als mit Nägeln zwischen den Holzteilen erzielt, welche nach Bedarf durch Aufschrauben gelockert oder selbst ganz gelöst werden kann. Für jede Schraube muß ein Loch vorgebohrt werden, welches enger und kürzer ist als die Dicke und Länge der betreffenden Schraube. Die Schraube wird dann mit dem Schraubenzieher oder mit der Bohrwinde so weit eingedreht, daß der flache Kopf bündig mit der Holzfläche liegt.

Eine festere Verschraubung kann mit Mutterschrauben bewirkt werden; die Löcher müssen dann den gleichen Durchmesser wie die Schraubenbolzen haben und durch die ganze Holzkonstruktion reichen; für den Kopf und die Mutter des Schraubenbolzens werden Vertiefungen ausgestemmt oder ausgebohrt, so daß diese im Holze ganz versenkt liegen. Unter die Schraubenmuttern müssen zur Verminderung der Reibung kleine, eiserne Unterlagsplättchen gelegt werden. Die Schraubenmuttern sind gewöhnlich kreisrund und mit zwei Schlitzsen versehen, um sie mit einem entsprechenden Schlüssel anfassen zu können.

3. Holzverbindungen bei Tischlerarbeiten.

(Tafel 51.)

Die bei den Zimmermannsarbeiten erläuterten Holzverbindungen werden vielfach auch vom Bautischler angewendet, doch müssen sie sehr genau hergestellt sein, sie werden zumeist noch geleimt und mit Holznägeln verbohrt.

Man unterscheidet nach der Lage und Inanspruchnahme der Verbandteile Verbindungen zum Verlängern, Verbreitern und zum Verknüpfen der Holzteile.

Zum Verlängern der Hölzer wird vom Tischler vielfach die Überblattung der gerade und der schräg abgesetzte Zapfen, Fig. 1 *a* und *b* und der Teufelschluß, Fig. 2, angewendet. Der gerade und schräge Stoß wird nur über einer Unterlage angeordnet und die Holzteile meistens auch auf diese genagelt, z. B. bei den Fußböden.

Das Verbreitern erfolgt zumeist parallel zu den Holzfasern und wird durch das Fügen, Messern, Falzen, Nuten und Federn bewirkt (siehe T. 2, Fig. 20, 21, 26 und 27). Zur Verstärkung derartiger Verbindungen werden über die ganze Breite reichende Einschubleisten nach Fig. 3 oder Hirnleisten nach Fig. 4 *a* oder Anfaßleisten nach Fig. 4 *b*, T. 51, entweder mit oder ohne Zapfen angeordnet.

Größere Flächen werden solider und dauerhafter mit einem ganzen Rahmen (Fries) umgeben, welcher die gefugten und geleimten oder gefalzten „Füllungen“ in entsprechenden Nuten aufnimmt. Die Fig. 5 *a* zeigt eine solche, auf einer Seite bündige Verbindung und Fig. 5 *b* die gleiche Verbindung mit vorstehenden und profilierten Frieskanten, wie selbe meistens bei Türen Anwendung findet. Die Füllungen dürfen nicht streng in die Nuten der Friese passen; es muß vielmehr ein kleiner Zwischenraum zur Ausdehnung des Holzes vorhanden sein. Werden die Holzflächen gestrichen, so muß man noch vor dem Zusammenpassen die Ränder der Füllungen mit der gleichen Farbe streichen oder beizen, weil sonst beim Eintrocknen des Holzes ganze Streifen von ungestrichenen Holzflächen sichtbar würden.

Beim Verknüpfen der Hölzer können dieselben entweder in ein und derselben Flucht liegen oder sie können senkrecht oder auch schief zueinander stehen. Im ersteren Falle wird häufig die zusammengeschlitzte Ecke (Fig. 9) oder die stumpfe oder zusammengeschlitzte Gehrung (Fig. 10 und 11) oder die Kreuzgehrung (Fig. 12) oder endlich der Nutzapfen mit Keil (Fig. 15) angewendet, während im letzteren Falle der Verband mit der durchgehenden oder verdeckten Verzinkung (Fig. 6 a und b) oder mit der Verzapfung Fig. 7 oder Vergabelung Fig. 8 a oder durch die Verbindung mit Nut oder Grat nach Fig. 13 a und b bewirkt werden kann.

4. Das Leimen.

Das zu leimende Holz muß gut ausgetrocknet sein und die Holzflächen müssen gut zusammengepaßt werden. Hartes Holz wird an den zu leimenden Flächen mit dem Zahnhobel rauh gemacht. Bei Hirnholz und porösem Holze sollen die zu leimenden Stellen zum Zwecke des Schließens der Poren vorerst mit schwachem Leime getränkt werden. Die Verbindungsstellen werden dann mit gut gekochtem (aber nicht angebranntem), dünnflüssigem Leime bepinselt und mit Schraubenzwingen, Keilböcken u. dgl. fest aneinander gedrückt und sodann in einem warmen, trockenen Raume 3—6 Stunden stehen gelassen, worauf man die Pressen lösen kann. Die Leimfuge muß sehr dünn und kaum sichtbar sein, weshalb man keinen dickflüssigen Leim verwenden darf.

Bei hartem Holze und kleineren Flächen wird der Leim etwas dicker gemacht als bei weichem Holze und großen Flächen; der Leim muß aber immer noch gut fließen, weil zu dicker Leim niemals so gut bindet wie dünnflüssiger und weil bei dickem Leim die zu leimenden Teile leicht aus der richtigen Lage gleiten.

Durch Beimengung von Leinölfirnis in heißflüssigem Zustande kann der Leim gegen die Einwirkung von Nässe widerstandsfähiger gemacht werden.

Das Leimen soll nur in trockenen, warmen Räumen geschehen; die zu leimenden Flächen sollen womöglich vorgewärmt werden. Gut geleimte Flächen dürfen sich durch Kraftanwendung nicht trennen lassen.

Der Leim wird mit dem entsprechenden Wasserquantum in Tiegeln (Leimpfannen) langsam eingekocht; beim Kochen ist er sorgfältig zu rühren, damit er nicht anbrennt. Man hat auch Leimtiegel, welche in ein mit Wasser teilweise gefülltes Gefäß ganz eintauchen; eine kleine Spiritusflamme, manchmal auch Dampf, erhitzt das Wasser, bringt dadurch auch den Leim langsam zum Kochen und erhält denselben stets warm und flüssig.

Zu lange gekochter oder zu oft aufgewärmter Leim nimmt zu viel Sauerstoff von der Luft an und verliert dadurch an Bindekraft.

B. Verschiedene Bautischlerarbeiten.

1. Fußböden (Dielen).

Bretterfußböden erhalten größtenteils eine 10—15 cm hohe Unterfüllung von Mauerschutt, Sand oder feinem Kieselschotter, in welche die Polsterhölzer zum Festnageln der Fußbodenbretter eingebettet werden; nur in untergeordneten, leichten Gebäuden befestigt man manchmal die Fußbodenbretter direkt auf die Deckenträme.

Diese Unterfüllung muß, besonders wenn sie auf Holzdecken als Deckenbeschüttung aufgebracht wird, trocken und frei von vegetabilischen Stoffen, Ungeziefer und größeren Steintrümmern sein. Mauerschutt, welcher häufig Ungeziefer enthält, soll vor seiner Verwendung als Deckenbeschüttung auf geeigneten Pfannen so lange erhitzt (geröstet) werden, bis alle Keime vernichtet sind. Nachdem dies aber sehr umständlich und unverlässlich ist, möge man von der Verwendung unreinen Mauerschuttes lieber ganz absehen.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden sollen Bretterfußböden im Erdgeschosse direkt unter der Beschüttung eine wasserdichte Isolierschichte erhalten, welche das Aufsteigen der Erdfeuchte verhindert. Hohlböden, d. h. Hohlräume unter dem Fußboden sind nur in seltenen Fällen ratsam, da sie Schlupfwinkel für Ungeziefer abgeben.

Das Legen der zumeist $\frac{5}{8}$ — $\frac{8}{10}$ cm starken Polsterhölzer in die geebnete Beschüttung erfolgt so, daß sie flachkantig auf zirka 1 m Entfernung voneinander ganz eingegraben, genau wagrecht gelegt und mit dem Beschüttungsmaterial unterstampft werden. Die Stöße der Polsterhölzer müssen abwechselnd angeordnet werden, dürfen also nicht in einer Reihe liegen. Bei Sturzdecken sollen die Polster so liegen, daß sie die Deckenträme senkrecht kreuzen.

Nach dem zur Verwendung gelangenden Material und der Art der Ausführung unterscheidet man: a) ordinäre Fußböden, b) Schiffböden, c) Fries- oder Brettelböden und d) Parkettböden.

a) Der ordinäre Bretterboden (Fig. 16, T. 51) wird aus 2—4 cm starken, 15—30 cm breiten, möglichst astfreien Brettern in der Weise ausgeführt, daß man die gefugten und oben rein gehobelten Bretter, von einer Wandseite beginnend, senkrecht auf die Polsterhölzer verlegt und bei jedem Auflager mit zwei bis drei Nägeln festnagelt. Vor dem Festnageln muß aber jedes Brett an das vorher gelegte mit Keilen angetrieben werden, damit die Stoßfuge verschwindet. Hierzu wird, wie in Fig. 16 gezeichnet, eine Klammer in geringer Entfernung von der Brettkante in das Polsterholz eingeschlagen und zwischen Klammer und Brettkante werden zwei Keile eingetrieben. Die Nägel werden dann in vorgezeichneter, gerader Linie eingeschlagen und das Brett, damit es nicht hohl liegt, mit dem Beschüttungsmaterial unterstampft.

Nach einiger Zeit werden sich infolge Schwindens der Bretter beim Trocknen des Holzes die Stoßfugen allmählich erweitern; diese Erweiterung wird natürlich mit dem Feuchtigkeitsgehalt und der Breite der Bretter zunehmen. Um die Anzahl der Fugen zu reduzieren, leimt man je zwei, manchmal auch drei breitere Bretter zu zirka 60 cm breiten Fußtafeln zusammen und verwendet hierzu möglichst gut ausgetrocknetes, astfreies Holz. Diese Fußtafeln werden dann, wie früher angegeben, an die Polsterhölzer bei jedem Auflager mit 4—5 Nägeln festgenagelt.

Die später entstandenen Fugen eines Bretterbodens werden nach vollständigem Austrocknen der Bretter (nach etwa einem Jahre) ausgespant, indem in die vorher gereinigten Fugen keilförmig zugehobelte und mit Leim bestrichene Holzleisten eingetrieben und dann eben mit dem Fußboden abgehobelt werden.

In neuester Zeit geht man von dem Grundsatz aus, lieber viele, aber möglichst kleine Fugen zu schaffen. Man verwendet daher lieber nur 10—15 cm breite, trockene Bretter; bei hinreichender Trockenheit werden sich dann nur schmale Fugen bilden, welche leicht zu verkitten sind.

b) Der Schiffboden (Fig. 17, T. 51). Dieser wird aus 10—15 cm breiten, $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ cm dicken, an den Langseiten mit Nut und Feder versehenen, weichen Brettern hergestellt.

An jedem Polsterauflager wird in der Nut des fest angeschobenen Brettes ein schief gestellter Nagel so tief eingetrieben, daß der Kopf ganz versenkt ist, wodurch der feste Anschluß an das andere Brett bewirkt wird und die Nut zum Einschieben der Feder des nächsten Brettes frei bleibt (verdeckte Nagelung). Die Bretter müssen durchaus gleich breit sein, die Stoßfugen werden voll auf Fug in die Mitte der Polsterhölzer angeordnet. Wo zwei Nuten zusammenfallen, werden passende, harte Holzleisten als Federn eingeschoben.

Das Auswechseln der Bretter ist bei diesen Fußböden schwieriger, da man beim Aufreißen zuerst einen Teil herausstemmen und beim Schließen die letzten zwei Bretter gleichzeitig einsetzen und von oben nageln muß.

c) Der Friesboden. Bei den früher gebräuchlich gewesenen, sogenannten Kapuzinerböden war die Bodenfläche durch 10—16 cm breite Friese aus hartem Holze in Felder geteilt, die mit schmalen, weichen Bretteln ausgefüllt wurden. Die Friese und noch ein Teil der Füllungen lagen auf Polstern und wurden an diese genagelt. Solche Böden sahen im neuen Zustande schön aus, die weichen Füllungen nützten sich jedoch früher ab als die harten Friese und der Boden wurde bald uneben und häßlich.

Gegenwärtig sind die sogenannten Brettelböden (Fig. 18, T. 51) gebräuchlich. Diese werden mit kleinen Eichen-, Eschen- oder Buchenbretteln in der Weise ausgeführt, daß zuerst ein ordinärer, rauher Fußboden aus weichen, 3 cm dicken Brettern — Blindboden genannt — auf die Polsterhölzer genagelt wird; auf diesen Blindboden wird erst der eigentliche harte Fußboden gelegt, indem zuerst 12 cm breite, 2 cm dicke Endfriese längs den Wänden genagelt und in diese genuteten Endfriese kleine, 2 cm dicke, 5—10 cm breite, 40—60 cm lange, an den Lang- und Stirnseiten mit Nut und Feder versehene harte Brettel unter 45° zu den Endfriesen geneigt, eingeschoben werden. Jedes Brettel wird dann mit 2—3 Nägeln an den Blindboden, so wie beim Schiffboden festgenagelt. Damit die Friese und Brettel in eine durchaus wagrechte Ebene zu liegen kommen, werden besonders bei den genagelten Stellen zwischen Fries- und Blindboden nach Bedarf entsprechend starke Holzspäne gelegt.

Diese Friesböden können auch ohne Blindboden hergestellt werden, dann müssen aber die Brettel länger und breiter sein, so daß die Stöße immer über die Polsterhölzer zu liegen kommen und auf diese festgenagelt werden können.

Durch Anwendung verschiedenfärbiger Holzarten in wechselnden Lagen erhält man unterschiedlich gemusterte Fußböden (Dessinfriesböden, siehe z. B. Fig. 19, T. 51). Die Ausführung derselben ist gleich jener der gewöhnlichen Friesböden.

d) Der Parkettboden (Fig. 20, T. 51) erfordert immer einen Blindboden als Unterlage. Auf diesen werden die Wandfriese genagelt, hierauf die fertigen Parkettafeln mit Nut und Feder aneinander geschoben und, wie früher beschrieben, an den Blindboden verdeckt genagelt.

Die Parkettafeln werden aus verschiedenfärbigem, hartem Holze zusammengesetzt, indem man die nach einem Muster genau zugearbeiteten, 2,5—3,5 cm dicken Brettstücke mit Nut und Feder zu einer quadratischen Tafel von 50—70 cm Seitenlänge zusammenleimt, diese dann an ihrer Oberfläche glatt hobelt, abzieht und einläßt.

Aus Ersparungsrücksichten werden die Parkettafeln häufig nicht aus massivem, hartem Holze hergestellt, sondern bloß furniert. Die Tafel wird hiebei aus weichem Holze erzeugt und auf selbe eine 4—8 mm starke Furnierung, welche auch die Musterung enthält, aufgeleimt.

Längs der Wände werden bei allen Holzfußböden Sesselleisten angebracht; diese sollen nicht an den Fußboden, sondern mit Bankeisen an die Wand befestigt werden (Fig. 21 b, T. 51), damit beim Schwinden der Fußbodenbretter zwischen der Wand und den Sesselleisten keine Fugen entstehen können. An die obere Seite der Sesselleisten schließt der Verputz an. Gewöhnlich werden aber dennoch die zumeist dreieckigen Sesselleisten an den fertigen Verputz angeschlossen und an den Fußboden genagelt (Fig. 21 a, T. 51). Statt der Sesselleisten kann man auch 15—20 cm breite Sockelbretter längs der Wände anordnen und diese an eingemauerte Holztrageln festnageln.

e) Brettel- und Parkettfußböden in Asphalt gelegt. Bei Fußböden, welche von Erdfeuchtigkeit oder Grundwasser zu leiden haben, ist das Verlegen derselben auf eine isolierende Asphalt-schicht geradezu unerlässlich.

Wegen Verhinderung von Staub- und Ungezieferbildung muß diese Art der Ausführung für alle Brettel- und Parkettfußböden als sehr vorteilhaft und in Anbetracht der Dauerhaftigkeit auch als ökonomisch bezeichnet werden.

Anfangs legte man die wie gewöhnlich genuteten, manchmal nur gefugten, harten Brettern auf eine entsprechende Betonunterlage in heißen Asphalt. Diese Ausführungsart war jedoch umständlich und kostspielig, aber auch nicht ganz einwandfrei, konnte daher nur in sehr beschränkten Fällen zur Anwendung kommen.

Das vom k. u. k. Bau-Oberwerkmeister W. S t a m m zum Patent angemeldete, in Fig. 14 a und b, T. 51, dargestellte Verfahren besteht darin, daß man auf einen 3—5 cm dicken, vollkommen ebenen Zement- oder Gipsmörtelestrich nach vollständigem Trocknen desselben eine 4 mm dicke Schichte kalt verstreichbaren, in Benzol u. dgl. gelösten Asphalt von einer Zimmerecke beginnend aufträgt, in diesen die hergerichteten Bretter eindrückt und mit Nut und Feder passend ineinanderschiebt. Durch das Eindrücken der Bretterchen in die etwas höher aufzutragende Asphaltische Schichte wird der Asphalt in die in den Bretterchen schwalbenschwanzförmig ausgehobelte Nut *n* und *n'* (Fig. 14 a und b) emporquellen, wodurch die Bretterchen an der Asphaltische Schichte festgehalten werden. Um aber ein noch besseres Haften des Asphaltes an den Brettern und an der Unterlage zu bewirken, werden diese beiden Flächen noch vor dem Auftragen des Asphaltes mit dieser Masse ordentlich angestrichen. In ähnlicher Weise können auch die Parkettafeln für Parkettfußböden verlegt werden.

Bei Fußböden, wo die Asphaltische Schichte gleichzeitig als Isolierschichte wirken, daher das Durchdringen der Grundfeuchtigkeit verhindern soll, muß die Betonunterlage mindestens 5 cm stark gemacht und auf dieser ein zwei- bis dreimaliger Anstrich mit derselben Asphaltische Masse aufgetragen werden, wobei jeder Anstrich zirka 5 Stunden trocknen muß. Dadurch wird eine 2—3 mm dicke, wasserdichte Haut, die eigentliche Isolierschichte gebildet. Nach vollständigem Trocknen des letzten Anstriches, in zirka 6—8 Stunden, kann mit dem Legen der Bretterchen in einer Ecke begonnen werden, indem man jedes Bretterchen an der unteren Fläche mit der Asphaltische Masse dicht bestreicht, an die Unterlage andrückt und mit schwingender Bewegung passend an die vorher verlegten Bretterchen anschiebt, so zwar, daß die emporquellende Asphaltische Masse die etwas schmaler zu haltende schwalbenschwanzförmige Nut *n* und *n'* zwischen den Bretterchen ordentlich ausfüllt.

Für Fußböden, welche auch dem Auftrieb des Grundwassers zeitweise zu widerstehen haben, muß sowohl die Betonschichte als auch die Asphaltische Schichte entsprechend verstärkt werden. In solchen Fällen soll man auf die Betonunterlage eine 10 mm dicke Asphaltische Schichte heiß auftragen und auf diese vollkommen eben abgegliche Schichte erst die Bretter in der vorerwähnten Weise verlegen.

Im neuerbauten Garnisonsspitale zu Krakau hat man einen Blindboden in eine 6 mm hohe, heiß aufgetragene Asphaltische Schichte gelegt und darauf in der üblichen Weise die Bretter festgenagelt (Fig. 14 c, T. 51).

Für den Blindboden wurden 2 cm dicke, 15 cm breite, rauhe Bretter an beiden Seiten schiefwinkelig gesäumt und in die heiß aufgetragene Asphaltische Schichte auf 1 cm Entfernung derart verlegt, daß bei den Zusammenstößen nach oben sich erweiternde, schwalbenschwanzförmige Fugen frei blieben, welche so wie die Anschlüsse an die Mauern mit derselben erhitzten Asphaltische Masse ausgegossen wurden. Auf diesen vollkommen eben verlegten Blindboden, der von der Asphaltische Schichte festgehalten wird, wurden die Bretter in der üblichen Weise festgenagelt.

2. Wandvertäfelungen (Lambrien).

(Fig. 22, 23 und 25, T. 51.)

Diese werden meistens zum Schutze des Wandverputzes, manchmal auch zur Isolierung von kalten und feuchten Mauern angeordnet. Für Turn- und Fecht-säle, Reitschulen, Aus- und Ankleidezimmer von Bade- und Duschanlagen sollen immer Lambrien bis zu einer Höhe von 1·00—2·00 m über dem Fußboden ausgeführt werden. Sie sind gewöhnlich auf einen „Sockel“ aufgesetzt und oben mit einem

„Krönungsfries“ abgeschlossen. Sockel und Krönungsfries werden an eingemauerte, hölzerne „Tragel“ festgenagelt. Die dazwischen liegende Wandfläche kann entweder aus gefalzten oder genuteten, vertikalen Brettern, welche in die Nuten der Sockel- und Krönungsfrieze eingeschoben sind (Fig. 23 und 25) oder nach Fig. 22 mit Fries und Füllungen hergestellt werden. Niedere Wandvertäfelungen können auch an den Fußboden bloß durch die Sesselleisten und oben mit Bankeisen befestigt werden.

Bei feuchten Wänden muß zwischen der Wand und der Vertäfelung ein 2—3 cm breiter Luftschlitz bleiben, welcher oben und unten durch Löcher mit der Außenluft in Verbindung gesetzt wird (siehe Fig. 25, T. 51). In diesem Falle ist es ratsam, die der Wand zugekehrten Holzflächen mit einem wasserdichten Anstrich (Teer und dgl.) zu versehen.

3. Abteilungswände aus Brettern.

Diese werden manchmal zur Unterteilung von Räumen ausgeführt und sind ähnlich wie die Wandvertäfelungen herzustellen, nur müssen beide Wandflächen rein bearbeitet sein. Man macht sie meistens so hoch als die Türen, befestigt sie unten an den Fußböden mit Nägeln oder Haken und seitwärts mit Bankeisen an die Mauer, wo sie bis zum Mauergrund reichen sollen, daher auch noch durch den Verputz festgehalten werden. Die Krönungsfrieze werden zur besseren Versteifung etwas stärker gemacht und gewöhnlich auch profiliert. Oft reichen diese Wände bis zur Decke, wo sie dann mit Nägeln oder bei Gewölben mit Haken an diese zu befestigen sind.

Für Mannschaftsaborte in Kasernen werden die Abteilungswände meistens aus 4 cm dicken, vertikal gestellten und genuteten Brettern hergestellt, unten mit dem Sockel und oben mit dem Krönungsfries begrenzt. Bessere Wände erhalten zwischen Sockel- und Krönungsfries Füllungen und Mittelfrieze eingeschaltet, ähnlich wie in Fig. 22, T. 51.

Nach Bedarf kann der obere Wandteil zum Zwecke der Verglasung durch Holzprossen, etwa nach Fig. 24, T. 51, in Felder geteilt werden (Glaswände).

Nachdem die Füllungen eine gewisse Höhe und Breite nicht überschreiten sollen, andererseits größere Wandflächen eine genügende Versteifung erhalten müssen, so sind hohe Wände mit ein oder zwei durchlaufenden Mittelfriesen und lange Wände mit einigen vertikalen Friesen entsprechend zu verstärken.

4. Türen und Tore.

Je nach der Konstruktion unterscheidet man: Lattentüren, einfache und doppelte Brettertüren, Jalousietüren, gestemmte Türen usw.

Je nach der Anzahl der beweglichen Teile (Flügel) einer Türe unterscheidet man ein-, zwei- und mehrflügelige Türen. Die zweiflügeligen nennt man gewöhnlich kurz Flügeltüren.

Lattentüren können nur dort Anwendung finden, wo es sich bloß um die Abgrenzung eines Raumes, nicht aber um einen dichten Abschluß handelt. Gewöhnlich werden sie bei Einfriedungen, Dachboden- oder Kellerabteilungen u. dgl. angewendet.

Sie bestehen aus einer Reihe vertikal gestellter, zirka $\frac{3}{5}$ cm starker Latten, welche in Abständen gleich der eigenen Breite auf zwei horizontale Querstücke — Riegel — festgenagelt werden. Zur Verhütung des Setzens (Einsackens) der Tür muß in diagonaler Richtung eine Strebe in die Riegel versetzt und an die Latten genagelt werden. Die Riegel und Streben sind aus schmalen, etwa 10 cm breiten, 2—3 cm dicken Brettern, meistens auf beiden Seiten angeordnet, so daß sie die Latten zangenartig umfassen. Bei besseren Lattentüren werden etwas stärkere Riegel und Streben mit den Latten überschritten, so daß sie diese auf allen vier Seiten umschließen.

Die einfachen Brettertüren dienen zumeist nur für untergeordnete Räume, doch findet man Brettertüren aus hartem Holze mit reich verzierten Beschlägen auch in Monumentalbauten, z. B. in der Lazaristenkirche in Wien. Bei diesen werden über die ganze Türöffnung reichend, vertikal gestellte Bretter an den Langseiten mittels Fugung, Falzung oder Nutung verbunden, eventuell auch geleimt und dann auf zwei Querleisten genagelt (Fig. 4, T. 52). Bei geleimten Türen werden die Querleisten eingeschoben. Zur Verhinderung des Einsackens des Türflügels muß bei bloß aufgenagelten Querleisten auch eine in die Querleisten versetzte Strebe (Fig. 4, T. 52) aufgenagelt werden.

Diese Türen können je nach dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, entweder ungehobelt oder gehobelt gefertigt, eventuell an den Brettanten abgefast oder auch aus hartem Holze hergestellt und auch verschiedenartig profiliert werden.

Die verschalten oder doppelten Brettertüren bestehen aus zwei Bretterlagen, welche sich entweder senkrecht oder schräge kreuzen und mit Eisen- oder Holznägeln zusammengenagelt werden (Fig. 5, T. 52). Die beiden Verschaltungen können gefugt, gefalzt oder genutet und an den Kanten abgefast oder mit einer zarten Gliederung versehen werden.

Bessere, verschaltete Türen erhalten einen Rahmen, welcher in einem entsprechenden Falze die beiden Verschaltungen aufnimmt (Fig. 5, T. 52). Dieser Rahmen kann auch aus zwei Bretterlagen nach Fig. 5 c gefertigt werden. Die Verbindung der Rahmenteile erfolgt bei doppelten Rahmen durch einfache Übergreifung der Bretter in den Ecken und beim einfachen Rahmen mit dem Schlitzzapfen.

Jalousietüren (Tore) eignen sich besonders für Außentüren oder für solche Räume, die viel von Feuchtigkeit zu leiden haben, z. B. Stalltüren, Türen von Wasch- und Baderäumen usw. Sie bestehen aus einem stärkeren Rahmen, in dem schwächere, 10—15 cm breite Jalousiebrettel eingeschoben werden. Bei großen Tür- und Torflügeln kann der Rahmen zur Versteifung auch durch horizontale und vertikale Rahmenstücke in mehrere Felder geteilt werden. Die Rahmenstücke sind untereinander mit Schlitzzapfen verbunden. Die Jalousiebrettel greifen mit einem $1\frac{1}{2}$ —2 cm breiten Falze (Fig. 4, T. 54) oder mit einer ebenso tiefen Nut (Fig. 7, T. 54) übereinander; in die Rahmenstücke werden sie in $1\frac{1}{2}$ —2 cm tief eingehobelten Nuten geschoben.

An der inneren Seite der Jalousietür können die Jalousiebrettel eine Verstärkung durch eine vertikal angeordnete, gefalzte Verschaltung erhalten, welche wieder mit Federn in die Nut der Rahmenfrieße eingreift.

Die Tafel 54 bringt eine jalousieartig verschaltete Stalltüre samt allen Details zur Darstellung. Der Rahmen ist aus 6 cm dicken Pfosten hergestellt. Die Füllungen sind mit $2\frac{1}{2}$ cm dicken Brettern verschalt, und zwar ist die äußere Brettlage jalousieartig, also horizontal und die innere Brettlage vertikal angeordnet; beide sind mit Federn in die Nut des Rahmens eingeschoben.

Gestemmte Türen (Fig. 1 und 3, T. 52) bestehen aus einem Rahmen, welcher je nach der Größe des Türflügels durch horizontale und vertikale Friese in mehrere Felder geteilt werden kann. Diese Felder werden dann mit zusammengeleimten, schwächeren Tafeln, „Füllungen“ genannt, geschlossen. Die Rahmenstücke werden mit den abgesetzten Schlitzzapfen (Nutzapfen) zusammengestemmt, und die zusammengeleimten Füllungen mit ringsum angearbeiteten Federn in eine Nut des Rahmens eingeschoben.

Die Füllungen dürfen nicht zu breit gemacht werden, damit das Schwinden des Holzes möglichst wenig sichtbar wird. Einflügelige Türen werden daher zumeist in zwei vertikale Felder geteilt, während bei zweiflügeligen Türen jeder Türflügel nur eine Füllung erhält.

Bei der horizontalen Teilung der Füllungen muß darauf Rücksicht genommen werden, daß das Türschloß und die Türbänder nie in den Zapfen eines Rahmenstückes fallen.

Nach der Anzahl der Füllungen sind zu unterscheiden: Kreuz- oder Vierfüllungstüren, dann Sechs- und Achtfüllungstüren usw. Die Tafel 52 zeigt in Fig. 1 eine einflügelige und in Fig. 3 eine zweiflügelige Sechsfüllungstür.

Die gestemmtten Türen werden zumeist nur im Innern der Gebäude bei vor Feuchtigkeit geschützten Räumen angewendet. Für äußere Türen (Haustüren) muß durch Anwendung geeigneter Verbindungen die Einwirkung der Witterung möglichst unschädlich gemacht werden.

Die Ausführung der gestemmtten Türen geschieht auf folgende Art: Zuerst wird der Rahmen aus 4—5 cm dicken und 15 cm breiten Brettern mit Schlitzzapfen zusammengepaßt, die Rahmenstücke aber früher glatt gehobelt und an den inneren Randflächen entsprechend den Füllungen gekehlt. (Diese Kehlstöße können auch durch aufgeleimte, profilierte Leisten noch reicher ausgebildet werden.) Die Füllungen werden aus 2½—3 cm dicken Brettern so geschnitten, daß die längere Seite derselben parallel zur Holzfasern ist, breitere Füllungen werden bloß zusammengeleimt. Alle vier Ränder der Füllungen werden abgeblattet, d. h. zu einer Feder zugescharft, mit welcher sie in die 1—2 cm tiefe Rahmennut einzustecken sind. Hierbei muß auf die Bewegung des Holzes beim Austrocknen insofern Rücksicht genommen werden, daß einerseits zwischen dem Boden der Nut und der Feder ein genügender Spielraum bleibt und daß andererseits die Federn vor dem Einschieben mit derjenigen Farbe gebeizt oder gestrichen werden, welche die Tür erhalten soll.

Beim Zusammensetzen der Türflügel werden die Zapfen der Friese mit dünnflüssigem Leime bestrichen, fest in die Schlitze gepreßt, gleichzeitig die Füllungen eingesetzt und jede Verbindung verkeilt und mittels Holznägeln verbahrt. Sodann wird der ganze Türflügel rein ausgearbeitet, d. h. vorstehende Teile mit dem Hobel abgestoßen, der Falz an den Türflügelrändern ausgehobelt und zuletzt der ganze Türflügel rein abgeschliffen.

Jeder Türflügel muß in den an den Türöffnungen vorhandenen Falz hineinpassen, wie dies bei Maueröffnungen erklärt wurde und in den Beispielen auf T. 52 bis 55 dargestellt erscheint. Dieser Falz (Anschlag) wird durch die Falzverkleidung gebildet, welche 1½ cm vom Rande der Öffnung entfernt, an den Stock genagelt wird. Ein zweiter Falz wird am Rande des Türflügels ausgehobelt, so daß dadurch eigentlich ein Doppelfalz gebildet erscheint (siehe Fig. 1 e und f, T. 52).

Bei Futtertüren, für welche nur raue (ungehobelte) Blindstöcke beiderseits der Maueröffnung versetzt werden, muß die Türöffnung mit einem Futter ausgekleidet werden. Dieses Türfutter wird aus 2·5—3 cm dickem Fries und Füllungen, ähnlich wie die Türflügel selbst (aber nur auf einer Seite rein bearbeitet) hergestellt. Es muß genau so breit wie die Mauerdicke, inklusive Verputz sein und wird in der gewünschten Stocklichte an die Blindstöcke genagelt, wobei nach Bedarf bei den Nägeln zwischen Stock und Futter Holzspäne unterlegt werden. Sind die Türfutter befestigt, so wird auf jener Seite der Türöffnung, wo der Türflügel angeschlagen wird, eine Falzverkleidung und auf der anderen Seite eine Zierverkleidung nach Fig. 1 e und f, T. 52, an den Stock genagelt.

Die Türfutter, welche von der Mauerfeuchtigkeit am meisten zu leiden haben, dürfen nur schmale Füllungen bekommen, daher müssen Türfutter bei 60 cm (und darüber) dicken Mauern durch ein oder mehrere vertikale Friese in schmale, nicht über 25 cm breite Felder geteilt werden.

Die Oberfläche des Türschwellers (Fußtritt) liegt gewöhnlich 1—1½ cm über dem Fußboden; er soll aus 2—3 cm dicken, womöglich eichenen Brettern angefertigt, oben glatt gehobelt und bei stark frequentierten Türen an den Rändern mit angeschraubten Fußtrittschienen aus Flach- oder Winkel-eisen beschlagen werden (siehe Fig. 2 d, T. 52). Bei Verbindungstüren zwischen den einzelnen, zu einer Wohnung gehörigen Wohnräumen legt man den Türschweller meist ins gleiche Niveau mit dem Fußboden. Brettelböden werden einfach in gleicher Höhe über den Türschweller durchgeführt.

Durch einen am Türsturz angeordneten Aufsatz (Verdachung), etwa nach Fig. 3, T. 52, kann in höheren Räumen eine bessere Ausstattung erzielt werden, eventuell kann man zwischen Verdachung und Türverkleidung einen breiteren Fries mit einer Aufschrifttafel anordnen.

Fig. 1, T. 52, zeigt die Konstruktion einer einflügeligen und Fig. 3, T. 52, jene einer zweiflügeligen, gestemmtten Türe in allen Details.

Die zweiflügeligen Türen werden im allgemeinen so wie die einflügeligen hergestellt. Die beiden Flügel dürfen in der Mitte nicht zu streng zusammen schließen. Die sich hier bildende Fuge wird auf beiden Seiten der Tür mit einer „Schlagleiste“ verdeckt. Jeder Türflügel erhält also eine Schlagleiste, welche aufgeleimt und außerdem angeschraubt wird. Bei ungleich breiten Flügeltüren wird zur Vermeidung des unschönen Aussehens ungleich breiter Türfüllungen der breitere Flügel gegen die Türmitte mit einem breiteren, lotrechten Fries versehen und durch Anbringung einer zweiten (falschen) Schlagleiste die ganze Türfläche symmetrisch ausgestaltet.

Glastüren erhalten statt der oberen Füllungen entsprechend große Glastafeln, dabei kann man größere Füllungen durch vertikale und horizontale Sprossen in kleine Felder teilen. Diese Sprossen werden in die Rahmenfrieze verzapft und an den Kreuzungsstellen mit der Kreuzgehrung verbunden. Bei Haustüren kann man statt hölzerne, eiserne Sprossen aus Fassoneisen zu einem Gitterwerk ausbilden und mit einem Flacheisenrahmen umgeben, welcher in die Öffnung passend eingesetzt und festgeschraubt wird (siehe T. 53). Die Fassoneisen nehmen dann direkt die Glastafeln auf. Man kann auch nach T. 55 ein Ziergitter in die Öffnung einsetzen, dann ist es aber angezeigt, für die Aufnahme der Glastafeln einen beweglichen Flügel anzuordnen, um erstere nach Bedarf reinigen zu können.

Türen mit Oberlichtern. Bei diesen ist die Tür von der „Oberlichte“ (Fenster ober der Türe) durch ein „Kämpferstück“ getrennt, welches unten einen Falz für den Türflügel und oben einen solchen für das Oberlichtfenster erhält. Je nach der Größe und dem Charakter der Türe ist der Kämpfer entsprechend kräftig auszubilden und zu profilieren (Fig. 1, T. 53). Bei ins Freie führenden und nach außen aufgehenden Türen muß der Kämpfer mit einem hölzernen oder eisernen Wetterschenkel versehen sein, durch welchen das Eindringen des Regenwassers in den oberen Falz der Türflügel verhindert wird (Fig. 2 und 4, T. 54).

Die Haustüren, welche den Witterungseinflüssen zumeist direkt ausgesetzt sind, müssen mindestens aus Kiefern- oder Lärchen-, besser aber aus Eichenholz erzeugt und so konstruiert sein, daß das anschlagende Regenwasser von jeder Stelle rasch abgeleitet wird und nirgends in die Verbindungen eindringen kann. Am besten empfehlen sich für mindere Objekte die Jalousietüren; für bessere Gebäude sind gestemmtte Türen gebräuchlich, z. B. nach Fig. 1, T. 55, welche ähnlich wie die bereits erklärten Türen für innere Räume aus Friesen und Füllungen, die jedoch stärker dimensioniert sind, zusammengesetzt werden. Die Füllungen werden entweder nach Fig. 1, T. 55, überschoben oder die Fugen mit aufzuleimenden Leisten derart verdeckt, daß in die Nuten kein Wasser eindringen kann.

Meistens werden die oberen Füllungen, welche durch die vorspringende Verdachung mehr vom schräg anschlagenden Regen geschützt sind, eingesteckt und nur die unteren Füllungen überschoben.

Verstärkte, d. h. aufgeleimte Kehlstöße müssen mit starken Holzschrauben befestigt und die versenkt liegenden Schraubenköpfe verkittet werden. Für größere und reicher ausgestattete Türen kann man überschobene Kehlstöße, etwa nach Fig. 1 f, anwenden. Damit das Regenwasser in den oberen Teil der überschobenen Füllung nicht eindringen kann, ist es immer notwendig, darüber eine Abwässerungsleiste aufzuleimen und anzuschrauben (Fig. 1 h).

Der untere Teil der Türe wird noch mit einem entsprechend hohen, an den Stirnseiten in Gehrung geschnittenen Sockelbrett versehen, welches auf den Türflügel aufzuleimen und anzuschrauben ist (Fig. 1 *a* und *i*).

Beim Zusammenstoße der Türflügel in der Mitte muß mit Rücksicht auf das starke Aufquellen des Holzes im Freien ein entsprechend breiter Zwischenraum bleiben, welcher an beiden Seiten mit starken, aufgeleimten und angeschraubten Schlagleisten überdeckt wird (Fig. 1 *c* und *f*, T. 55).

Die Fig. 1, T. 53, zeigt eine einfach ausgebildete Hauseingangstür in steinernem Gewände mit Oberlichte und Verglasung der Türflügel; die Fig. 2, T. 53, zeigt eine Alternative mit hölzernem Stocke.

Tore müssen wegen ihrer größeren Dimensionen entsprechend stärker gehalten werden als die Haustüren, sonst ist die Konstruktion im allgemeinen dieselbe.

Tore können so wie Türen als Latten-, Bretter-, Jalousie-, verschaltete oder gestemmte Tore ausgebildet sein. Gestemmte Tore können auch mit reich profilierten Gliederungen, eventuell mit Bildhauerarbeiten (Holzschnitzerei) versehen werden.

Nachdem es bei den Toren meistens auf einen luftdichten Abschluß nicht ankommt, so läßt man sie gewöhnlich direkt auf die Mauer oder auf steinerne Stöcke anschlagen. Hölzerne Stöcke werden bei Toren nur selten angeordnet.

Breite, schwere Torflügel werden zumeist nur zum Durchfahren geöffnet, während zum Passieren der Fußgänger in dem einen Torflügel eine Tür angebracht wird.

Schiebetüren und Tore. Wenn zum Aufschlagen der Tor- oder Türflügel nicht genügend Raum vorhanden ist oder sehr breite Torflügel zu massive Beschläge erfordern würden, so können Schiebetüren oder Schiebetore konstruiert werden.

Schiebetore können je nach ihrer Breite und dem zur Verfügung stehenden Raume ein- oder zwei-flügelig hergestellt werden. Die Ausführung der Flügel selbst erfolgt nach einer der vorbesprochenen Konstruktionen. Die Torflügel hängen gewöhnlich mit Rollen auf Schienen und sind meistens längs der inneren Mauerflucht, seltener in einem Mauerschlitze verschiebbar eingerichtet.

Nachdem bei Schiebetüren und Schiebetoren nie ein so dichter Abschluß der Türöffnung zu erreichen ist wie bei Flügeltüren, so ist es ratsam, die Öffnung mit einem ebenen Rahmen zu verkleiden und die Tür-, bezw. Torflügel an der Wandfläche möglichst eben, das ist ohne vorspringende Leisten, Kehlstoße u. dgl. herzustellen (siehe auch Schlosserarbeiten und T. 65).

Spieltüren. Bei diesen können die Flügel nach beiden Seiten geöffnet werden. Beim Freilassen der Türflügel schließen sich diese mittels Federdruck von selbst.

Bei der in Fig. 2, T. 55, im Grundriß dargestellten, älteren Konstruktion sind die Flügel an den vertikalen Kanten abgerundet und schließen zu beiden Seiten in einen entsprechend ausgehöhlten Rahmenstock. Die Drehachse der Flügel mit der schließenden Feder ist in Fig. 2, T. 66, im Detail dargestellt und bei den Schlosserarbeiten näher beschrieben; sie liegt in den Drehpunkten *a* und *a*₁, Fig. 2, T. 55.

Bei der neueren Konstruktion stoßen die Flügel stumpf an einen Rahmenstock und werden mit diesem durch Pendeltürbänder mit Spiralfeder (Fig. 1, T. 66) befestigt.

Spieltüren eignen sich besonders für sehr stark frequentierte Kommunikationen, bei Gängen u. dgl.

Drehtüren. Diese in Fig. 3, T. 58, im Grundriß dargestellte Tür neuester Konstruktion besteht aus vier Türflügeln *a*, *b*, *c* und *d*, welche an eine in der Mitte der Türöffnung angeordnete, vertikale Drehachse befestigt und mittels Spangen 1, 2, 3 und 4 so fixiert sind, daß sie aufeinander senkrecht stehen, daher ein Kreuz

bilden. Die Türfutter entsprechen im Grundriß einem mit der Türflügelbreite als Radius konstruierten, auf zwei Seiten abgeschnittenen Zylinder, in welchem sich die vier Türflügel in der Richtung der Pfeile drehen.

Nach dem Eintritt in die Türöffnung *ab* dreht man den Türflügel *b* in der Richtung des Pfeiles und schreitet so lange vorwärts, bis die Stellung dieses Türflügels den Austritt bei der Öffnung *cd* gestattet. Auf dieselbe Weise erfolgt der Austritt beim Verlassen des Raumes durch Vorwärtsdrehung des Flügels *d*.

Diese Türen verhindern während des Passierens den schädlichen Zug, nachdem die Türöffnung beim Drehen der Tür stets geschlossen bleibt. Behufs dichten Abschlusses schließen die vier Flügel mit Kautschukstreifen an die sehr glatt hergestellten Wand- und Bodenflächen des Zylinders an.

Für den Transport größerer Möbelstücke durch die Türöffnung lassen sich die vier Flügel zusammenklappen und, wie in der Figur angedeutet ist, nach seitwärts verschieben. Hierzu wird bei *S* und *S*₁ durch den Druck an einen Schnapper die Verbindung der Spangen mit den Türflügeln *a* und *c* gelöst, worauf diese in der Richtung der Pfeile unter 90° gedreht werden, bis sie an den beiden Flügeln *b* und *d* anliegen. Die Spangen *I—4* sind bei *e*, *f*, *e*₁ und *f*₁ bloß mit Scharnieren festgehalten, klappen daher herunter, sobald die Flügel *a* und *c* ausgelöst sind und liegen dann in einer Ebene mit den Türflügeln; die zusammengeklappten Türflügel können dann entsprechend gedreht und, wie in der Figur gestrichelt erscheint, nach seitwärts verschoben werden, wozu am Boden und an der Decke geeignete Schlitze und Vorrichtungen für das Gleiten der Drehachse vorhanden sind.

5. Fenster.

Die Fenster schließen die Lichtöffnungen der Wände nach außen ab, lassen aber das Tageslicht zur Erhellung der Räume durch (siehe Maueröffnungen im I. Teil).

Die den Abschluß der Fensteröffnung bildenden, zumeist beweglichen Teile eines Fensters heißen die Fensterflügel. Sie bestehen aus einem schmalen, hölzernen, zirka 4—5 cm starken Rahmen, der eventuell durch 3—4 cm starke Sprossen in kleinere Felder geteilt werden kann. Die Felder sind mit Glastafeln zu verschließen (siehe Glaserarbeiten).

Am Fensterstock müssen die Flügel mit einem Falze möglichst dicht anschließen und so befestigt sein, daß sie sich leicht öffnen und schließen lassen.

Die Fensterflügel dürfen nicht zu breit gemacht werden, damit sie nicht einsacken. Es sollen daher nur bis zu 60 cm breite Fensteröffnungen mit einem Fensterflügel verschlossen werden, während breitere, bis 1·20 m messende Öffnungen zwei und über 1·20 m breite Fensteröffnungen drei oder auch mehrere Fensterflügel erhalten müssen. Ist die Fensteröffnung über 1·50 m hoch, so erfolgt auch in dieser Richtung eine Teilung, und zwar werden die unteren Flügel gewöhnlich $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ und die oberen $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ der ganzen Fensterhöhe hoch gemacht.

Nach der Anzahl der Fensterflügel unterscheidet man ein-, zwei-, drei-, vier- und mehrflügelige Fenster.

Die oberen und unteren Fensterflügel sind durch ein im Stocke befestigtes Querholz (Kämpfer) voneinander getrennt, an welches sich die Flügel mit einem Falze anlegen und in welchem auch die Verschlussriegel oder dgl. eingreifen. Früher hat man auch ein fixes, vertikales Mittelstück zwischen den Fensterflügeln angeordnet, so daß mit dem Kämpfer zusammen ein Kreuz (das Fensterkreuz) gebildet wurde. Dieses vermindert aber die Lichtfläche und hindert das bequeme Hinaussehen. Solche vertikale Mittelstücke werden daher nur in besonderen Fällen, z. B. wenn es sich um eine größere Festigkeit handelt, dann bei dreiteiligen Fensterflügeln, welche gewöhnlich zwei vertikale Mittelstücke erhalten, und manchmal auch zur Teilung der oberen Fensteröffnung angeordnet (Fig. 2 e, T. 56).

Wohnräume erhalten gewöhnlich einen doppelten Fensterverschluß durch äußere und innere Fenster.

Für äußere, ins Freie mündende Fenster darf nur harzreiches, also Kiefern- oder Lärchenholz verwendet werden, wogegen für innere Fenster auch Fichten- oder Tannenholz geeignet ist. Das Holz muß geradfaserig und frei von größeren Ästen sein. Die Fasern sollen nicht durchschnitten werden, daher ist Holz mit Drehwuchs für Fensterflügel ungeeignet.

Zur Herstellung der Fensterflügel werden die verschiedenen Rahmenstücke genau zugeschnitten, rein gehobelt und mit dem erforderlichen „Falz“ „Kittfalz“ und „Kehlstoß“ versehen. Die dickeren, mittleren Rahmenstücke erhalten außerdem einen Anschlag und eine Schlagleiste — meistens aus einem Stücke gehobelt — (Fig. 2 d, T. 56); die Rahmenhölzer werden an den Ecken mit dem Schlitzzapfen verbunden, und zwar so, daß die vertikalen Stücke den Schlitz und die horizontalen Stücke den Zapfen erhalten. Die Sprossen werden mit dem Rahmen verzapft und an den Kreuzungen mit der Kreuzgehrung verbunden.

Nachdem die Teile der einzelnen Fensterflügel zusammengepaßt sind, werden die Verbindungen verleimt und mit Holznägeln verbohrt. Ist der Leim trocken, so werden die vorstehenden Teile mit dem Hobel abgestoßen und die Fensterflügel in den Falz des Stockes passend gemacht.

Der Falz an dem Fensterstock wird ähnlich wie bei den Türen gebildet, indem man an den gehobelten Fensterstock die Falzverkleidungen so annagelt, daß ein 1·5 cm breiter und 2·5 cm tiefer Falz entsteht (Fig. 1 d und e, T. 56, äußeres Fenster); manchmal wird der Falz direkt im Stocke ausgehobelt (Fig. 1 d und e, T. 56, inneres Fenster).

Bei den nach innen aufgehenden Fenstern muß für die äußeren Fensterflügel ein eigener Rahmen mit Falz an den Stock befestigt werden (Fig. 2 d und e, T. 56).

Die Wetterleisten oder Wetterschenkel sind Schutzdacheln aus Holz oder starkem Eisenblech, welche bei äußeren Fenstern das Eindringen des Regenwassers zwischen der Falzverkleidung und den Flügeln verhindern sollen. Bei nach außen zu öffnenden Fenstern werden die Wetterleisten zumeist durch eine abgedachte und am unteren Rande mit einer ausgehobelten Wassernase versehene Holzleiste gebildet, welche für die oberen Flügel am Fenstersturze und für die unteren Flügel am Kämpfer befestigt werden (Fig. 1 e, T. 56). Für nach innen aufgehende Fenster sind die Wetterleisten an den Fensterflügeln zu befestigen; man macht sie dann aus starkem Eisenblech und schraubt sie am Kittfalze des unteren Rahmenstückes fest (Fig. 2 f, T. 56).

Die Fensterbretter dienen zur Abdeckung der über den Fensterstock meistens nach innen vorspringenden Parapet- oder Brüstungsmauer. Sie erhalten ein kleines Gefälle nach innen und einen Vorsprung von zirka 2 cm über die Verputzfläche. Gewöhnlich werden die Fensterbretter aus 2½ cm dicken, weichen Brettern hergestellt, mit einer Feder in eine korrespondierende Nut der Verkleidung eingeschoben und an der Spalettierung bis an den Mauergrund reichend hergestellt, wo sie durch den Verputz festgehalten werden. Für große, breite Fenster sollen stärkere Fensterbretter angeordnet und diese außerdem mit Bankeisen an die Spalettierung befestigt werden.

Bei nach innen aufgehenden Fenstern mit nur 30 cm starker Brüstungsmauer, bei denen die Fensterbretter frei in die Fensternische ragen, soll zur Unterstützung derselben unter dem Brette eine Leiste an die Verkleidung genagelt und das Fensterbrett außerdem stärker dimensioniert und mit Bankeisen an die Spalettmauern befestigt werden.

In Fig. 1, T. 58, ist das Normalfenster vom Ingenieur W. Wagner dargestellt. Wie aus dem Grundriß und Höhenschnitt zu ersehen ist, hat dieses Fenster bloß einen Rahmenstock mit dreifachem Falze, in welchem

die inneren und äußeren Fensterflügel ohne Zwischenraum direkt aneinander anschließen. Sowohl die äußeren als auch die inneren Flügel sind mit einem dreilappigen Fischband (Fig. 1 e) an den Rahmenstock derart befestigt, daß der Lappen α (Fig. 1 e) in den Rahmenstock eingelassen, der gekröpfte Mittellappen β auf den äußeren Flügel etwas versenkt aufgeschraubt und der Lappen γ in den inneren Flügel eingelassen wird. Es sind auf diese Weise mit einem Bande beide Flügel festgehalten, während bei gewöhnlichen Fenstern hierfür zwei Aufsatzbänder notwendig sind. Die Lappen β und γ sind sowohl gemeinschaftlich als auch voneinander unabhängig drehbar, wodurch es möglich wird, die daran hängenden inneren und äußeren Flügel gleichzeitig oder einzeln öffnen oder schließen zu können. In der Regel werden beide Flügel gleichzeitig geöffnet und geschlossen, weshalb die anschließenden Flügel mit einer Kupplung K verbunden werden, welche mit einem passenden Schlüssel S oder durch einen Schnapper jederzeit leicht lösbar ist (Fig. 1 d).

Das Öffnen und Schließen der unteren Flügel geschieht mit einem einzigen Getriebe, das der oberen Flügel kann bequem durch sogenannte Allwelt- oder Stangenoberlichtöffner erfolgen.

Die einfache Konstruktion und die sonstigen Vorzüge des Normalfensters als: Vergrößerung der Lichtfläche, rasches und bequemes Öffnen und Schließen, Wegfall des Schwitzens und Einfrierens der Glastafeln usw. lassen dasselbe sehr empfehlenswert erscheinen.

Die Erzeugung der Normalfenster übernimmt die Österreichische Fenster- und Türfabrik in Wien, IX. Währingerstraße.

Nach demselben System können auch Doppeltüren für Balkone u. dgl. angefertigt werden.

Stumpfs Universal-Schiebefenster. Dieses in Fig. 2, T. 58, dargestellte Fenster besteht aus dem Pfostenstock mit Wetterrahmen w , an welchen das Oberfensterpaar o, o^1 und das Unterfensterpaar u, u^1 anschließt. Jedes Paar ist unten durch Scharniere s und oben durch Einsteckverschlüsse v zusammengehalten; jedes der vier Fenster besitzt an allen vier Seiten seine eigenen Doppelfalz-Abdichtungen (Fig. 2 d und e).

Beide Fensterpaare haben an den vier Ecken Führungsstifte (st , Fig. 2 d), welche in entsprechende, im Stocke eingearbeitete Zargennuten eingreifen und hängen an beiden Enden an Drahtseilen, die über im oberen Teile des Fensters angebrachte Rollen r bis hinter das Gewandstück reichen, wo sie am anderen Ende ein dem Gewichte des Fensterpaares entsprechendes Gegengewicht g tragen. Jedes der beiden Fensterpaare kann auf- und abwärts verschoben werden, dabei wirkt das Gegengewicht derart, daß für diese Bewegung eine nur geringe Kraftanwendung notwendig ist und daß jedes Paar in beliebiger Stellung erhalten werden kann.

Die Zeichnung zeigt das Fenster in geschlossener Lage, in welcher die beiden Fensterpaare durch die beiden Drehriegel d, d^1 an den Falz gepreßt werden, so daß sie an den Wetterrahmen dicht anschließen.

Zum Öffnen des Fensters werden die beiden Drehriegel geöffnet, das Unterfensterpaar wird hierauf an der oberen Seite — wie der Pfeil in Fig. 2 b andeutet — nach einwärts gekippt, bis die oberen Führungsstifte die rückwärtige Nut n und n^1 erreicht haben, worauf das Fensterpaar in dieser Nut in die Höhe geschoben wird, so daß es hinter das Oberfensterpaar zu stehen kommt. Das Schließen geschieht in umgekehrter Weise.

Zum Ventilieren des Raumes kann man das zwischen dem Wetterrahmen w und einer entsprechenden Leiste hängende Oberfensterpaar bis zur Fenstersohlbank herabziehen; auch kann man unten sowie oben lediglich durch Verschieben der beiden Fensterpaare beliebig große Öffnungen herstellen.

Zum Putzen der Glastafeln kann man jedes der beiden Fensterpaare, wie dies in Fig. 2 b unten gestrichelt angedeutet erscheint, nach Öffnung der Riegelverschlüsse und der die beiden Flügel verbindenden Eckverschlüsse einwärts nieder-

kippen und auseinandernehmen, wodurch die Glastafeln auf jeder Seite zugänglich sind.

Bei den einfachen Fenstern entfällt bloß das Außenfenster *o*, bzw. *u*, ohne daß die Konstruktion sonst eine Änderung erleidet.

In Wien befindet sich im VI. Bezirk, Magdalenenstraße 40, eine Vertretung der Fabrik zur Erzeugung dieser Schiebefenster.

Die **Spalettverkleidung**. Die Spalett- und Brüstungsmauern werden bei Fenstern häufig mit einer Holzvertäfelung verkleidet. Diese Verkleidung wird nach der erforderlichen Größe so wie eine Wandvertäfelung mit Fries und Füllungen hergestellt; die einzelnen Verkleidungstafeln werden mit Federn in korrespondierende Nuten der inneren Fensterfalzverkleidung eingeschoben und mit Nägeln an eingemauerte, kurze Staffelhölzer (Tragel) befestigt. Die äußeren Ränder der Verkleidung werden mit einer aufgenagelten, gekehlten Zierverkleidung abgeschlossen.

Ein Fenster mit Spalettverkleidung, wie es bei Wohngebäuden Anwendung finden kann, zeigt Fig. 1, T. 57.

Fenster spalettläden sollen ein vollkommenes Verschließen der Fenster von innen aus ermöglichen. Sie sind meistens nur im Erdgeschoße gebräuchlich und werden gewöhnlich in Verbindung mit einer Spalettverkleidung hergestellt. In der Spalettverkleidung müssen entsprechend große Nischen ausgespart werden, um die Spalettläden in geöffnetem Zustande hineindreihen zu können (Fig. 4, T. 57). Die Läden selbst werden mit Fries und Füllungen, ähnlich wie die Türflügel hergestellt und mit Scharnierbändern an die Spalett-, bzw. Falzverkleidung angeschraubt.

Gewöhnlich ist die Spalettmauer schmaler als der Spalettflügel, so daß dieser in das Innere des Wohnraumes vorragen würde; um dies zu vermeiden, müssen die Flügel zweiteilig gemacht und mit Scharnierbändern zum Zusammenklappen eingerichtet werden. Die Nischen in den Verkleidungen sind dann so breit wie der halbe Fensterflügel, aber entsprechend tief zu machen, damit die zusammengeklappten Flügel sich ganz hineinlegen und über die Verkleidung nicht vorstehen (Fig. 4, T. 57).

Fensterläden. Bei Magazingebäuden pflegt man häufig statt der äußeren Fensterflügel Fensterläden anzubringen, welche gegen Einbruch und Feuergefahr schützen sollen, daher an der Außenseite mit Blech überzogen werden. Sie werden so wie Brettertüren mit Einschubleisten hergestellt und mit eisernen Bändern und Kegeln an steinerne Stöcke oder direkt an das Mauerwerk befestigt.

Solider und meistens auch ökonomischer ist die Herstellung der Fensterläden aus starkem Kesselblech.

Fensterjalousien (Fig. 2, T. 57). Diese dienen hauptsächlich zum Schutze gegen Sonnenstrahlen und werden insbesondere in südlichen Gegenden an Stelle der äußeren Fensterflügel an der Sonnenseite der Häuser angeordnet. Im Winter werden sie zumeist durch die Fensterflügel ersetzt.

Die Jalousieflügel bestehen aus einem gestemmten, in den Falz des Stockes passenden Rahmen, dessen freie Fläche mit schmalen, schwachen Brettchen ausgefüllt ist, welche sich an den Langseiten nach unten übergreifen und an den Stirnseiten mit runden, eisernen Zapfen im Rahmen drehbar befestigt sind. Mit einer Zugstange werden sämtliche Brettchen an der inneren Seite so verbunden, daß sie alle mit einem Griffe aufgeklappt oder geschlossen und in jeder Lage fixiert werden können (Fig. 2 a, T. 57).

Die Jalousien werden ähnlich wie die Fenster zwei- oder vierflügelig gemacht.

Der untere Teil der Jalousien wird häufig zum Auspreizen eingerichtet. Hiezu wird in den Jalousierahmen ein zweiter, schmaler Rahmen eingesetzt, welcher die drehbaren Brettchen aufnimmt, an der oberen Seite mit Scharnierbändern an den Jalousierahmen befestigt und an der unteren Seite mit einer Spreizstange zum Hinausspreizen des Rahmens versehen ist.

Die Jalousiebrettchen können auch, wie Fig. 2 b, T. 57, zeigt, unbeweglich mit dem Rahmen verbunden sein. In diesem Falle werden die einzelnen Brettchen in schräg gestellter Lage mit den Stirnseiten in den Rahmen verzapft und verleimt.

Die Roll- und Aufzugjalousien, welche den gleichen Zweck wie die Jalousien haben, sind in Österreich vielfach gebräuchlich; sie werden fabrikmäßig erzeugt und mit einer Aufzugvorrichtung zwischen den äußeren und inneren Fensterflügeln befestigt. Die Jalousiebrettchen sind mit Leinenbändern und Schnüren zu einem drehbaren System verbunden, welches eine beliebige Stellung der Brettchen ermöglicht. Mit der Aufzugvorrichtung kann man die Jalousien in beliebiger Höhe fixieren.

Diese Jalousien können auch in einem im Fenstersturze vertieft angebrachten Jalousiekasten verdeckt hängen (Fig. 3, T. 57).

Holz- oder Stahlblechrollbalken erfüllen, an der Außenseite der nach innen aufgehenden Fenster angebracht, den gleichen Zweck viel besser, besonders an den Wetterseiten, wo sie gleichzeitig auch das Fenster vor Schlagregen schützen. Die Konstruktion derselben ist im Kapitel II, Bauschlosserarbeiten, Seite 400, näher erläutert.

6. Abortsitzspiegel.

Die Verkleidung der Abortsitze kann, wenn keine freistehenden Abortgainzen Verwendung finden, nach Fig. 26, T. 51, mit $2\frac{1}{2}$ —3 cm starken Kiefern-, Lärchen- oder Eichenbrettern erfolgen, welche an der Außenseite gehobelt und mit Einschubleisten zusammengeleimt werden. Die Verkleidung soll bis zum Mauergrunde reichen und dort mit Bankeisen befestigt werden. Der Abortdeckel wird aus einem Stücke zumeist harten Holzes verfertigt.

In manchen Wohngebäuden werden auch die Wandflächen der Abortzellen mit Fries und Füllungen verkleidet (Fig. 2, T. 70).

C. Übernahme von Bautischlerarbeiten.

Behufs Übernahme tadelloser Tischlerarbeiten muß schon während der Ausführung folgendes beachtet werden:

1. Das verwendete Holz soll gesund, gerade gewachsen, feinjähig, gut ausgetrocknet und möglichst astfrei sein; Eichenholz soll ausgewittert oder künstlich vom Saft befreit sein.

2. Die Nägel und Holzschrauben sollen aus zähem, sehnigem Eisen sein. Die Nägel sollen mindestens $2\frac{1}{2}$ mal so lang sein, als die Dicke der anzunagelnden Holzteile beträgt.

3. Die Holzflächen müssen rein abgeschliffen, ohne Einstückungen oder bedeutende Verkittungen sein und dürfen keine größeren Äste aufweisen.

4. Alle Verbindungen müssen genau zusammenpassen und mit harten, eingeleimten Holznägeln verbohrt sein. Füllungen sollen die freie Bewegung gestatten und an den Rändern mit der entsprechenden Farbe grundiert sein; eingeschobene Federn sind am besten aus Buchenholz zu verfertigen.

5. Bei Fußböden müssen die Bretter parallele, dichtschießende Fugen haben, mit Schutt voll unterstopft sein, womöglich mit der Kernseite nach unten liegen und solid genagelt sein. Nach dem vollkommenen Austrocknen der Fußbodenbretter dürfen die Fugen nicht größer sein als 1% der Brettbreite. Bei größeren Fugenbildungen muß der Unternehmer verpflichtet werden, den Fußboden umzulegen.

6. Alle Verkleidungen sollen über den Verputz greifen.

Tor-, Tür- und Fensterflügel müssen so angepaßt sein, daß sie nach dem Anstreichen dicht schließen, aber nicht spannen.

7. Alle Ecken und Kanten müssen rein, dürfen also nicht abgestoßen sein.

8. Bei solchen Arbeiten, welche mit Beschlügen zu liefern sind, sollen von letzteren stets Muster abverlangt werden.

D. Verdienstberechnung für Bautischlerarbeiten.

1. Türen und Fenster sind nach m^2 der Stöcklichte, inklusive Kämpfer zu rechnen. Für gebogene Stürze wird für den betreffenden Teil ein Zuschlag geleistet, und zwar für segmentförmige 20%, für halbkreisförmige 40%.

2. Fußböden sind nach m^2 der wirklichen Fläche — bis zum Mauergrunde gemessen — zu vergüten; die Sesselleisten werden nach Längenmetern des wirklichen Ausmaßes separat vergütet.

3. Wände, Wandverkleidungen, Lambrien usw. sind ebenfalls nach m^2 der wirklichen Fläche zu berechnen.

In den bezüglichen Kostenvoranschlägen ist zu bemerken, ob die Leistungen samt Lieferung zur Baustelle und mit oder ohne Anarbeiten verlangt werden.

II. Bauschlosserarbeiten.

Die Arbeiten des Bauschlossers waren früher in Schmiede- und Schlosserarbeiten geteilt; der Schmied verfertigte die gröberen Arbeiten wie Schließen, Klammern usw.; der Schlosser die feineren wie Beschläge, Schlösser, eiserne Fenster, Türen u. dgl. Alle diese Arbeiten besorgt heute der Bauschlosser. Schwerere Eisenkonstruktionen wie eiserne Dachstühle, Decken- und Brückenkonstruktionen werden in eigenen Eisenkonstruktionswerkstätten hergestellt.

Der Bauschlosser verarbeitet Schmiedeeisen, Gußeisen, Stahl, Kupfer, Messing und Aluminium in den im Handel gebräuchlichen Formen (siehe Baustoffe im I. Band und T. V und VI).

Die Bearbeitung der Metalle, d. i. das Formen, Teilen und Verbinden der einzelnen Stücke kann im kalten oder warmen Zustande durch Hämmern, Schmieden, Pressen, Feilen, Bohren, Drehen, Hobeln, Schneiden, Fräsen, Schleifen usw. erfolgen.

Die Verbindung der einzelnen Metallstücke kann entweder dauernd bewirkt werden durch Nieten, Schweißen oder Löten oder lose durch Zusammenschrauben oder Zusammenkeilen.

A. Eisenverbindungen.

1. Dauernde Verbindungen.

(Tafel 59.)

Das **Nieten**. Dieses kann entweder so erfolgen, daß die zu verbindenden Teile direkt mit Zapfen und Loch zusammengesteckt und die vorstehenden Zapfenteile durch Hämmern breitgeschlagen (vernietet) werden (Fig. 1) oder so, daß zwei oder auch mehrere flach übereinanderliegende Eisenteile gleichmäßig durchlocht und mit Nietnägeln (Nietbolzen) zusammengenietet werden (Fig. 2 und 3).

Die Nietköpfe können entweder über die Eisenteile vorstehen oder sind in dieselben versenkt. Im ersteren Falle (Fig. 2 β) verwendet man beim Nieten entsprechende Unterlagen und Kopfstempel, welche Vertiefungen haben, die der Form der Nietköpfe entsprechen. Im letzteren Falle werden die Nietlöcher an den äußeren Rändern kegelförmig erweitert, in diese Erweiterung die Nietköpfe versenkt und schließlich die etwa noch vorstehenden Teile der Nietköpfe rein abgefeilt (Fig. 2 α).

Das Nieten erfolgt entweder durch Hämmern oder mittels eigener Nietmaschinen durch Druck.

Kleinere Nieten werden kalt, größere aber erwärmt eingesteckt und genietet; bei den warmen Nieten ist darauf zu achten, daß die Nieten nicht überhitzt oder gar verbrannt werden. Die erwärmten (weißglühenden) Nieten ziehen sich beim Erkalten zusammen und füllen daher nachher das Nietloch nicht vollkommen aus. Die kalte Nietung ist daher in dieser Beziehung der warmen vorzuziehen; sie ist aber schwieriger durchzuführen und zeitraubender, eignet sich daher bloß für kleine Nieten (Blechnieten).

Das Schweißen. Dieses besteht darin, daß die zu verbindenden Teile bis zur Weißglühhitze erwärmt und in diesem Zustande mit dem Hammer gleichsam zusammengeknetet werden; dabei dürfen Metallteile aber nicht überhitzt (verbrannt) werden, weil sie sonst die knetbare Eigenschaft ganz verlieren.

Schweißbares Metall muß schon lange vor seinem Schmelzpunkte sehr weich und bildsam sein und soll hiebei weder oxydieren, noch seine Beschaffenheit ändern. Schweißisen und Schweißstahl besitzen zwar diese Eigenschaft, oxydieren aber durch die Einwirkung der Luft, weshalb der Zutritt der Luft beim Erhitzen verhindert werden muß. Dies kann durch eine Umhüllung mit Boraxpulver oder Lehm geschehen. Das oxydierte Eisen kann aber auch durch Hammerschläge oder Flußmittel entfernt werden. Im ersteren Falle springen beim Hämmern Glühspäne ab, während im letzteren Falle das oxydierte Eisen als flüssige Schlacke sich absondert.

Als Flußmittel verwendet man häufig Sand, Glaspulver, Borax oder Schweißpulver. Letzteres ist ein Gemenge von Borax, Sand, Kochsalz u. dgl. Die ins Feuer kommenden Teile werden mit diesen Materialien bestreut, dadurch bildet sich eine leicht flüssige Schlacke an der Oberfläche, welche das Eisen vor weiterer Oxydation schützt. An der Schweißfuge wird die Schlacke durch gewaltsames Schließen der Fuge entweder durch Hämmern am Amboß oder durch einen entsprechenden Druck mittels Schraubstock, bezw. hydraulischen Pressen herausgequetscht. Ersteres geschieht durch anfänglich leicht aber rasch geführte Hammerschläge von der Mitte oder der dem Ausflusse der Schlacke am weitesten entfernten liegenden Stelle an gegen die Ausflußstelle.

Die zusammenschweißenden Stücke werden selten stumpf zusammengestoßen, man trachtet vielmehr, größere Schweißflächen dadurch zu bilden, daß man die Enden irgendwie in- oder übereinander greifen läßt; Fig. 5 a bis c zeigen einige Beispiele.

Ist die Schweißung gut gelungen, so darf man die Stelle gar nicht oder nur durch eine sehr feine, schwarze Linie erkennen. Beim Verschweißen von Eisen und Stahl erkennt man die Verbindungsstelle an den verschiedenen Farbentönen.

Das Erhitzen des Eisens erfolgt gewöhnlich im Schmiedefeuere, für große Gegenstände im Schweißofen und zur Herstellung von Röhren u. dgl. mittels eines Wasserstoffgebläses. Neuestens benützt man hiezu auch manchmal den elektrischen Strom.

Eine in jüngster Zeit von Dr. Goldschmidt in Essen erfundene Methode des Schweißens erfolgt mit sogenanntem „Thermit“. Dies ist ein Gemenge von Metalloxyden mit Aluminium und ist brennbar. Die Entzündung erfolgt durch Aufstreuen von Baryumsuperoxyd mit Aluminium gemengt, das selbst wieder durch ein Sturmstreichholz entzündet wird. Das Thermit brennt sodann in sich selbst bei Entwicklung einer Temperatur von 3000° weiter. Die aus der Verbrennung des Thermits resultierenden Produkte sind flüssiges, auf 3000° erhitztes Metall und die feuerflüssige Schlacke, welche schnell erstarrt und aus kristallinischer Tonerde, dem „Korund“, besteht.

Die Verwendung des Thermits ist eine mannigfaltige und gliedert sich im wesentlichen einerseits in die Ausnützung der hohen Temperatur und andererseits in die Darstellung von reinen Metallen.

Die auftretende Wärme wird verwendet zu Schienenschweißungen, Rohr-schweißungen, zum Schweißen von Wellen, Walzenzapfen usw. und ebenso zu Reparaturen und Aufschweißungen.

Das in der Praxis meist Anwendung findende Thermit ist jenes, das aus Eisenoxyd und Aluminium besteht, also das Eisenthermit oder auch kurzweg als Thermit bezeichnet, wie ja auch das Eisen das am meisten verwendete Metall ist.

Der Vorgang beim Schweißen ist im allgemeinen der, daß die aneinander zu schweißenden Enden mit einer feuerfesten Umhüllung (Schamotte usw.) versehen werden, in die das brennende Thermit hineingegossen wird, so daß es die Schweißstelle umgibt. Das brennende Thermit bringt die Metallteile zur Glut, wodurch sich diese von selbst verschweißen. Nach dem Erstarren wird die Umhüllung entfernt, die Schlacke abgeschlagen und die Schweißstelle rein abgearbeitet.

Die autogene Schweißung mit Azetylen und Sauerstoff siehe Seite 400.

Das Löten. Bei den Spenglerarbeiten wurde bereits das Löten mit Schnellot (Zinn) erklärt; vom Schlosser wird am meisten das Löten mit Schlaglot (Kupfer oder Messing) angewendet, mit welchem Schmiede- und Gußeisen gelötet werden kann. Das Lot muß leichter schmelzbar sein als die zu verbindenden Metalle.

Zum Löten von Kupferteilen verwendet man eine Legierung von fünf Teilen Kupfer und einem Teile Blei oder auch Messing, zum Löten von Messing zinkreiches Messing.

Das Schlaglot wird meistens in Blechform und nur das spröde Lot in Körnerform gebraucht.

Zum Löten selbst müssen die zu verbindenden Stellen metallisch rein sein, dazwischen wird dann das Lot eingelegt, worauf man die Teile in der gewünschten Lage mit Draht zusammenbindet oder bloß mit einer Zange festhält.

Um den Luftzutritt und dadurch eine abermalige Oxydbildung beim Erhitzen des Eisens zu verhindern, umgibt man die Lötstelle mit gepulvertem Boraxglas (durch Schmelzen des gewöhnlichen Borax erhalten).

Man kann auch bloß gewöhnliches Boraxpulver verwenden, welches aber erst nach Verdampfen des in demselben enthaltenen Kristallwassers schmilzt und den Vorgang etwas verzögert. Häufig wird das Boraxpulver mit Wasser zu milchartigem, dünnem Brei verrührt und auf die Lötstelle gestrichen. Manchmal verwendet man für diesen Zweck auch ein Gemenge von Pottasche, Kochsalz und Borax. Große Gegenstände erhalten oft auch noch eine Umhüllung mit plastischem Lehm.

Die so vorbereitete Lötstelle wird nun in die Glut eines starken Holzkohlenfeuers der Schmiedesseestecke gesteckt. Ist das Eisen weißglühend und brennt die Flamme bläulich, so ist auch das Lot geschmolzen und die Lötung beendet. Man zieht den gelöteten Gegenstand aus dem Feuer und läßt ihn langsam abkühlen.

Kleinere Gegenstände können auch mit der Stichflamme einer gewöhnlichen Lampe unter Anwendung eines Lötrohres (einer konischen, an einer Seite engen, abgebrochenen Blechröhre) erhitzt werden. Mit diesem Lötrohre wird die Flamme beständig an die Lötstelle geblasen, bis die Lötung vollendet ist.

Zur Lötung größerer Massen kann man sich vorteilhaft auch eines entsprechenden Gemenges von Leuchtgas und verdichteter Luft bedienen.

2. Lose Verbindungen.

(Tafel 59.)

Das Zusammenschrauben. Diese Verbindung wird dann angewendet, wenn man sie leicht wieder lösen will oder wenn ein Niet nicht leicht durchführbar wäre.

Es können zwei oder mehrere Stücke entweder direkt durch Zusammenschrauben verbunden werden, in welchem Falle in einem Stücke die Schraube und im anderen die Mutter eingearbeitet ist, häufiger aber geschieht ihre Verbindung mit eigenen Schraubenbolzen.

Die Fig. 6 zeigt eine Bolzenverbindung mit versenkt liegendem Kopfe und erhöhter Schraubenmutter. Bei starken Verbandstücken kann auch die Mutter versenkt liegen oder es können Kopf und Mutter über die Verbandteile vorragen.

Fig. 7 zeigt eine Bolzenverbindung von Eisen mit Stein durch die Klauen-schraube. Das Loch wird im Steine ausgemeißelt, der pyramidenförmig gestaltete Bolzen a in dasselbe gesteckt und der Zwischenraum mit Blei, Schwefel, Portlandzement oder Gips u. dgl. ausgegossen. Nach dem Erhärten des Eingußmaterialies steckt man den zu befestigenden Eisenstab b mit einem Loche über den vorstehenden Bolzen und schraubt die Mutter c darüber.

Fig. 8 zeigt eine Verbindung, bei welcher der Schraubenbolzen durch das erste Verbindungsstück 1 durchgesteckt und in das zweite Verbindungsstück 2, welches mit dem entsprechenden Schraubengewinde versehen ist, direkt eingeschraubt wird (Stellschraube).

Fig. 9 zeigt eine Schraubenverbindung mit versenktem Kopfe, und zwar a mit einem Schlitz s zum Eindrehen mit dem Schraubenzieher und b mit einem quadratischen Ansatz zum Anfassen beim Eindrehen mit einem hierzu passenden Schlüssel. Der Schlitz wird bloß verkittet, der Ansatz aber zumeist abgemeißelt und oben abgefeilt. Der Kopf kann kegelförmig oder zylindrisch sein, wie er in Fig. 9b gestrichelt angedeutet erscheint. Fig. 10 zeigt eine Bolzenverbindung, bei welcher statt des Kopfes ein Ankersplint s (Fig. 10a) oder ein Haken h (Fig. 10b) angeordnet ist. Beide Verbindungen finden nur in speziellen Fällen Anwendung.

Die Dicke und Länge der Schraubenbolzen richtet sich nach der Größe der zu verbindenden Teile und nach der Inanspruchnahme. Der Mutter und dem Kopfe gibt man gewöhnlich eine Höhe $h = 1.2 d$, wenn d der Durchmesser des Bolzens ist, und eine Breite $b = 2.4 d$ (Fig. 6). Die einzelnen Gewindgänge sind $\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$ des Bolzendurchmessers hoch und werden gewöhnlich auf eine Länge von zwei Bolzendurchmessern so eingeschnitten, daß über die festgeschraubte Mutter auf jeder Seite noch einige Gewindgänge vorstehen, um die Mutter nach Bedarf anziehen und lockern zu können. Soll der Bolzen über die Mutter nicht vorragen, so muß der vorstehende Teil abgemeißelt und abgefeilt werden.

Das Zusammenkeilen. Dieses wird gleichzeitig mit den nachfolgend erläuterten Eisenverbänden vorgenommen; es besteht im Prinzip darin, daß die Verbindungsteile durch keilförmige Metallstücke fest aneinandergedreßt werden.

3. Eisenverbände.

(Tafel 59.)

Durch diese wird ein innigeres Anschmiegen der einzelnen Verbindungsteile angestrebt. Diese Verbindungen werden größtenteils noch vernietet, verschraubt oder verkeilt.

Die Verblattung. Diese dient zum Verlängern zweier Eisenstäbe und wird, wenn selbe bündig liegen sollen, nach Fig. 11 mit Nieten oder Schrauben allein zusammengehalten oder auch noch mit seitwärts angeschraubten Laschen (Fig. 12) verstärkt.

Die Gabelverbindung (Fig. 13) hat denselben Zweck. Die Eisenteile liegen hier an der Verbandstelle wie bei der verstärkten Verblattung dreifach übereinander; bei starken Eisenteilen kann sie aber auch bündig gemacht werden. Die Verbindung kann genietet, geschraubt oder nach Fig. 13 zusammengekeilt sein; in diesem Falle können die Konstruktionsteile durch die Keile entsprechend gespannt werden (Zugschließen).

Die Verzapfung (Fig. 14) kommt vor, wenn Konstruktionsteile sich kreuzen, aber über eine Seite nicht vorragen. Die Zapfen und die korrespondierenden Zapfenlöcher können beliebige Formen haben, müssen aber genau ineinander passen; die Zapfen können auch länger gemacht und vernietet werden.

Die Gabelverbindung bei rechtwinklig zusammenstoßenden Konstruktionsteilen (Fig. 15) kann denselben Zweck wie die Verzapfung erfüllen, erfordert aber stärkere Konstruktionsteile.

Die Überblattung bei hochkantig gestellten, sich kreuzenden Schienen (Fig. 16) wird oft bei Gitterstäben, für Oberlichtern u. dgl. angewendet. Bei Fensterfassoneisen wird durch Herabschlagen der bei *i* (Fig. 17a) durch Stauchung aufgebogenen Teile die ganze Verbindung festgehalten, indem diese Teile die anschließenden Vertiefungen des zweiten Eisenstabes ausfüllen und so ein Auseinandernehmen der Überblattung verhindern.

Die Fig. 17b zeigt eine Verbindung von Fenstereisen nach System Ettmayr, bei welcher über die Kreuzung der Stäbe eine Haube *H* aus starkem Blech aufgezogen und um die Kanten der Kittfalze niedergebogen wird.

Das Keilschloß (Fig. 9, T. 38) findet allgemein Anwendung für Zugschließenverbindungen. Die Enden der zu verbindenden Schließeneisen werden warm umgebogen, mit zusammengeschweißten Ringen zusammengehalten und in den Zwischenraum Keile eingetrieben, wodurch die Schließe beliebig gespannt werden kann.

Andere Verbindungen für Zugschließen sind im Kapitel X (Verankerungen) beschrieben und auf Tafel 37 dargestellt.

Außer den genannten Verbänden werden noch verschiedenartige schwalbenschwanzgabelförmige und sonstige Verbindungen in der Kunstschlosserei gebraucht, die aber im Bauwesen fast nie Anwendung finden.

B. Die wichtigsten Schlossererzeugnisse.

1. Klammern, Nägel, Schließen und Hängeisen.

Klammern für Holzverbindungen, Mauerhaken, Bankeisen u. dgl. werden aus Flach- und Quadrateisen grob geschmiedet und nur selten gefeilt (siehe Tafel V).

Dollen, Steinklammern und Ankerschließen, welche zur Verbindung von Quadersteinen untereinander dienen (Fig. 10 und 11, T. 9), wurden im Kapitel „Maurerarbeiten“ bereits besprochen. Sie werden nur grob geschmiedet und nicht rein gefeilt.

Die Gattungen der Nägel sind im Kapitel „Handelsfabrikate des Eisens“ besprochen.

Nägel mit gespaltenen Spitzen aus weichem, biegsamem Eisen ermöglichen eine bedeutend festere Verbindung der Holzteile, da die gespaltenen Spitzen sich beim Einschlagen nach auswärts abbiegen und so im Holze eine Art Verankerung bilden (Fig. 19a bis d, T. 59).

Zum Einschlagen dieser Nägel, die starke Köpfe haben sollen, wird zuerst auf die Schaftlänge (Fig. 19a) ein Loch vorgebohrt, welches im Durchmesser kleiner ist als der Nagelschaft. Der Nagel wird dann in das Loch gesteckt und mit dem Hammer eingetrieben. Je nach der Länge des Spaltes, der Tiefe des Bohrloches und der Abschrägung der Spitzen werden diese beim Einschlagen mehr oder weniger nach auswärts abgelenkt (Fig. 19d, T. 59). Es werden daher für mancherlei Zwecke verschieden geformte Nägel anzuwenden sein.

Man erzeugt auch Klammern mit zweilappigen Spitzen.

Zum Herausziehen solcher Nägel oder Klammern, das eine größere Kraftanwendung erfordert, bedient man sich eigener Nagelzieher. Eine Beschädigung des Holzes tritt beim Herausziehen nicht ein, da sich die Lappen in derselben Richtung

zurückziehen und wieder zusammenlegen, so daß der Nagel nahezu seine ursprüngliche Form wieder annimmt und wieder verwendet werden kann.

Mauerschließen werden aus Schließeneisen (siehe T. VI) verschiedener Stärke erzeugt, und zwar grob geschmiedet und geschweißt (siehe Mauerschließen im Kapitel X).

Die **Hängeisen** für Hängwerkkonstruktionen werden aus Flacheisen bloß geschmiedet und nur selten rein gefeilt. Sie können Holzkonstruktionen nach Fig. 18 entweder bandartig umfassen oder, wie die Fig. 18a anzeigt, aus drei Teilen, und zwar den beiden Hängeisen und der unten mittels zwei Muttern angeschraubten Tragschiene bestehen.

2. Gitter und Geländer.

Eiserne Fenstergitter müssen das Einsteigen durch die Fensteröffnung verhindern. Die Eisenstäbe dürfen daher nicht weiter als 15 cm voneinander entfernt sein. Gewöhnlich werden nach Fig. 24, T. 59, Rund- oder Quadrateisenstäbe vertikal angeordnet und an beiden Enden in einen der Größe der Fensteröffnung entsprechenden Flacheisenrahmen eingienietet.

Die vertikalen Stäbe werden zur Verhütung des Ausbiegens in passenden Höhen (womöglich in der Höhe der Kämpfer oder Teilungssprossen der Fenster) mit mehreren über die ganze Fensterbreite reichenden Flacheisen zangenartig eingefast und an den Kreuzungsstellen vernietet (Fig. 24 a, b, c und e, T. 59). Diese Horizontalstäbe können an den Enden, wie dies die Detailfigur d zeigt, in den Eisenrahmen wie die Vertikalstäbe eingienietet sein. Der in die Fensteröffnungen passende Eisenrahmen wird an einem hölzernen Stocke mit Holzschrauben (Fig. f) angeschraubt oder bei Stein- oder gemauerten Gewänden an diese mit eingegossenen Klammern befestigt.

Starke Fenstergitter werden in der Weise hergestellt, daß man mit stärkeren Quadrat- oder Rundeisenstäben durch entsprechende Lochung der Horizontalstäbe und Einschieben der Vertikalstäbe ein Gitterwerk bildet, welches mit den vorstehenden Enden in die vorgebohrten Löcher der steinernen Gewände eingesteckt und vergossen wird, wie dies aus der Fig. 25, T. 59, ersichtlich ist.

In Fig. 20, T. 59, ist ein Gitter für eine halbrunde Fensteröffnung dargestellt.

Brüstungsgeländer für offene Gänge, Balkone, Stiegen u. dgl. können entweder aus Schmiede- oder aus Gußeisen hergestellt werden.

Fig. 21 und 22, T. 59, zeigen Beispiele von schmiedeeisernen Geländern, deren eiserne Ständer in den steinernen Fußboden versetzt und eingegossen sind. Die Fig. 15 und 16 auf Tafel 33 zeigen Beispiele von gußeisernen Geländerstäben bei Stiegen. Die unteren Enden sind in die Stiegenstufen vergossen, die oberen Enden greifen mit Gewinden durch einen Flacheisenstab und werden an denselben mit Schraubenmuttern festgeschraubt. Auf das Flacheisen wird ein aus hartem Holze gefertigter Griff angepaßt und mit Holzschrauben festgeschraubt.

3. Eiserne Türen, Tore, Fenster, Fensterläden u. dgl.

Eiserne Türen und Tore werden aus starkem Eisenblech (Kesselblech) erzeugt und mit einem aufgenieteten Flacheisenrahmen, größere Türen und Tore mit einem aufgenieteten Fassoneisengerippe verstärkt.

Die Fig 23, T. 59, zeigt eine kleinere Tür mit Flacheisenrahmenversteifung und Rahmenstock aus Winkeleisen, a in der Ansicht und b im Horizontalschnitt. Der Rahmenstock wird mit Pratzen in das Mauerwerk befestigt, die Türkegel werden an den Rahmenstock festgenietet.

Die Fig. 23 c, T. 59, zeigt eine mit Winkeleisenrahmen versteifte schwerere Tür, sonst in derselben Ausführung wie vorbeschrieben. Sehr schwere Türen und Tore erhalten außerdem zur Versteifung ein aufgenietetes Gerippe aus 1-Eisen.

Die Befestigung der eisernen Türen kann auch an einen steinernen Stock erfolgen.

Eiserne Fenster und Oberlichten werden im allgemeinen dort angewendet, wo hölzerne Flügel durch Nässe stark leiden würden. Sie bestehen aus einem Gerippe aus Fassoneisen, in welches die Glastafeln eingefügt und eingekittet werden. Die Fensterflügel schließen entweder an einen Rahmen aus Winkeleisen oder an einen steinernen Stock.

Die einzelnen Stäbe werden an den Kreuzungen überblattet und entweder mit eingewinkelten Eisenwinkeln verstärkt oder, wie die Fig. 17, T. 59, zeigt, durch Zusammenschlagen der mit einem Meißel aufgebogenen Grate *i* in die am anschließenden Stabe ausgemeißelten Vertiefungen verbunden.

Die Enden der Sprossen sind in einem aus halbem Fenstereisen gefertigten Rahmen verzapft und vernietet.

Beispiele von eisernen Fenstern sind auf Tafel 54, 62 und 63 gezeichnet.

Eiserne Kellerfensterläden werden ähnlich wie Türflügel hergestellt und erhalten zumeist einige Durchbrechungen, damit etwas Licht und Luft in den Kellerraum eindringen kann.

Kaminputztürchen werden mit einfachem und doppeltem Verschlusse hergestellt und versperrbar eingerichtet. Mit doppeltem Verschlusse bilden sie einen vollkommen feuersicheren Abschluß. Im letzteren Falle sind zwei eisenblecherne, zirka 16/32 cm große Türchen an einem eisernen Rahmen drehbar befestigt und mit einem einfachen Zungenverschluß versehen. Solche Türchen werden auch aus Gußeisen fabrikmäßig hergestellt.

Ventilationsverschlußtürchen. Diese sollen die Öffnung möglichst dicht abschließen und in den Raum nicht vorstehen, müssen daher entweder in die Öffnung zum Aufklappen oder zum Verschieben eingerichtet sein. Die in einer Nute verschiebbaren Türchen und auch die Klappen müssen durch eine geeignete Vorrichtung in jeder gewünschten Lage fixiert werden können.

Die Fig. 9, 12 und 13, T. 94, bringen einige solcher Türchen zur Darstellung.

Ventilationsjalousien (siehe Fig. 10 und 11, T. 94). Diese haben denselben Zweck wie die Ventilationstürchen. Die aus starkem Eisenblech hergestellten Jalousiebleche sind an den Stirnseiten in den Winkeleisenrahmen drehbar befestigt und an den Langseiten mit einer Stange ebenfalls drehbar miteinander verbunden. Durch eine einfache Zugvorrichtung werden die Jalousiebleche in Bewegung gesetzt und in jeder Lage fixiert.

Auch Kanaldeckel werden aus starkem, geripptem Eisenblech hergestellt und gewöhnlich in den Falz eines aus Fasson- oder Winkeleisen hergestellten Rahmens eingelegt und mit einer einfachen Verschlußvorrichtung versehen. Der Rahmen greift mit angenieteten Pratzen in das Kanalmauerwerk und schließt seitwärts an die Pflasterung an. Solche Deckel können auch als Verschluß für verschiedene Einsteig- und Putzöffnungen bei Rohrleitungen usw. dienen. Häufig werden sie aber auch aus Gußeisen hergestellt, siehe Tafel 67, 68 und 73.

4. Tür-, Tor- und Fensterbeschläge.

Von diesen hat man im allgemeinen zu unterscheiden:

- a) Die Beschläge zur Verstärkung der Tür-, Tor- und Fensterflügel — die Scheinhaken.
- b) Die Beschläge zur Bewegung der Flügel — die verschiedenen Bänder, Kegel usw.
- c) Die Beschläge zum Festhalten der Flügel — die Riegel, Reiber usw.

- d) Die Beschläge zum Verschlusse der Türen und Tore — die Schösser, endlich
 e) die Vorrichtungen zum Selbstschließen der geöffneten Türflügel.

a) Scheinhaken.

Diese sind bei allen Fensterflügelrahmen, und zwar in jeder Ecke derart anzubringen (Fig. 1, T. 60), daß sie bündig in den Flügel eingestemmt und mit vier oder sechs kleinen Holzschrauben (nicht Nägeln) befestigt werden. Sie haben das Einsacken der Fensterflügel zu verhindern und halten auch die Verzapfungen besser zusammen. Türen, welche stark benützt werden oder in feuchten Räumen (Kellern) angebracht sind, sollen ebenfalls mit starken, geschmiedeten Scheinhaken verstärkt werden.

b) Die Beschläge zur Bewegung der Flügel.

Dieselben müssen mit Rücksicht auf den zu erfüllenden Zweck solid gearbeitet und befestigt sein, damit sie die Flügel mit Sicherheit tragen und eine leichte Bewegung der Flügel gestatten.

Im allgemeinen sind bei kleineren (niedereren) Flügeln je zwei und bei größeren (höheren) Flügeln je drei Bänder anzuordnen.

Von den Bändern hat man zu unterscheiden:

Die Aufsatzbänder (Fig. 2, T. 60). Sie werden sowohl bei Fenster- als auch bei Türflügeln angewendet. Sie sollen so konstruiert sein, daß sie sich nur an den beiden Stiften berühren und zwischen den Bändern ein kleiner Zwischenraum bleibt, so daß die Reibung vermindert wird. Die Lappen der Aufsatzbänder werden in das Holz des Rahmens und des Stockes eingestemmt und mit je zwei oder drei Bandstiften befestigt.

Die Bänder und Kegel (Fig. 3, 3 a und 4, T. 60). Diese werden meistens bei ordinären oder auch bei schwereren Türflügeln angeordnet. Sie bestehen im allgemeinen aus einem am Türflügel festgeschraubten Bande, welches mit einer Hülse über den Zapfen des im Stocke befestigten Kegels greift. Man hat hier wieder verschiedenartige Konstruktionen zu unterscheiden, und zwar:

Die geraden Bänder (Fig. 3 a, T. 60). Bei diesen werden an die Querleisten der Türflügel gerade Bänder angeschraubt. (Meist bei Brettertüren.)

Die Kreuzbänder (Fig. 3 und 4, T. 60), welche bei Füllungstüren an den Rahmen festgeschraubt werden.

Die Winkelbänder, die außerdem noch über die Ecke des Rahmens greifen, also dort, wie Scheinhaken, auch noch eine Verstärkung bilden.

Gekröpfte Bänder (Fig. 5, T. 60); selbe sind in dem Falle notwendig, wenn die Drehachse vor oder hinter die Fläche des Türflügels gelegt werden muß, z. B. bei Türen, die in einer Nische vertieft liegen und deren Flügel ganz geöffnet werden, sich also an die vorspringenden Mauerflächen anlegen müssen.

Die Kegel können in einen hölzernen Stock, entweder bloß mit einer mit Widerhaken versehenen Spitze eingeschlagen (Fig. 3 a, T. 60) oder besser mit einem angearbeiteten Schraubenbolzen durch ein vorgebohrtes Loch eingeschoben und an der inneren Seite des Stockes mit einer Mutter festgeschraubt werden (Fig. 6 b, T. 54). In einem steinernen Stocke, manchmal auch im Mauerwerke, werden sie meistens mit Blei, Schwefel oder Lavaoid vergossen (Fig. 4, T. 60). Im Mauerwerk sollen die Kegel mit entsprechend langen Prätzen gleich bei dem Aufmauern ver-
 setzt werden.

Bei gewöhnlichen Bändern und Kegeln schließen die Bänder an den Ring der Kegel vollkommen an, dadurch wird eine bedeutende Reibungsfläche geschaffen und die drehende Bewegung des Flügels erschwert. Diesem kann dadurch vorgebeugt werden, daß man nach Fig. 4 a, T. 60, in das Band einen Stift einschraubt,

dessen unteres, abgerundetes Ende auf dem oben ebenfalls abgerundeten Ende des Kegelzapfens aufsitzt und zwar so, daß zwischen dem Bande und dem Kegelring ein kleiner Spielraum bleibt.

Die Pfannen und Zapfen (Fig. 6, T. 60) sind bei schweren Torflügeln gebräuchlich, bei denen die Kegel durch das Gewicht der Flügel übermäßig belastet und durch die Bewegung gelockert würden.

Bei dieser Konstruktion ist an der rückwärtigen Kante der Türflügel, am oberen und unteren Ende derselben je ein starker Metallzapfen so befestigt, daß beide Zapfenachsen in einer vertikalen Drehachse liegen. Der untere Zapfen ist etwas kürzer und dreht sich in einer korrespondierenden Pfanne. Der obere, etwas längere Zapfen wird von einem Ringe — Hals oder Kloben genannt — umfaßt, welcher in dem Torgewände befestigt ist. Der Hals kann auch zweiteilig hergestellt und mittels Schrauben zusammengehalten werden. Die Zapfen sind gewöhnlich aus Stahl, an starke Eisenbänder angeschweißt und mittels letzteren an die Torflügel festgeschraubt. Die Pfannen sind aus weichem Material, gewöhnlich aus Rotguß erzeugt und in den Torschwellen versetzt.

Die Fig. 7, T. 60, zeigt eine verbesserte Art, bei welcher der Zapfen im Torschweller und die Pfanne im Torflügel eingesetzt ist. Sowohl der Boden der Pfanne als auch der eingreifende Zapfen ist derart abgerundet, daß deren Berührung nur im Mittelpunkt erfolgt, daher auch die Reibung vermindert wird. Auch ist bei dieser Konstruktion eine Verunreinigung der Pfanne durch eindringende Sandkörner ausgeschlossen. Das Schmieren erfolgt durch ein seitlich bei *s* angebrachtes Schmierloch.

Beschläge für Schiebetüren und Schiebetore (Fig. 3, T. 61). Bei diesen wird gewöhnlich jeder Flügel an der oberen Seite mit zwei Rollen *r* versehen, welche mit je einem Bügel *b* an den Flügel festgeschraubt und auf einer am Türsturze befestigten Eisenschiene *s* so aufgelegt sind, daß die Flügel lotrecht hängen und sich auf den Schienen längs der Wand leicht verschieben lassen. Am unteren Ende der Türflügel können entweder an beiden Flügelenden kleine Rollen angebracht sein, die auf versetzten Schienen laufen, oder es können statt der Rollen bloß eiserne Führungzapfen *z* an die Enden der Türflügel festgeschraubt sein, welche in einem in den Türschwällen versetzten **U**-Eisen gleiten.

Fig. 3, T. 61, zeigt ein solches Beschläge für ein Schiebetor, bei dem die Bügel und Zapfen zur Verstärkung gleichzeitig angeschweißt Winkelbänder *w* haben, welche an die Torflügel mit Mutterschrauben befestigt sind.

Tafel 65 bringt ein Schubtor mit Kugelführung, System Weikum, samt den nötigen Details zur Darstellung.

Die Fig. 8, T. 61, zeigt ein neues System für Schiebetüren und Schiebetore, Patent Kammerer und Filzamer. Bei diesem sind statt der einfachen Rollen eine Anzahl kleinerer Kugeln um einen Stahlkern in einem Gehäuse so eingelagert, daß diese Kugeln fortwährend um den Stahlkern kreisen, wenn der Torflügel verschoben wird und ein Teil der Kugeln immer auf die Laufschiene zu liegen kommt, so zwar, daß der Torflügel von den Kugeln getragen und in rollender Bewegung erhalten wird.

Die Fig. 10, T. 61, zeigt eine ähnliche Ausführung mit Rollen in Kugellagern. Die Laufschiene ist an der Oberkante rinnenartig ausgearbeitet und die Rollen sind genau hineinpassend abgedreht.

Die Fig. 9, T. 61, zeigt die Führung des Torflügels am Torschweller. An der unteren Kante des Torflügels ist ein durchlaufendes **T**-Eisen festgeschraubt, welches in das im Schweller eingesetzte **U**-Eisen (Fig. 9) oder in einen ähnlichen Schlitz (Fig. 9 a, T. 61) eingreift und so zur Führung, gleichzeitig aber auch zum dichteren Abschluß an dieser Stelle dient.

c) Beschläge zum Festhalten der Tür- und Fensterflügel.

Dazu dienen im allgemeinen die Schubriegel, welche bei zweiflügeligen Türen und Fenstern den einen Flügel am oberen und unteren Ende festhalten; unten wird gewöhnlich ein kurzer und oben ein längerer Riegel angebracht, so zwar, daß dessen Handhabe noch von einer kleinen Person erreicht werden kann. Die Schubriegel bestehen im wesentlichen aus einer Riegelstange, welche nach ihrer Achse auf einem Blechstreifen verschiebbar und mit Federdruck fixierbar befestigt ist. Das eine Ende der Riegelstange ist mit einer Handhabe (dem Riegelknopfe) versehen, das andere Ende greift in ein am Stocke befestigtes Schließblech oder in einen Schließhaken ein.

Man unterscheidet zwei Arten von Türriegel, und zwar:

Gewöhnliche Schubriegel (Fig. 8, T. 60), welche nur bei ordinären Türen angewendet und an die innere Türfläche direkt angeschraubt werden, so daß die ganze Konstruktion des Riegels sichtbar ist, und

Kantenschubriegel (Fig. 9, T. 60), welche in die Schmalseite der Türe eingestemmt und festgeschraubt werden. Die Konstruktion des Schubriegels wird dann durch das Riegelblech verdeckt. Die Handhabe muß hier selbstverständlich auch versenkt liegen und besteht bei kleineren Riegeln meistens aus einer zylindrischen Hülse, in welche der Finger oder irgend ein Gegenstand zum Anfassen und Verschieben des Riegels hineingesteckt werden kann. Bei stärkeren Riegeln wird meistens ein kurzer Hebel scharnierartig mit dem Riegel verbunden und im Riegelbleche versenkt. Zum Anfassen muß der Hebel horizontal herausgedreht werden.

Bei zweiflügeligen Fenstern, welche fast ausschließlich ohne festes Mittelstück hergestellt werden, schließen die beiden Flügel mit einem Anschläge und einer Schlagleiste so zusammen, daß deren Befestigung mit je einem oben und unten angebrachten Schubriegel bewirkt werden kann, wodurch die Vorreiber entfallen und auch zwei Handgriffe erspart werden.

Durch geeignete Konstruktionen können aber auch beide Schubriegel mit einem Handgriff gleichzeitig geöffnet, bezw. geschlossen werden. Dazu ist es aber notwendig, daß die beiden Schubriegel bis zu jenem Punkte reichen, von wo aus die Bewegung erfolgen soll. Die Bewegung muß so geschehen, daß mit einer Drehung oder einem sonstigen Handgriffe der eine Riegel hinauf und der andere gleichzeitig herunter geschoben wird. Nach diesem Prinzip gibt es mehrere Konstruktionen, von denen hier die gebräuchlichsten angeführt seien:

Beim **Bascülenverschluß** (Fig. 12, T. 60) werden durch Drehen eines gezahnten Rades r , welches beiderseits in die ebenfalls gezahnten Riegelstangen s eingreift, die letzteren auf- und abwärts bewegt, während ein am oberen Ende der unteren Stange angebrachter Haken h bei der Verschiebung ebenfalls in einen Schließhaken eingreift und so den Verschluß auch in der Mitte bewirkt.

Ähnlich kann der Verschluß mit dem in Fig. 13, T. 60, dargestellten **Doppelschubriegel** erreicht werden, bei welchem aber meistens von einem Mittelverschlusse abgesehen wird.

Bei dem **Espagnolettverschluß** (Fig. 20, T. 60) wird eine runde, außen über den ganzen Fensterflügel reichende, dünne Eisenstange an mehreren Stellen der Schlagleiste mittels Hülsen h drehbar befestigt. In der Mitte ist die Stange mit einer Gelenkhandhabe g und an den beiden Enden mit nach einwärts gebogenen, horizontalen Schließhaken s versehen. Wird die Stange mit der Handhabe entsprechend gedreht, so greifen die beiden Haken in korrespondierende Öffnungen der am Stocke befestigten Schießbleche oder in Haken ein und pressen den Flügel fest an den Falz. Die hebelartige Handhabe wird sodann hinter einen Haken gedreht, wodurch auch in der Mitte ein Verschluß hergestellt ist.

Dieser Verschluß kann auch im Fensterflügel versenkt liegen, dann wird er durch ein Riegelblech gedeckt.

Zum Festhalten der geschlossenen Fensterflügel gibt es außer den gewöhnlichen Schubriegeln noch viele andere Vorrichtungen, so z. B. die *Vorreiber* (Fig. 16, T. 60), welche an einem Metallplättchen drehbar angenietet sind. Das Plättchen wird in den Stock so versenkt, und an diesen festgeschraubt, daß für die Drehung der Niete *n* noch genügend Spielraum bleibt. Der Vorreiber wird dann über den geschlossenen Flügel gedreht, wo er an einer an dem Flügel befestigten Zunge mit nach unten vorspringender, also schief gestellter Rippe gleitet, wodurch der Flügel in den Falz eingedrückt wird.

Die *einfachen Vorreiber* (Einreiber, Fig. 16, T. 60) dienen meistens zur Befestigung von einflügeligen Fenstern an den Stock, können aber auch bei zwei-flügeligen Fenstern die Befestigung der Flügel an ein festes Mittelstück oder an den mit Schubriegeln festgehaltenen, zweiten Flügel bewerkstelligen.

Die *doppelten Vorreiber* (Fig. 14, T. 60) werden an ein feststehendes Mittelstück angeschraubt und über die beiden geschlossenen Flügel gedreht.

Der *Ruderverschluß* (Fig. 15, T. 60) ersetzt den doppelten Vorreiber, indem bei entsprechender Umdrehung desselben ein Eingreifen in einen am Mittelstück befestigten Haken *n* erfolgt, wodurch beide Flügel gleichzeitig festgehalten werden. Der Drehpunkt liegt gewöhnlich rechts.

Der *Hakenriegelverschluß* (Fig. 10, T. 60), bei welchem die Riegelstange oben und unten, eventuell auch in der Mitte Haken *h* besitzt, welche beim Abwärtsschieben in entsprechende Schließbleche eingreifen, und auf diese Weise den Flügel an zwei, eventuell an drei Stellen festhalten. Diese langen Hakenriegel sind aber meistens schwer zu handhaben und werden gewöhnlich nur als *einfache Hakenriegel* für die Befestigung der oberen Fensterflügel an ein festes Mittelstück angewendet, wie auch in der Figur dargestellt ist.

Demselben Zwecke dient auch der in Fig. 11, T. 60, dargestellte *Riegel mit Dreholive*, welcher nicht zum Schieben, sondern zum Drehen eingerichtet ist, indem der keilförmige Doppelhaken *h* quer über die Öffnung des Schließbleches gedreht werden kann. Durch die keilförmige Gestalt des Hakens werden die Flügel an den Falz gepreßt.

Die *geöffneten Fensterflügel* müssen gegen das Zuwerfen bei Wind geschützt, d. h. in der geöffneten Lage festgehalten werden. Bei nach außen aufgehenden Fenstern geschieht dies mit den bekannten *Ausspreizstangen* aus Rundeisen, welche mit dem Haken in eine Öse des Klobens eingesteckt werden. Bei den inneren Fenstern werden sogenannte *Falzspreizel* (Fig. 17, T. 60) in den Falz bündig eingestemmt und eingeschraubt, welche herausgedreht, sich gegen die geöffneten Fensterflügel stemmen.

Bei nach innen aufgehenden Fenstern werden *Fensterschnapper* (Fig. 18, T. 60) in die Sohlbank eingestemmt und angeschraubt, wobei die äußeren, geöffneten Flügel in den über die Sohlbank vorstehenden Haken *h* einschnappen und von diesem festgehalten werden. Beim Schließen der Fensterflügel muß durch einen Druck an den Knopf *k* der Haken nach abwärts gedrückt werden, wodurch der Flügel frei wird und dann geschlossen werden kann. Die Fig. 19, T. 60, zeigt einen selbsttätigen Fensterschnapper, bei welchem der geöffnete Flügel an eine schiefe Ebene des Hakens *h* anschließt, wodurch der Haken beim Schließen des Fensterflügels von selbst herabgedrückt wird und den Flügel freiläßt. Der an den Haken anschließende Teil des Fensterflügels muß gegen Abnützung mit einem *Schutzblech S* beschlagen werden.

d) Beschläge zum Verschlusse der Türen und Tore.

Hierher gehören hauptsächlich die Schösser, welche im allgemeinen aus drei Hauptbestandteilen bestehen, und zwar:

α) dem *Fallverschluß mit Drücker*, welcher mit einer hebenden oder schließenden Falle den Tür- oder Torflügel festhält;

β) dem Nachriegelverschluss, welcher das Verschließen der Tür durch Verschieben eines im Schloßkasten angebrachten Riegels bloß von einer Seite, meistens von innen aus ermöglicht und

γ) dem eigentlichen Riegelverschluss mit Schlüssel, mit dem die Tür von beiden Seiten mit dem Schlüssel abgesperrt und geöffnet werden kann.

Je nach der Bestimmung des Türschlosses kann dasselbe bloß aus einem oder aus mehreren dieser Bestandteile bestehen.

Nach der Konstruktion des Riegelverschlusses unterscheidet man wieder deutsche, französische und Sicherheitsschlösser verschiedener Ausführung.

Bei den veralteten deutschen Schlössern wird der Riegel durch den Druck einer Feder vorgeschoben und in dieser Stellung gehalten; durch das Drehen des Schlüssels im Schloßkasten wird der Riegel vom Schlüsselbarte erfaßt und zurückgeschoben; sobald die Wirkung des Schlüsselbartes auf den Riegel aufhört, wird dieser durch den Federdruck in seine ursprüngliche Lage wieder vorgeschoben.

Bei den französischen Schlössern wird der Riegelverschluss in geöffneter und geschlossener Stellung von einer „Zuhaltung“ *g* (Fig. 1, T. 61) festgehalten, welche mit Zapfen *i* in entsprechende, im Riegel ausgefeilte Schlitze einfällt und von einer Feder *c* angedrückt wird. Durch eine entsprechende Drehung des Schlüssels wird die Zuhaltung durch den Schlüsselbart aus den Schlitzen des Riegels gehoben und gleichzeitig der Riegel vorgeschoben. Die Zuhaltung fällt sodann in den nächsten Schlitz ein. Je nach der Anzahl der Schlitze kann der Riegel beim Schließen ein-, zwei- oder selbst dreimal vor- und beim Öffnen ebenso oft wieder zurückgeschoben werden. Solche Schlösser werden je nach der Zahl der Touren ein-, zwei- oder dreitourige genannt.

Die Sicherheitsschlösser (Fig. 7, T. 61) bestehen im Wesen aus mehreren, verschieden hoch übereinander liegenden Zuhaltungen, welche alle nur auf einmal mit dem Barte eines besonderen Schlüssels gehoben werden können und zwar jede Zuhaltung von einer anderen Bartstufe. Der Bart dieses Schlüssels muß demnach genau in die einzelnen Zuhaltungsbleche passen, zeigt daher verschiedenartige, stufenförmige Einschnitte (Fig. 7 *D*, T. 61). Das Nachmachen eines solchen Schlüssels ist ohne Öffnen des Schloßkastens nicht möglich. Nach diesem Prinzip sind viele mehr oder minder komplizierte Schlösser konstruiert.

Die zu einem Schlosse vereinigten Konstruktionsteile werden in einen Blechkasten — den sogenannten Schloßkasten — eingesetzt und sodann an die betreffende Tür befestigt (angeschlagen).

Je nach der Art der Befestigung des Schlosses an der Türe hat man wieder zu unterscheiden: die Kastenschlösser, welche an der inneren Seite des Türflügels vorragen, und die Einstemmschlösser, welche in einen, im Türrahmen ausgestemmtten Schlitz eingeschoben und an der Türkante mit zwei bis vier Schrauben befestigt werden, so daß sie vom Türrahmen ganz überdeckt sind. Erstere finden nur mehr bei ordinären Türen, die Einstemmschlösser dagegen allgemeine Anwendung.

Jene Kastenschlösser, bei welchen der Schloßkasten mit allen schließenden Schloßteilen, also auch der Falle und dem Riegel über den Türflügel vorragt, heißen überbaute Schlösser (Fig. 1, T. 61).

Die Kastenschlösser haben eine zum Heben eingerichtete Falle *a*, welche in einen am Stocke befestigten Schließhaken *d* eingreift, welcher unterhalb in einen Bügel ausgebildet sein muß, damit auch der Schloßriegel, eventuell auch der Nachriegel eingeschoben werden kann.

Die Fig. 1, T. 61, zeigt die Detaileinrichtung eines zweitourigen, überbauten Kastenschlosses mit hebender Falle und Riegelverschluss; *a* ist der Fallenhebel, welcher auf der Nuß *b* drehbar befestigt ist und durch die Feder *c* niedergedrückt

wird. Durch den in das quadratische Loch der Nuß geschobenen Türdrücker b_1 kann die Falle von beiden Seiten der Türe aus dem Schließhaken d gehoben werden. Der Riegelverschluß besteht aus dem Riegel e mit der Führung f und der Zuhaltung g . Sobald der Schlüssel im Schlosse gedreht wird, hebt der Bart desselben bei h die Zuhaltung und schiebt gleichzeitig den Riegel so weit vorwärts, bis die Zuhaltung in den zweiten Schlitz i_1 eingreift. Durch eine zweite Drehung kann der Riegel wieder um eine Tour vorwärts geschoben werden, so daß die Zuhaltung dann in den dritten Schlitz i_2 einfällt und den Riegel festhält. Der Schloßriegel steckt nun unmittelbar in dem am Türstock befestigten Schließhaken und hält den Türflügel am Stocke fest. Durch das entgegengesetzte Drehen des Schlüssels wird der Riegel wieder auf dieselbe Weise zurückgeschoben, so daß der Türflügel wieder frei wird und geöffnet werden kann.

Der ganze Mechanismus ist in einem Schloßkasten eingemietet, welcher mit der Stulpe, durch welche der Riegelkopf heraustritt, an die Türkante und mit dem Schloßblech an die innere Türfläche geschraubt wird. Der Schloßdeckel (Deckplatte) schließt den Kasten nach der inneren Seite ab und ist an den vier Ecken an die Kanten des Schloßkastens — Umschweif genannt — angenietet oder angeschraubt.

Der Schlüssel, Fig. 1 d , besteht aus der Raute (Ring) zur Handhabung desselben, dem Schafte, an welchem der Bart befestigt ist, der so geformt oder durchbrochen sein muß, daß das Aufsperrn nur mit einem ganz gleich geformten Schlüssel möglich ist. Im Schlüsselkasten muß dann das zum Schlüsselbart passende Schlüsselloch ausgefeilt oder bei durchbrochenem Schlüsselbart ein korrespondierender Reifenbesatz (Mittelbruch) eingefügt werden. Das neben der Raute am Schafte befindliche, ringartige Gesenke verhindert ein zu tiefes Eindringen des Schlüssels in das Schlüsselloch und der über den Bart vorragende Kopf dient im Vereine mit einer an der Deckplatte angenieteten, zylindrischen Hülse — Schlüsselrohr genannt — zur Führung des Schlüssels. Oft ist der Schlüsselschaft am Kopfe gebohrt und greift über einen im Schloßkasten angenieteten Dorn, welcher dann an Stelle des Kopfes als Führung dient.

Die Einstemmenschlösser haben eine horizontal verschiebbare Falle, welche in ein an der gegenüberliegenden Türkante festgeschraubtes Schließblech einfällt, das auch zur Aufnahme des Schloßriegels, eventuell auch des Nachriegels entsprechende Ausnehmungen haben muß.

Die Fig. 2, T. 61, stellt ein eingestemmtes Schloß mit schließender Falle und Schloßriegel bei abgehobenem Deckblech dar. Die schließende Falle 1 wird durch eine starke Feder 2 vorgeschoben, so daß sie mit dem Kopfe 3 über das Stulpblech vorragt. Die Nuß 4, welche am Schloßkasten drehbar befestigt ist, wird durch die im unteren Teile wirkende Feder 5 in gleicher Lage erhalten. Durch die Drehung mit dem Türdrücker (Fig. 4, T. 61) kann die Falle so weit zurückgeschoben werden, daß der Kopf sich ganz in das Innere des Kastens hineinzieht. Sobald die Wirkung auf den Türdrücker aufhört, wird die Falle durch den Federdruck wieder vorwärts geschoben, so daß der Kopf in einen Schlitz 6 des an der anschließenden Kante des anderen Türflügels oder des Stockes festgeschraubten Schließbleches eingreift und den Türflügel festhält. Der Schloßriegel 7 wird mit der Zuhaltung 8, an welche eine Feder 9 drückt, in seiner Lage festgehalten. Durch die Drehung mit dem zum Schlosse gehörigen Schlüssel wird vom Schlüsselbart zuerst die Zuhaltung gehoben, so daß der Riegel frei wird und durch weitere Drehung der Riegel nach vor- oder rückwärts geschoben werden kann. Der Kopf des Schloßriegels greift wieder in eine im Schließbleche angebrachte, entsprechende Öffnung 10 ein und sperrt so die Türe ab.

Der Mechanismus des eingestemmten Türschlosses ist auch in einem Schloßkasten eingesetzt und dieser mit dem angeschraubten oder angenieteten Deckblech geschlossen. Das Schloß wird mit dem Stulpblech an den gehenden Türflügel und

das Schließblech an den festen Türflügel oder bei einflügeligen Türen an den Stock festgeschraubt.

Die Befestigung der Türdrücker erfolgt dadurch, daß der äußere, mit der Drehachse aus einem Stücke hergestellte Drücker durch die quadratische Öffnung der Nuß gesteckt, der zweite Drücker mit der korrespondierenden Öffnung über den Dorn des äußeren Drückers angeschoben und durch einen Stift in einem am Dorn des äußeren Drückers ausgefeilten Schlitze *S* (Fig. 4, T. 61) festgehalten wird.

Zum Verdecken der im Türflügel ausgestemten Öffnungen beim Türdrücker und beim Schlüsseloch werden auf beiden Seiten der Tür entweder kurze oder besser lange Schilder festgeschraubt (Fig. 6 *a* und *b*, T. 61).

Die Türschlösser werden gegenwärtig fabrikmäßig hergestellt und vom Schlosser bloß angeschlagen.

Die Vorhängeschlösser haben eine ähnliche Einrichtung; sie werden mit ihrem Ring entweder durch zwei Öffnungen eines Schubriegels oder durch einen Kloben bei überschobenem Verschlußbande (Anlegarbe) gesteckt und sodann gesperrt.

e) Sonstige Beschläge für Türen und Fenster.

Bei Glastüren soll hinter jedem Türdrücker ein die Glastafel schützendes Gitter angebracht werden. Derartige Schutzgitter können nach Fig. 14, T. 66, oder ähnlich geformt, aus Messing oder Nickel hergestellt und an den Türflügel festgeschraubt werden.

Bei stark frequentierten Türen (Spieltüren, Drehtüren u. dgl.) ist es vorteilhaft, an jedem Türflügel anstatt eines gewöhnlichen Knopfes einen Handgriff in Form einer geraden oder entsprechend gebogenen Messingstange horizontal oder schräge über den Türflügel in geeigneter Höhe zu befestigen. Fig. 13, T. 66, zeigt einen solchen Handgriff.

Manchmal wird es notwendig, die von selbst schließenden Türflügel, z. B. bei Spieltüren, in geöffneter Stellung zu erhalten. Für diesen Zweck dienen Türfeststeller verschiedenartiger Konstruktion, von denen eine in Fig. 7, T. 66, in der Ansicht dargestellt ist. Durch Herabdrücken des Hebels *h* mit dem Fuße stemmt sich der Stift *S* derart gegen den Fußboden, daß ein Schließen des geöffneten Flügels nur mit größerer Kraftanwendung möglich ist. Durch Heben des Hebels *h* mit dem Fuße wird der Türflügel wieder frei.

Beim Öffnen der nach innen aufgehenden Fensterflügel schlagen die Schubriegelknöpfe der äußeren Flügel an die Fensterscheiben der inneren Flügel, wodurch die Glastafeln leicht zerbrochen werden können. Um dies zu verhindern, werden an den inneren Seiten der äußeren Flügel, und zwar an den unteren Rahmstücken vorstehende „Schutzknöpfe“ *s* (Fig. 1 *d*, T. 57) eingeschraubt.

Geeignete Vorrichtungen zum bequemen Öffnen und Schließen der oberen Fensterflügel (Lüftungsflügel) sind im Kapitel Ventilation beschrieben.

5. Vorrichtungen zum Selbstschließen der Türflügel.

Hievon gibt es vielerlei Konstruktionen, von denen die Selbstschließer mit Luftdruck, d. h. die „Vakuum-Selbstschließer“ besonders sicher wirken.

Eine primitive Art des Selbstschließens von Brandmauertüren u. dgl. kann dadurch erreicht werden, daß man die Bänder mit schief abgenommenen Ebenen aufeinander setzt (Fig. 5, T. 61). Beim Öffnen hebt sich der Flügel etwas schwer auf den schiefen Ebenen, sobald aber der Türflügel freigelassen wird, dreht er sich durch sein Gewicht von selbst in die ursprüngliche Lage zurück, schließt also von selbst.

Eine andere Konstruktion von Selbstschließern besteht darin, daß man das untere Band abkröpft, wodurch die Drehachse eine schiefe Lage erhält und der geöffnete Türflügel ebenfalls in eine schiefe Lage kommt. Dieser wird dann nach

dem Freilassen durch sein eigenes Gewicht, also von selbst wieder zufallen; der Türflügel darf aber dann nur höchstens unter einem Winkel von 90° geöffnet werden. Dies ist durch einen im Boden angebrachten Dorn, an welchen der Flügel anstoßt, leicht zu erreichen.

Bei **Spieletüren**, deren Flügel sich nach beiden Seiten öffnen müssen, wird die schließende Kraft zumeist durch eine Vorrichtung mit Federdruck hervorgerufen, welche im Türsturze versenkt liegen.

Die Fig. 2, T. 66, zeigt eine solche Konstruktion. Die Türflügel sind um Zapfenbänder drehbar (Fig. 2 α). Die schließende Kraft liegt in mehreren, in einem Gehäuse befestigten Stahlfedern f (Fig. 2 γ), welche mit einer am oberen Teile des Türflügels befestigten Vorrichtung verbunden sind und den Türflügel stets in geschlossener Lage festhalten. Beim Öffnen des Flügels stemmt sich ein Arm a gegen eine am Türsturze befestigte Kautschukrolle r (Fig. 2 β). Durch die drehende Bewegung werden die Federn im Gehäuse gespannt, indem sie windschief verdreht werden, so daß beim Freilassen des Flügels derselbe von selbst zufällt, da die Federn das Bestreben haben, ihre normale Form wieder anzunehmen.

Beim Öffnen des Flügels nach der anderen Seite wird durch den dem ersten gegenüberliegenden, zweiten Arm a' dieselbe Wirkung hervorgerufen und so der Flügel von beiden Seiten zugedrückt.

Bei einer neueren Konstruktion liegt die schließende Kraft in den Türbändern (Fig. 1 a , b und c , T. 66). Diese Pendeltürbänder sind als Doppelbänder mit Spiralfedern (Fig. 1 a) konstruiert und nach Fig. 1 b und c an den Stock und Türflügel festgeschraubt.

Solche einfache Türbänder (Fig. 6, T. 66) — Bommerbänder genannt — können auch bei einschlagenden Türen, d. h. solchen Türen, welche nur nach einer Seite zu öffnen sind, zum Selbstschließen der Türen verwendet werden.

6. Stahlblechrollbalken.

Zum Verschlusse der Türen und Schaufenster von Verkaufsläden u. dgl. dienen zumeist Rollbalken aus Stahlwellblech, wie solche in Fig. 3, T. 66, dargestellt sind. Die nach der Türgröße zugeschnittenen Wellbleche greifen an den Wänden in eine mit **U**-Schiene gebildete Nut (Fig. 3 c) und sind in geschlossener (herabgelassener) Lage mit zwei Riegelschlössern S und S^1 an den Stock befestigt; am Türsturze ist in dem Rollkasten eine drehbare Trommel T angebracht, an welche der obere Teil der Rollbleche befestigt ist. Zum Öffnen der Rollbalken wird, nachdem beide Schlösser aufgesperrt sind, mittels einer Kurbel und einer Vorrichtung mit Zahnradübersetzung die Trommel T in drehende Bewegung gesetzt, so daß sich der Rollbalken in den Rollkasten zurückziehend, auf die Trommel aufwindet und die Türöffnung freigibt.

Eine neuere, heute allgemein gebräuchliche Konstruktion zum Aufziehen der Stahlblechrollbalken besteht darin, daß auf die im Rollkasten angeordnete Welle eine Feder (Fig. 3 d) wirkt, welche die Welle in drehende Bewegung setzt, und zwar derart, daß bei einiger Nachhilfe durch Heben des herabgelassenen Rollbalkens derselbe sich von selbst über die Welle aufrollt. Zum Herablassen des Rollbalkens wird mit einem an einer Stange befestigten Haken der am unteren Teile des Rollbalkens angebrachte Ring angefaßt und der Rollbalken herabgezogen.

Die Schlösser waren früher am unteren Ende der Rollbalken bei n angebracht (Niederverschluß), so daß man beim Öffnen und Schließen sich stark bücken mußte; der heute übliche Hochverschluß liegt 0.60—1.00 m über dem Boden, ist daher bedeutend bequemer.

Ein stärkerer und einbruchsicherer Verschluß kann mit dem in Fig. 4, T. 66, im Detail dargestellten Panzerrollverschluß aus Schmiedeeisen hergestellt werden. Die Einrichtung zur Bewegung dieses Panzerrollverschlusses ist sonst gleich jener der Rollbalken mit Stahlwellblech.

Holzrollbalken.

Diese werden meistens an der Außenseite der nach innen aufgehenden Fenster in einer Nut angebracht und zum Aufziehen, eventuell auch zum Aufspreizen eingerichtet (Fig. 5 *a*, T. 66).

Der Rollbalken besteht aus schmalen, aus schwedischem Kiefernholz gefertigten Stäbchen, die entweder nach Fig. 5 *b* durch starke Hanfgurten oder nach Fig. 5 *c* durch Stahlplättchen miteinander verbunden und verschraubt werden. Nach Fig. 5 *b* schließen die Stäbchen aneinander, lassen daher kein Licht durch; nach Fig. 5 *c* sind die Stäbchen derart geformt und mit Stahlplättchen verbunden, daß man sie mit einer Vorrichtung nach Bedarf — wie in der Figur angedeutet — auseinander lassen und wieder zusammenziehen kann.

Der die ganze Fensteröffnung bedeckende Rollbalken wird an beiden Seiten in ein genügend starkes U-Eisen eingefügt (Fig. 5 *d*), das an der Außenseite des Fensters an den Stock anschließt. Im Fenstersturze ist eine Holzwalze *w* drehbar angebracht, an welcher der obere Teil des Rollbalkens befestigt wird. Durch eine Zugvorrichtung *z* kann man von der inneren Seite des Fensters aus den Rollbalken herablassen und wieder aufziehen.

Zum Ausspreizen des Rollbalkens dienen zusammenlegbare Scheren *S* (Fig. 5 *a*), die am unteren Ende zu beiden Seiten des Fensters mit dem U-Eisen und Fensterstock durch Scharniere verbunden sind, während weiter oben bei *g* auch die U-Eisen gelenkartig zusammengefügt sind, um dort jederzeit die beim Ausspreizen nötige Brechung zu gestatten.

8. Autogene Schweißung der Metalle.

Eine der neuesten und wichtigsten Hilfsmittel zur Eisen- und Metallbearbeitung ist das autogene Schweißen, eine Erfindung des französischen Ingenieurs Edmund F o u c h e. Unter den bekannten Schweißverfahren nimmt die Azetylen-Sauerstoffschweißung infolge ihrer Einfachheit, leichten Handhabung und Erzielung der höchsten Temperatur (3500° C) sowie der niederen Betriebskosten den ersten Rang ein. Der hiezu nötige Apparat ist in Fig. 8, T. 66, dargestellt, er besteht aus dem Azetylenapparat *A*, der Sauerstoffflasche *S*, mit dem aufgeschraubten Reduzierventil *R*, dem Wasserschluß *W* und dem Brenner *B*. Der Brenner ist durch entsprechende Kautschukschläuche mit dem Azetylengasapparate und dem Wasserschlusse verbunden.

Die Fig. 9 zeigt den Azetylengasapparat im Vertikalschnitt. Um denselben in Betrieb zu setzen, hebt man den Karbidbehälter *a* mittels der Zugstange *b* aus dem Raum *c* und befestigt die Zugstange mit dem an einem Kettchen hängenden Stift *d*, öffnet sodann den Deckel *e*, indem man durch Lockerung der Schraube *g* den Bügel *h* entfernt. Der Karbidbehälter *a* wird sodann aus dem Entwickler *f* emporgehoben und in den Raum *c* so lange Wasser geschüttet, bis dasselbe beim Auslaufhahn *i* herausfließt, worauf man den Hahn *i* schließt. Nun wird der Karbidbehälter mit großen Stücken Karbid gefüllt, in den Entwickler eingesetzt und der Deckel wieder geschlossen. Bei Verwendung eines kleinen Brenners taucht man den Behälter bloß $\frac{1}{3}$ seiner Höhe, bei größeren Brennern etwas tiefer in das Wasser und fixiert diesen mittels des Stiftes *d*. Bei jeder längeren Arbeitspause soll der Behälter aus dem Wasser gehoben werden, um eine Nachvergasung zu verhindern. Der Reiniger *k*, welcher kleine Stücke Koks, ferner Torfmull, Sägespäne u. dgl. enthält, soll zeitweise entleert und mit frischen derartigen Stoffen wieder gefüllt werden. Der ganze Apparat muß durch Öffnen des Hahnes *l* und Nachgießen von Wasser bei *m* nach Bedarf zeitweise gereinigt werden.

Der in Fig. 10 im Schnitt dargestellte Wasserschluß soll den zufälligen oder böswilligen Eintritt von Luft in den Gasometer verhindern, es muß bei jeder Schweißstelle ein Wasserschluß möglichst nahe derselben anmontiert sein. Der Wasserschluß wird gebrauchsfähig gemacht, indem man das vom Gasometer kommende Zuleitungsrohr n bei o dicht anmontiert, den Abschlußhahn bei p schließt und bei geöffneten Hähnen qu und r in den Fülltrichter so lange Wasser gießt, bis dasselbe bei r abläuft. Hernach schließt man r , gießt noch etwas Wasser nach, schließt auch den Hahn qu und läßt dann durch Öffnen des Hahnes p Gas einströmen. Endlich öffnet man nochmals den Hahn r so lange, bis statt Wasser Gas ausströmt, worauf der Wasserschluß betriebsfertig ist.

Die Fig. 11 zeigt die Einrichtung des Sauerstoff-Reduzierventiles, welches an die Sauerstoffflasche oben angeschraubt wird. Dasselbe ist mit zwei Manometern versehen, wovon das größere s (Inhaltsmesser) den Inhalt, daher auch den Verbrauch an Sauerstoff anzeigt, während das kleinere (Arbeitsmanometer) t den genauen Arbeitsdruck für jeden Brenner automatisch angibt. Die Ziffern der Skala am Manometer korrespondieren mit den Nummern der zur Verwendung gelangenden, verschieden großen Brenner. Beim Wechsel des Brenners muß man jedesmal das Manometer auf die Nummer des verwendeten Brenners einstellen, z. B. bei Brenner Nr. VI auf die Ziffer 6 usw.

Für den Gebrauch wird zuerst die Flügelschraube u so oft als möglich nach links gedreht, dann der Absperrhahn v geschlossen und mittels des Handrades x die Sauerstoffflasche geöffnet. Der Inhaltsmesser S zeigt sodann den Druck und somit auch den Inhalt der Flasche an. Durch entsprechendes Drehen der Flügelschraube u nach rechts wird das Arbeitsmanometer auf die Nummer des verwendeten Brenners, z. B. bei Brenner Nr. IV auf 4 eingestellt.

Der Brenner (Fig. 11) wird mittels entsprechend langen Kautschukschläuchen sowohl mit dem Wasserschluß bei $qu-qu^1$ als auch mit dem Schlauchstutzen des Sauerstoff-Reduzierventiles bei $w-w^1$ verbunden.

Bei Beginn der Arbeit öffnet man den Absperrhahn v des Reduzierventiles, stellt das Manometer t auf die betreffende Brennergröße durch die Flügelschraube u ein, öffnet dann den Hahn qu des Wasserschlusses und entzündet den Brenner mit einer Kerze. Nach dem Anzünden wird die Flamme mit dem am Brenner angebrachten Azetylenhahn z so reguliert, bis der kleine hellgrüne Kegel am Brennerkopf einen scharfen Rand annimmt. Bei Beendigung der Arbeit wird zuerst der Azetylenhahn z am Brenner, dann erst das Sauerstoff-Reduzierventil v geschlossen.

Man schweißt mit der Spitze des kleinen hellgrünen Flammenkegels, dabei muß der Brenner so gehalten werden, daß die zurückgeworfene Flamme nicht den Brennerkopf trifft. Sollte durch längere Benützung oder durch unvorteilhafte Handhabung der Brenner heiß werden, so wird er durch Eintauchen im Wasser abgekühlt.

Die autogene Schweißung kann für Eisen, Kupfer, Bronze, Messing u. dgl. in verschiedenen Stärken mit bestem Erfolg angewendet werden, wenn man eine der Dicke des Schweißobjektes entsprechende Brennergröße und den für das Material geeigneten Schweißdraht verwendet. Die Schweißstelle braucht man nicht blank feilen oder schaben, weil die Flamme selbst reduzierend auf die Schweißstelle einwirkt, sie wird bloß mit Schweißpulver bestreut.

Bei Anwendung entsprechender Brenner kann man Stahl, Eisen, Kupfer, Bronze usw. von bedeutenden Dimensionen, geradlinig oder beliebig gekrümmt, mit Leichtigkeit zerteilen (schneiden).

Einen entsprechenden Erfolg sowohl beim Schweißen als auch beim Teilen der Metalle kann man aber nur mit geschulten Arbeitern erzielen, daher ist die Ausbildung derselben bei Beginn einer jeden Betriebsanlage unerlässlich. Die Österreichisch-ungarischen Sauerstoffwerke in Wien übernehmen die Ausbildung der Arbeiter und auch die Lieferung des Apparates und des Sauerstoffes.

C. Übernahme von Bauschlosserarbeiten.

Bei dieser ist bezüglich der Güte des verwendeten Materiales und der soliden Ausführung folgendes zu beachten, bezw. zu fordern:

1. Gutes Material, wie eingangs erwähnt. Womöglich sollen vor der Anfertigung von jeder Sorte Muster abverlangt werden.

2. Alle Verbindungen müssen dauerhaft und fachgemäß ausgeführt sein, Schweißstellen dürfen kaum sichtbar und nicht verbrannt sein, Lötstellen müssen von dem Lote vollkommen durchdrungen sein.

3. Die Beschläge müssen rein gefeilt, die Federn sollen stark sein, dürfen jedoch nicht zu schwer schließen. Die Beschläge müssen genau in die ausgestemten Vertiefungen passen und dürfen nur mit versenkten Holzschrauben, niemals mit Patentnägeln befestigt werden. Die Beschläge sind nach dem ersten Anstrich anzuschlagen, die ausgestemten Vertiefungen sollen womöglich vor dem Einbringen der Beschläge mit Ölfarbe gestrichen werden.

4. Wenn alle Professionistenarbeiten beendet sind, so ist der Schlosser verpflichtet, die Beschläge zu schmieren und die etwa der Bewegung hinderliche Farbe abzukratzen.

5. Alle eisernen Türchen, eisernen Fenster u. dgl. müssen gut schließen und eine leichte Bewegung gestatten.

6. Die Eisenteile sollen erst nach erfolgter Besichtigung, also nach der Einlieferung grundiert werden, das muß aber jedenfalls noch vor dem Versetzen geschehen.

7. Die nach Gewicht zu liefernden Gegenstände dürfen die angegebenen Dimensionen nicht überschreiten. Ein Mehrgewicht bis zu 5% gegenüber den eingelieferten Mustern kann noch angenommen werden.

8. Die Vergütung der Schlosserarbeiten geschieht größtenteils nach Gewicht oder nach Stückzahl, und zwar zu den bezüglichen Preistarifposten oder nach speziell vereinbarten Akkordpreisen.

III. Glaserarbeiten.

Die Verglasung der Lichtöffnungen soll bei Neubauten womöglich vor dem Legen der Fußböden durchgeführt werden, und zwar wenigstens in solchem Umfang, daß die Fußböden vor den Niederschlägen geschützt sind.

1. Verwendung der verschiedenen Tafelglassorten.

Die im I. Band, Seite 89 bezeichneten Tafelglassorten erhalten zumeist die im folgenden angegebene Verwendung:

Das ordinäre Tafelglas (Lagerglas), das nur in kleineren Tafeln erzeugt wird, dient zur Verglasung der gewöhnlichen Lichtöffnungen, und zwar das einfache, 1·7 mm starke Tafelglas für solche Fenster, welche nur der normalen Benützung, nicht aber einer größeren zufälligen Beanspruchung ausgesetzt sind; das doppelte, 3·4 mm dicke Tafelglas zur Verglasung von Lichtöffnungen, bei welchen infolge ihrer Lage eine zufällige, stärkere Beanspruchung nicht ausgeschlossen ist, wie z. B. bei Haustüren u. dgl. Das drei- und vierfache Lagerglas dient für jene Verglasungen, bei welchen eine stärkere Beanspruchung häufiger eintritt, z. B. für Dachoberlichter, Glasdächer u. dgl. oder auch zur Schalldämpfung bei Telephonkammern.

Die Dicke der Glastafeln, welche möglichst gleichmäßig sein soll, wird durch Übereinanderlegen von fünf Tafeln gemessen. Diese fünf Lagen müssen beim einfachen Glase mindestens 8·5 mm, beim doppelten 17 mm und beim dreifachen 25·5 mm stark sein.

Das Tafelgußglas, 5, 10, 15, 20 und 25 mm dick, und das Schnürlglas, 5, 8 und 12 mm dick, dienen infolge der größeren Dicke zu Verglasungen, die stark beansprucht werden, z. B. bei Oberlichtern und Glasdächern, die stärksten für solche, die auch begangen werden. Das Schnürlglas ist besonders für Glasdächer und Dachoberlichter geeignet, weil der Kitt in den Vertiefungen (Schnürln) besser haftet.

Das Halbsolin- und Solinglas wird wegen seiner Reinheit für bessere Wohnräume u. dgl. und zwar zumeist in größeren Tafeln verwendet.

Das Spiegelglas wird nur in sehr großen Tafeln für Schaufenster u. dgl. verwendet.

Das Mattglas verwendet man für solche Räume, in die die Einsicht verwehrt werden soll, z. B. für Badezimmer, Abort usw.; früher war für derartige Zwecke häufiger das geschuppte Glas in Verwendung.

Das Farbglas, Milch- oder Beinglas dient nur für besondere, zumeist dekorative Zwecke.

Das Hart- oder Preßglas und das Vulkanglas kann in besonders wichtigen Fällen dort angewendet werden, wo es sich um eine abnormale Inanspruchnahme der Glastafeln handelt.

Das Drahtglas, welches als Gußglas mit eingegossenem Drahtgeflechte von verschiedener Maschenweite und wechselnder Drahtstärke, in verschiedenen Dicken und Größen erzeugt werden kann, eignet sich für solche Verglasungen, bei denen eine besonders starke Beanspruchung häufiger auftritt oder dann, wenn ein feuersicherer Abschluß gewünscht wird. Als besonders feuersicher gilt das Siemens-Drahtglas, welches ein sehr engmaschiges Drahtnetz enthält und selbst nach dem Abschmelzen des Glases noch den Durchtritt von Feuergasen abhält; es wird daher häufig auch für Grubensicherheitslampen verwendet.

Das Drahtgeflechte ist bei jedem Drahtglas durch die innige Umhüllung mit Gußglas vor Oxydation vollkommen geschützt.

Luxferprismenglas. Es wird von der Luxferprismenfabrik L. K e p p l e r in Bodenbach in Stärken von 5—20 mm, teils in Form von Glastafeln, teils in Ziegelform als sogenannte Glasfliesen hergestellt. Die eine Fläche (die innere, bzw. die untere nach dem Versetzen) besteht aus lauter Glasprismen, die ein starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen. Das von außen einfallende Licht wird durch diese Glasprismen nach allen Richtungen hin zerstreut.

Infolge dieses großen Lichtdurchlaß- und Lichtzerstreuungsvermögens eignen sich diese Glassorten sehr für indirekt oder wenig belichtete Räume als Glasoberlichter usw. Ferner werden diese Gläser mit Vorteil als feuersichere, lichtdurchlassende Abschlüsse für Fenster in Brand- und Feuermauern, Stiegenhäusern, für Schaufenster von Geschäftsläden u. dgl. verwendet. Für diese Zwecke werden die kleinen Glastafeln oder Fliesen in ein kupfernes Bandgitter mit Rahmen (nach der Fenstergröße) eingefügt und in ein Kupferbad gelegt; auf elektrolytischem Wege wird dann der feste Anschluß der Gitterbänder an die Glastafeln bewirkt und durch wulstförmiges Ansetzen des elektrolytischen Kupfers an den Bänderkanten eine Fassung für die Glastafeln und Fliesen gebildet.

Dieses sogenannte Luxfer-Elektroglas besitzt eine sehr große Feuerfestigkeit, indem es eine Hitze bis zur Schmelztemperatur des Glases, das ist bis zirka 1000° C aushält, ohne zu brechen und ohne Feuergase durchzulassen.

2. Beschneiden und Befestigen der Glastafeln.

Das Beschneiden der Glastafeln erfolgt in der Weise, daß man mit einem entsprechend gefaßten und mit einer Handhabe versehenen Diamant zuerst nach der gewünschten Richtung eine Ritze in die Tafel zieht und schwächere Tafeln dann einfach nach der Ritze entzweibricht. Bei stärkeren Tafeln (Gußglas) werden nach dem Ritzen mit dem Diamant, von einem Ende der Ritze beginnend, an der

derselben entgegengesetzten Tafelfläche mit dem Glaserhammer kurze, schwache Schläge längs der Ritze geführt, bis die Tafel in der gewünschten Richtung vollkommen getrennt ist.

Die Befestigung der Glastafeln in Holz kann entweder mit dem Kittfalz oder mit dem Holzfalz oder mit Holzleisten geschehen.

Bei der Verglasung mit dem Kittfalz (Fig. 1 a, T. 67) darf die Tafel nicht streng in den Falz einpassen, da sonst beim Quellen des Holzes die Tafel gepreßt würde und dadurch leicht brechen könnte. Man läßt gewöhnlich nach der Breite und Höhe zwischen den Rändern der Glastafel und dem Rahmen zusammen einen 2—3 mm breiten Spielraum. Nachdem die Tafel in den Falz eingesetzt ist, wird sie mit dreieckigen Blechstiften von etwa 12 mm Seitenlänge so „angestiftelt“, daß zwischen den Stiften und der Glastafel ebenfalls ein kleiner Zwischenraum bleibt (siehe Fig. 1 a). Je nach der Größe der Tafel gibt man auf jeder Seite zwei bis drei, bei großen Tafeln auch mehr Stiften, und zwar so, daß die Entfernungen voneinander nicht über 25 cm betragen. Ein gutes Einstifteln ist namentlich bei kalter und feuchter Witterung notwendig, weil der Kitt dann nur langsam erhärtet.

Ist die Tafel gut angestiftelt, so wird guter Glaserkitt (Ölkitt, siehe I. Band, Seite 100) in den Falz fest eingedrückt und an der Oberfläche glatt abgestrichen.

Die Verglasung im Holzfalz (Fig. 1 b, T. 67) besteht darin, daß die Glastafel in eine an den inneren Rändern des Fensterrahmens, bezw. der Sprossen eingehobelte 8 mm tiefe Nut unter Einhaltung eines kleinen Spielraumes eingeschoben wird. Dazu muß aber ein Teil des Rahmens aus seiner Verbindung genommen und, sobald die Tafel eingeschoben ist, wieder in die Verbindung gebracht werden. Diese Manipulation ist nicht nur umständlich, sondern beeinträchtigt auch die Stabilität der Fensterflügel; weiters ist die Verbindung nicht so dicht wie beim Kittfalz, weswegen Verglasungen im Holzfalz nur selten angewendet werden.

Die Verglasung mit Holzleisten (Fig. 1 c und d, T. 67) besteht im wesentlichen darin, daß die Glastafel in einen breiten Falz gelegt und statt einer Verkittung auf der freien Seite eine schmale Holzleiste angebracht wird, wodurch also ebenfalls eine Nut gebildet erscheint, welche die Glastafel am Rande umfaßt. Auch hier muß man der Ausdehnung des Holzes Rechnung tragen, indem zwischen Glastafel und Holzrahmen entsprechende Zwischenräume freigelassen werden. Diese Befestigungsart wird meistens bei großen Spiegelscheiben, Glaskästen usw. angewendet. Es empfiehlt sich, namentlich bei großen Tafeln, zwischen der Tafel und dem Falze Papier- oder Leinenstreifen einzuschalten.

Die Befestigung der Glastafeln in Fassoneisen erfolgt ähnlich wie im Holz mit dem Kittfalz, nur wird vom Kitt (meist Miniumkitt) ein Teil zuerst aufgetragen und die Glastafeln in denselben eingedrückt, damit sie mit den Eisenstäben nicht in direkte Berührung kommen.

Zur Befestigung der Glastafeln an die Fassoneisenstäbe können nach Fig. 3 b, T. 67, entweder kleine Schraubchen in die Eisenstäbe geschraubt oder Messingsplinte angenietet werden, welche noch in der Verkittung liegen. In den meisten Fällen aber werden die Tafeln bloß eingekittet.

3. Glasdächer und Dachoberlichtfenster.

Bei diesen werden die Glastafeln auf Fassoneisen (Fenster Eisen) gelegt, welche bei Glasdächern vom Firste bis zur Traufe, bei Oberlichtfenstern auf die ganze Fensterhöhe durchreichen müssen, so daß die zu verglasende Fläche in gleich breite Streifen geteilt wird, die gleichlaufend mit der Dachneigung liegen.

Zur Verglasung werden die einzelnen Tafeln gleich der Breite der Felder mit Berücksichtigung eines kleinen Spielraumes zugeschnitten und von der Traufe, bezw. der unteren Seite der Oberlichtfenster beginnend so gelegt, daß sie beim

Zusammenstoß 3—6 cm übergreifen; dabei muß jede Tafel ganz in Kitt gelegt und der Kittfalz gut ausgefüllt werden (siehe Fig. 3 b, T. 67). Bei steilen Dächern muß jede Tafel außerdem vor dem Herabrutschen gesichert werden; dies kann bei der untersten Tafel durch an das Eisengerippe befestigte, weiche Messing- oder Kupferstreifen, Haftbleche geschehen, welche um die Ränder der Glastafeln aufgebogen werden.

An den Übergreifungsstellen der Tafeln werden schmale, hakenförmige Haftbleche *h* (Fig. 5 g, T. 67) so eingelegt, daß die obere Tafel gestützt wird; die Haftbleche sind dann ganz an die Fassoneisen anzuschieben, damit sie vom Kitten vollkommen verdeckt werden können. Bei stark geneigten, größeren Dachflächen ist die Befestigung der Glastafeln besser nach Fig. 5 d, e und f derart durchzuführen, daß man jede Glastafel am unteren Rande mit einem Stift *s s'* stützt, welcher in entsprechend gebohrte Löcher durch die Stege der Fenstereisen gesteckt wird. Die Stifte müssen aber auch von der Verkittung ganz verdeckt werden. Die Übergreifungsstellen der Glastafeln sind an den Rändern ebenfalls auszukitten. Die übergreifenden Tafeln können am unteren Rande auch segmentförmig zugeschnitten werden, wodurch der Wasserablauf mehr gegen die Mitte der Tafeln geleitet wird (Fig. 5 a).

Durch die ungleiche Ausdehnung der verschiedenen Materialien bei eintretendem stärkeren Temperaturwechsel entstehen bei der Verkittung mit der Zeit Undichtigkeiten. Man sollte daher Glasdächer möglichst steil machen, um das Niederschlagswasser rasch abzuführen. Andere Umstände zwingen aber häufig, die Glasdächer mit einer sehr flachen Neigung anzulegen; in diesem Falle muß eine sorgfältige Verkittung platzgreifen und der Kitt eventuell noch gegen die Einwirkung der Witterungseinflüsse geschützt werden. Dies kann durch einen öfteren Ölfarbanstrich oder auch dadurch geschehen, daß man über die Verkittung noch schmale Kattun- oder Leinwandstreifen aufklebt. Hiezu kann als Klebstoff entweder die Heeresdichtungsfaser (I. Band, Seite 100) oder ein aus einem Teile Talg und zwei Teilen Harz gekochter Harzkitt dienen.

Die Glasdächer (mit Ausnahme der aus Drahtglas hergestellten) sollen oben mit einem abnehmbaren, engmaschigen Drahtnetz vor zufälliger Beschädigung geschützt werden, besonders dann, wenn über der Glasfläche sich noch Fensteröffnungen befinden. In diesem Falle ist jedoch die Verwendung von Drahtglas ökonomischer und auch besser.

Bei Glasdächern, bei denen die Außen- und Innentemperatur stark wechselt, bildet sich an der inneren Seite der Glasfläche Kondenswasser, welches meistens bei den Fassoneisen und bei den Übergreifungsstellen abtropft. Um dies zu verhindern, muß entweder die Bildung von Kondenswasser durch geeignete Konstruktionen ganz verhindert oder dieses Wasser abgeleitet werden. Letzteres erfolgt gewöhnlich durch kleine Blechrinnen, welche unterhalb der Fassoneisen angeordnet werden, oder man verwendet hiezu Fenstereisen mit Schweißrinnen nach Fig. 8 a oder b, T. 67. Die doppelten Schweißrinnen (Fig. 8 b) erfüllen jedoch diesen Zweck besser. Bei den Übergreifungsstellen kann das Abtropfen des Wassers dadurch verhindert werden, daß man nach Fig. 9 schmale, rinnenartig gebogene Blechstreifen zwischen die Übergreifung der Glastafeln einschiebt und einkittet. Die beiden Enden dieser kleinen Rinnen läßt man in die Schweißrinnen *s s'* (Fig. 8 b) der Fenstereisen einmünden. Manchmal dürfte es auch genügen, bei den Übergreifungsstellen die Glastafeln auch an der unteren Seite segmentförmig (wie in Fig. 5 a punktiert) zu schneiden, wodurch das sich ansammelnde Tropfwasser an den gegen die Fenstereisen zu fallenden Rändern der Tafeln in die Schweißrinne geleitet wird. Vor den Schweißrinnen der Fenstereisen kann das Wasser entweder direkt auf die Dachfläche geleitet oder durch eine am unteren Ende des Glasdaches oder der Oberlichte angebrachte Blechrinne aufgefangen und in einen Behälter, welcher zeitweise entleert wird, oder bei Oberlichtern auf die Dachfläche geleitet werden.

Durch Anordnung doppelter Glastafeln mit dazwischen liegender Luftschichte kann das Auftreten des Kondenswassers ganz verhindert werden. Hiezu können Fenstereisen nach Fig. 10, T. 67, mit doppeltem Falze verwendet werden. Will man jedoch eine stärkere Luftschichte zwischen beiden Glasflächen einschalten, so müssen für jede Eindeckung separate, einfache Fassoneisen angeordnet werden. In diesem Falle kann man auch die untere Eindeckung als Decke horizontal legen und vorteilhaft mit Mattglas versehen (Fig. 7, T. 67).

Beim Glasdach mit doppelten Glastafeln ist die Verglasung im allgemeinen so wie beim einfachen Glasdache durchzuführen. Die untere Eindeckung wird häufig mit schwächeren Tafeln und nur trocken, d. h. ohne Verkittung ausgeführt, wobei aber stellenweise namentlich an den Ecken eine Bettung in Kitt dennoch erfolgen muß.

Auch bei doppelten Glasdächern wird es sich empfehlen, für die obere Verglasung Fenstereisen mit Schweißbrinnen zu verwenden, weil in vielen Fällen auch die eingeschaltete Luftschichte die Bildung von Kondenswasser nicht ganz zu verhindern vermag und ein Abtropfen die untere Glasfläche beschmutzen würde.

Für eine ausgiebige Ventilation der zwischen den Glasflächen befindlichen Luftschichte kann durch Anordnung von Ventilationsjalousien an den Stirnseiten vorgesorgt werden.

Doppelte Glasdächer sind für alle jene Räume notwendig, welche beheizt werden müssen und bei denen das Tropfwasser unangenehm ist oder gar Schaden verursachen würde.

Die Fig. 5, 6 und 7 auf T. 67, bringen einige Beispiele von Detailkonstruktionen für Glasdächer und Oberlichten zur Darstellung.

4. Oberlichtfenster in Decken.

Bei Oberlichtfenstern in Decken, über welche gegangen oder gefahren wird, müssen die kleinen Tafeln auf allen vier Seiten voll aufrufen und gut in Kitt gebettet werden. Es muß also ein vollständiges Gitter aus Fassoneisen (Fenstereisen) nach Fig. 4, T. 67, hergestellt werden, dessen Stäbe die obere Glasfläche noch 1—2 mm überragen, wodurch die Glastafeln gegen Bruch besser geschützt werden (Fig. 4 c, T. 67). Für solche Verglasungen eignet sich nur starkes Gußglas, am besten aber das Drahtglas.

5. Fensterverglasung in Blei.

Diese wurde früher sehr häufig angewendet, jetzt dagegen wird selbe nur noch bei der Verglasung mit Butzenscheiben und bei Glasmalereien, sonst aber äußerst selten ausgeführt. Die Bleisprossen bilden bei Glasmalereien gleichsam die Konturen der Muster, bezw. der Figuren.

Die Verglasung mit Butzenscheiben besteht darin, daß sechseckige, 11—15 cm große Scheiben aus gefärbtem Glase, welche in der Mitte eine runde Erhöhung (Butze) und meistens auch erhöhte Ränder haben, mittels starken Bleifassungen zu ganzen Tafeln zusammengefügt und in Rahmen befestigt werden.

Die Fig. 2, T. 67, zeigt den Durchschnitt einer Verbindung der Glastafeln mit Blei, wobei die Tafeln zwischen die aufgestellten Lappen der weichen Bleisprossen gesteckt und diese dann über die Scheibenfläche umgebogen und flachgedrückt werden. An den Punkten, wo die Bleifassungen zusammentreffen, werden sie gelötet. Das ganze Bleinetz kann auch einen Überzug von Zinn erhalten, wodurch ein besseres Aussehen und mehr Steife erzielt wird. Zur Erhöhung der Steifheit können bei großen Tafeln auch 4 mm dicke Drähte an die Bleisprossen gelötet und an den Holzrahmen (Fensterflügel u. dgl.) festgeschraubt werden.

6. Instandhaltung und Reparatur der Glaserarbeiten.

Ist eine gebrochene Fenstertafel zu ersetzen, so wird man, wenn der Kitt noch weich ist, denselben aus dem Falze kratzen und nach Entfernung der Glaserstiften die alte, gebrochene Tafel herausnehmen. Ist aber der Kitt schon erhärtet, so muß man ihn mit einem starken Messer (Kittauschlagmesser, T. XVII) herausstemmen, damit der Falz für die neu einzusetzende Tafel ganz frei wird. Eine nur gesprungene Glastafel kann vor dem Ausstemmen des Kittes vorsichtig ausgeschnitten und zum Teil für kleinere Tafeln wieder verwendet werden. Ist ein Ausschlagen des Kittes nicht statthaft, so kann der Kitt auch durch geeignete Substanzen aufgeweicht werden. Hiezu kann heißes Terpentinöl oder ein dünner Brei von Pottasche, frisch gelöschtem Kalkpulver und Wasser dienen, womit der Kitt durch längere Zeit zu bestreichen ist. Die Auflösung ist jedoch sehr zeitraubend und nicht ganz vollkommen zu erreichen.

Die neue Tafel wird dann so wie bei neuen Fensterflügeln eingeschnitten. Die verkitteten Stellen sollen die gleiche Farbe haben wie der Fensterrahmen. Man erreicht dies entweder durch Beimengung von entsprechenden Farben zum Kittle oder meistens durch Anstreichen des Kittfalzes an dessen Oberfläche.

Bei allen Verglasungen, namentlich aber bei den äußeren Fenstern, soll die Verkittung jährlich im Frühjahr oder Herbst untersucht und, wenn nötig, erneuert werden. Dadurch und im Vereine mit einem ordentlich instand gehaltenen Ölfarbenanstrich kann die Dauer der Fensterflügel ganz wesentlich verlängert werden.

Sind bei Glasdächern Tafeln gebrochen oder ist die Verkittung undicht, so werden im ersteren Falle die Tafeln samt dem Kittle, im letzteren der alte, lose Kitt allein herausgeschlagen, eine eventuelle Rostbildung an den Fenstereisen abgeschabt, letztere mit Miniumölfarbe gestrichen, sodann die neuen Tafeln eingekittet, bezw. die auszubessernden Stellen mit gutem Miniumkitt neu verkittet und alle Fenstereisen nochmals mit Ölfarbe überstrichen.

Bei Glasdächern, bei denen die Verkittung schon sehr schadhaft ist und die Tafeln locker liegen, ist es am besten, die ganze Fläche umzudecken. Hiezu werden die Tafeln nach entsprechendem Ausschlagen des Kittfalzes vorsichtig herausgenommen, die Fenstereisen gereinigt, mit Miniumfarbe zweimal gestrichen und sodann die Eindeckung mit den alten Tafeln so wie bei einer Neueindeckung durchgeführt.

7. Übernahme von Glaserarbeiten.

Hiebei muß schon während der Ausführung auf folgendes besonders gesehen werden, und zwar:

a) Die Glastafeln müssen rein, d. h. frei von Wellen, Rippen, Blasen und Knöpfen, eben und nicht windschief sein, lichte, nicht zu grüne Farbe und die entsprechende Dicke haben. Die Farbe des Tafelglases kann durch Übereinanderlegen mehrerer Tafeln über ein Blatt weißes Papier geprüft werden.

b) Es soll nur guter Kitt aus Leinölfirnis und Bergkreide, bei Glasdächern Miniumkitt verwendet werden.

c) Die Tafeln dürfen einerseits nicht zu streng eingepaßt werden, andererseits darf aber der Spielraum nicht über 3 mm betragen; sie müssen gut angestiftet und voll ausgekittet werden.

d) Beim Einsetzen von großen Spiegelscheiben ist darauf zu achten, daß die Spiegelscheibe in einer unteren Ecke und der diagonal gegenüberliegenden oberen Ecke ganz fest im Rahmen anliegt, damit die Scheibe förmlich als Diagonalstrebe wirkt.

8. Verdienstberechnung für Glaserarbeiten.

Die Verglasung wird nach m^2 berechnet, und zwar:

a) bei Fenstern nach dem vollen Ausmaße der Stocklichte.

b) Bei Glaswänden und Glastüren wird von dem vollen Ausmaße derselben die unverglaste Fläche des Parapets und des Kämpfers abgezogen.

c) Bei Friesen über 10 cm Breite wird nur das Maß über 10 cm Breite abgezogen.

d) Runde Teile werden nach der Fläche des umschriebenen Rechteckes berechnet.

e) Für die Verglasung bloß einzelner Tafeln, z. B. bei Reparaturen erfolgt die Vergütung nicht nach m^2 , sondern nach Stück und steigt der Preis mit der Größe der durch Addition der Länge und Breite der Tafel erhaltenen Zahl.

IV. Anstreicherarbeiten.

Mauer-, Holz- und Eisenkonstruktionen erhalten in der Regel einen schützenden oder deckenden Anstrich, um sie entweder gegen Witterungseinflüsse und Angriffe des Feuers widerstandsfähiger zu machen oder ihnen ein gefälliges Aussehen zu geben. Zumeist wird beiden Zwecken gleichzeitig entsprochen.

Es gibt durchsichtige, konservierende Anstriche (Lasuranstriche), z. B. mit reinem Ölfirnis, Wasserglas u. dgl., welche die natürliche Struktur des Holzes oder das Korn des Steines nicht beeinträchtigen und deckende Anstriche mit einem Zusatz von entsprechenden Farbstoffen, welche das frühere Aussehen der Oberfläche des angestrichenen Objektes nicht mehr erkennen lassen.

Nach der Verschiedenheit des Bindemittels gibt es Ölfarben, Wasserfarben, Wasserglasfarben, Kasëinfarben und andere.

Als Farbenzusatz zum Bindemittel sollen nur mineralische Farbstoffe (Metall- oder Erdfarben) verwendet werden (siehe Baustoffe, I. Band, Seite 91).

Der Anstreicher verwendet meistens nur Öl- und Öllackfarben oder Öllacke.

Vorbereitung der zu streichenden Flächen. Die Farbe dringt in die Poren der verschiedenen Materialien ein und haftet an den Oberflächen derselben umso besser, je größer und je zahlreicher im allgemeinen die Poren sind. Anstriche auf poliertem Metalle oder Glas, besonders solche mit Ölfarben, haften schlecht und können sehr leicht abgekratzt werden. Zu glatte Flächen sollen daher vor dem Anstreichen etwas rauh gemacht werden; dies kann durch Schleifen oder Beizen mit Säuren geschehen. Zinkblech wird z. B. durch Beizen mit verdünnter Salzsäure oder Zinkoxyd, Glasflächen mittels Flußsäure rauh gemacht. Die Säuren müssen aber wieder mit Kalkmilch und reinem Wasser gut abgewaschen werden. Auch Sandpapier eignet sich oft zur Aufräuhung glatter Flächen.

Feuchte Gegenstände muß man vor dem Anstreichen gut austrocknen lassen, weil sonst einerseits die Farbe in die mit Wasser gefüllten Poren nicht eindringen kann und andererseits die zurückbleibende Feuchtigkeit nicht mehr entweichen könnte. Später würden im Anstriche Blasen entstehen, welche sich dann abblättern. Außerdem würde die eingeschlossene Feuchtigkeit auf das Material (besonders auf Holz) zerstörend wirken.

Geputzte Mauerflächen dürfen ebenfalls erst nach vollständigem Austrocknen gestrichen werden sowohl aus vorangeführtem Grunde als auch, weil die Farbe durch den Ätzkalk zerstört würde. Putzflächen von Innenmauern erhalten bei Anwendung von Wasserfarben vorher einen Anstrich mit Kalkmilch, dem man meist einen solchen mit Seifenlauge unter Zusatz von etwas Alaun oder Borsäure folgen läßt, der das Ätzen des Kalkes verhindert.

Alte Ölfarbenanstriche sind mit Seifenwasser gründlich zu reinigen und mit Bimsstein abzuschleifen, bevor man den Anstrich erneuert. Sehr alte, patzige Anstriche müssen aber früher abgebrannt oder aufgeätzt werden.

Bei mehrfachen Anstrichen müssen sich die Pinselstriche kreuzen; bei Decken soll der letzte Anstrich senkrecht zur Fensterwand ausgeführt werden.

Unreine Flächen müssen zuerst gereinigt werden, weil jeder fremde Körper das Haften der Farbe verhindert. Das Reinigen soll womöglich trocken geschehen; naß gereinigte Flächen müssen vor dem Anstriche wieder vollkommen austrocknen.

Unebene Flächen sind vor dem Anstreichen durch Abschleifen oder dgl. zu glätten und vorkommende Vertiefungen nötigenfalls auszukitten.

1. Konservierende Anstriche.

a) Ölanstrich oder Ölung ist der einfachste, konservierende Anstrich; er wird mit reinem, kochend heißem Leinöl ausgeführt.

b) Firnisanstriche. Dies sind konservierende Anstriche aus reinem Firnis, welche die Struktur des Materiales durchscheinen lassen. Es ist daher Grundbedingung, daß die Konstruktion vollkommen rein und kunstgerecht hergestellt sei und daß etwaige kleinere, fehlerhafte Stellen mit einem dem Material ähnlichen Kitte rein ausgekittet und gut abgeschliffen werden. Die Flächen werden vorerst mit reinem Leinölfirnis grundiert, sodann eventuell ausgekittet, abgeschliffen, ein- bis zweimal mit reinem Leinölfirnis gestrichen und dann mit farblosem Kopal- oder Bernsteinlack einmal, seltener zweimal lackiert.

c) Wasserglasanstriche. Wasserglas ist im Wasser lösliches, kieselsaures Alkali. Es gibt Kali-, Natron- und Doppelwasserglas, das durch Zusammenschmelzen von Quarzsand oder Quarzpulver mit kohlsaurem Kali, bezw. Natron oder mit einem Gemisch von beiden unter Zusatz von etwas Holzkohlenpulver erhalten wird. Es gleicht ganz dem gewöhnlichen Glase, ist aber im Wasser löslich, daher sein Name. Es kommt in fester Form oder in konzentrierter Lösung vor.

Ein Anstrich mit reinem Kaliwasserglas oder auch von solchem mit ganz geringem Zusatz von Natronwasserglas gibt sowohl für Stein-, Verputz- als auch für Holzflächen eine dauerhafte, wetterbeständige und mehr oder weniger feuersichere Umhüllung. Durch Tränken der Holzflächen mit einer Chlorkalziumlösung noch vor dem Anstreichen wird das Holz fast unverbrennlich, es verkohlt bloß bei großer Hitze ohne Flammenentwicklung. Auf manchen Steinen bildet sich durch Wasserglasanstrich eine Verkieselung der Oberflächen, die den besten Schutz gegen Witterungseinflüsse gewährt.

Das Wasserglas ist farblos und durchsichtig, kann daher den Firnisanstrich vollständig ersetzen. Es muß aber hermetisch verschlossen aufbewahrt werden, da es sich bei Luftzutritt zersetzt und erstarrt, daher zum Anstreichen ungeeignet wird.

2. Anstriche mit Ölfarben.

Ölfarbanstriche sind als die ältesten und dauerhaftesten Anstriche bekannt und für alle Materialien anwendbar.

Konservierende Anstriche werden mit Leinöl, Leinölfirnis oder Öllackfirnissen (siehe I. Band, Seite 95) ausgeführt. Für deckende, weiße Anstriche wird der Leinölfirnis mit Blei- oder Zinkweiß fein verrieben, für färbige Anstriche wird dieser aus Blei- oder Zinkweiß hergestellten Grundfarbe die nötige Menge von Farbstoffen (Ocker, Satinober usw.) beigemischt, welche ebenfalls mit Leinölfirnis fein zu verreiben sind.

Zum Verdünnen der Ölfarbe bis zum streichfertigen Zustand soll man im Freien nur Leinölfirnis anwenden, bei inneren, vor Witterungseinflüssen geschützten Räumen kann man auch zur Hälfte gutes Terpentinöl verwenden (siehe I. Band, Seite 95).

Zur Beschleunigung des Trocknens kann der Farbe etwas Sikkativ (Seite 96) beigemischt werden.

Das Auftragen des Anstriches hat im allgemeinen so zu geschehen, daß die sorgfältig gereinigten und ausgetrockneten Flächen entweder mit Firnis oder mit einer sehr dünnen „Grundfarbe“ zuerst grundiert (angestrichen) werden, damit sich die Poren mit Farbe ordentlich vollsaugen. Sobald diese Grundierung gut getrocknet ist, kann der zweite Anstrich mit der streichfertigen, das heißt verdünnten Farbe, und nachdem auch dieser gut getrocknet ist, eventuell ein dritter Anstrich mit der gleichen Farbe aufgetragen werden. Jeder einzelne Anstrich ist nur dünn, und zwar mit einem Borstenpinsel aufzutragen und gut zu verstreichen; die Farbe selbst ist öfters aufzurühren.

Die Ölfarbe wird nach dem Trocknen dunkler, sie muß daher etwas heller genommen werden als der Farbenton gewünscht wird.

Ein guter Ölfarbenastrich muß an seiner Oberfläche glatt sein und mäßig glänzen. Wenig oder gar kein Glanz ist meistens Ursache von zu viel Terpentinbeimengung. Je mehr Firnis in der Farbe, um so mehr glänzt sie. Will man den Glanz erhöhen, so muß über den fertigen Anstrich noch ein solcher mit Kopallack, bei weißem Anstrich aber mit Damarlack gemacht werden.

Eine Zerstörung von Ölfarbenastrichen findet statt: sehr schnell durch heißes Wasser, ferner durch verdünnte Salz- oder Salpetersäure (besonders wenn diese in gasförmigen Zustand übergehen), weiters durch schweflige Säure und Essigsäure, endlich auch durch gewöhnliches Wasser. Gegen letzteres schützt aber ein Lacküberzug.

Eine Reinigung von Ölfarbenastrichen erfolgt am besten mit kaltem Regenwasser und weißer Seife.

a) Gewöhnlicher Anstrich auf Holz. Bei diesem werden, sobald die Grundfarbe getrocknet ist, die Flächen mit Bimsstein oder Glaspapier fein abgerieben, sodann müssen alle Risse usw. mit Ölkitt (I. Band, Seite 100) ausgekittet und nach dem Übertrocknen die Flächen nochmals abgeschliffen werden. Erst dann kann der eigentliche zwei- bis dreimalige Anstrich vorgenommen werden. Wenn die Farbe gut ist und nicht zu dünn aufgetragen wurde, wird ein zweimaliger Anstrich genügen, nur bei weißem Anstrich mit Zinkweiß wird oft ein dreimaliger Anstrich notwendig sein, während mit Bleiweiß ein zweimaliger genügt.

Ein mit reinem Firnis, etwas Terpentin und reinem Zinkweiß aufgetragener und fein abgeschliffener Anstrich wird *Mattspickanstrich* genannt. Wird dieser noch mit Damarfirnis überstrichen, so erhält man den *Glanzspickanstrich*.

b) *Holzimitationsanstrich* (Maserung). Dieser Anstrich soll die Struktur des Holzes täuschend ähnlich darstellen. Die Herstellung desselben für verschiedene Holzgattungen (Eiche, Esche, Ahorn, Nußbaum, Mahagoni u. dgl.) kann auf verschiedene Art erfolgen. Gewöhnlich wird die grundierte, ein- oder zweimal gestrichene Fläche nach dem Trocknen mit der entsprechenden dünnflüssigen Essig- oder Öllasurfarbe überstrichen und in diesen noch feuchten Anstrich die Struktur der gewünschten Holzgattung mit verschiedenen Kämmen aus Stahl oder Leder und Pinseln aus Dachshaaren sorgfältig eingestrichen. Die Maserung kann auch mit einer Lederwalze, in welcher die Holzfasern eingepreßt sind, in den noch feuchten Lasuranstrich eingedrückt werden. In neuester Zeit verwendet man hiezu auch Maserierlöschpapier, welches auf die mit Essiglasurfarbe gestrichene Fläche aufgelegt und mit einer Bürste (Maserierbürste) überstrichen wird, so zwar, daß die am Maserierlöschpapier eingepreßten erhöhten Teile die angestrichene Fläche berühren und an diesen Stellen die Lasurfarbe aufsaugen. Für Öllasuren kann aber Maserierlöschpapier nicht gebraucht werden.

Bei Verwendung von Lederrollen oder Maserierlöschpapier wiederholt sich ein und dieselbe auf der Rolle oder dem Papiere eingepreßte Zeichnung immer wieder, weshalb die zuerst beschriebene Ausführungsart besonders für geübte Arbeiter vorteilhafter ist, welche mit Leichtigkeit jede beliebige Holzmaserung täuschend ähnlich herstellen.

Um in der fertigen Maserierung noch die in manchen Holzgattungen (z. B. Eiche, Esche, Nußbaum, Mahagoni) vorhandenen Poren erscheinen zu lassen, kann man mit Vorteil eigene Porenwalzen, welche mit einem aufgelegten Pinsel, der die Walze beim Drehen derselben stets mit der nötigen Lasurfarbe befeuchtet, in verschiedenen Breiten zur Anwendung bringen. Die dadurch aufgedrückten Poren werden noch im feuchten Zustande mit einem flachen Pinsel (Dachsvertreiber) in die Länge gezogen.

Für Anstriche im Freien dürfen die Lasurfarben nicht in Essig, sondern nur in Leinölfirnis gelöst werden. Essig ist überhaupt mit Vorsicht zu verwenden, da er manche Farbe zerstört.

Ist die Lasurfarbe getrocknet, so wird die Fläche ein-, eventuell auch zweimal mit durchsichtigem, ostindischem Kopalfirnis angestrichen (lackiert). Westindischer Manilalack oder Kolophoniumlack dürfen wegen langsamen Trocknens nicht beigemischt werden; Kolophoniumlack ist übrigens von zu geringer Haltbarkeit.

Will man die lasierten Flächen matt erscheinen lassen, so kann man diese, anstatt sie zu lackieren, mit einer Wachslösung überziehen.

c) Marmorimitationsanstriche und ähnliche Anstriche werden mit den entsprechenden Farbenmischungen mit Essig- oder Öllasur aufgetragen und auf die gleiche Weise wie die Holzimitationsanstriche behandelt.

d) Anstriche für Fußböden. Für diese Anstriche sind nur solche Farben oder Lacke geeignet, welche bei starker Abnutzung eine entsprechende Dauerhaftigkeit erwarten lassen.

Weiche Fußböden werden mit Ölfarbe grundiert, die Risse mit Ölkitt ausgekittet, abgeschliffen, sodann ein- bis zweimal mit Ölfarbe gestrichen und dann mit Kopallack oder mit Bernsteinlack lackiert. Die verschiedenen, sonstigen Lacke aus Harz oder Schellack, in Terpentin oder Spiritus gelöst, müssen bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit erprobt werden, sie sind zumeist weniger haltbar und bloß wegen des raschen Trocknens für bewohnte Räume beliebt.

Statt eines zweimaligen Ölfarbeanstriches kann auf die Grundierung gleich ein solcher mit Bernsteinlack und einem Zusatze von entsprechendem Farbstoff ein- bis zweimal aufgetragen werden. Bei alten Fußböden genügt ein solcher Anstrich ohne Grundierung. Ist aber der Fußbodenanstrich stark abgenutzt, so muß vorher jedenfalls eine Grundierung mit Ölfarbe stattfinden.

Neue Fußböden können auch mit reinem heißen Leinölfirnis, nötigenfalls mit einem Zusatz von Goldocker grundiert und gestrichen werden. Dieser Anstrich trocknet langsamer und ist nicht so schön wie der Bernsteinlackanstrich, er ist aber dauerhafter und besonders für Krankenhäuser u. dgl. zu empfehlen.

Die harten Fußböden werden mit einem in heißem Wasser aufgelösten Gemenge von Wachs und Ockererde oder mit ähnlichen Erzeugnissen eingelassen und mit steifen Bürsten so lange gebürstet oder mit Hadern gerieben, bis ein entsprechender Glanz hervortritt.

e) Ölfarbeanstrich auf Metall. Als Grundfarbe für Metallgegenstände wird statt Blei- oder Zinkweiß, Minium mit Leinölfirnis fein verrieben. Eisen soll zuerst vom Glühspann, Rost u. dgl. befreit, sodann mit Miniumfarbe ein- bis zweimal grundiert werden, erst dann kann der Anstrich in dem gewünschten Farbenton so oft aufgetragen werden, bis die rote Miniumfarbe gut gedeckt ist.

Sehr haltbar auf Eisen sind jene Anstriche, welche Graphit oder Silberbronze als Farbstoff besitzen. Das Eisen bekommt dadurch das natürliche, metallische Aussehen.

Die „Schuppenpanzerfarbe“, Patent W. H. Lambrecht in Wien besitzt auch diese Vorteile. Der Farbstoff besteht aus kieselsaurem Eisenoxyd in äußerst feinen, biegsamen, metallisch glänzenden, eisengrauen Schüppchen, welche mit Leinölfirnis zu einer streichfertigen, dünnen Farbe angerieben werden.

Ein Anstrich mit dieser Farbe gibt dem Metall eine dauerhafte, zähe, elastische Haut, welche hermetisch fest auf den gestrichenen Flächen haftet und selbst den Formveränderungen (Biegungen) der Metalle folgt, ohne dabei abzublättern.

Das Anstreichen mit Schuppenpanzerfarbe erfolgt nach sorgfältiger Reinigung der Flächen von Rost, Glühspann, bezw. Walzhaut, wie mit gewöhnlicher Ölfarbe, nur muß der Anstrich besonders dünn aufgetragen werden. Beim Grundieren werden etwaige Rostflecken durch den Anstrich durchleuchten, diese Stellen müssen sorgfältig abgekratzt und nochmals überstrichen werden. Auch auf glatten Zinkflächen soll dieser Anstrich gut haften.

Die Schuppenpanzerfarbe wird in dunkelgrauem und silbergrauem Tone streichfertig von der genannten Firma geliefert. Mit 1 kg kann eine Fläche von 10—20 m² einmal angestrichen werden. Es genügt ein zwei-, höchstens dreimaliger Anstrich.

Bronzeanstriche sind häufig auf Metallen gebräuchlich, aber auch auf anderen Materialien ausführbar. Die zu bronzierenden Flächen müssen zuerst grundiert, dann ein- bis zweimal mit Ölfarbe gestrichen werden, ehe der eigentliche Bronzeanstrich aufgetragen wird. Die Bronzefarbe wird unmittelbar vor dem Anstreichen angefertigt, indem man Kupfer-, Silber- oder Goldbronzefarbe mit gutem Kopal Firnis zu einer flüssigen, jedoch gut deckenden Farbe vermischt. Mit dieser Farbe werden die bereits mit Ölfarbe gestrichenen und getrockneten Flächen bloß einmal angestrichen.

f) Ölfarbenanstriche auf Mauerflächen. Vor dem Auftragen des Anstriches muß die Mauer vollkommen ausgetrocknet sein, alle notwendigen Verputzausbesserungen müssen vorher bewirkt werden und ebenfalls früher austrocknen. Risse u. dgl. können mit Schlemmkreide oder Gips und Leimwasser verstrichen werden. Die gut getrockneten und abgeschliffenen Verputzflächen werden ein- bis zweimal mit Leinölfirnis getränkt, dann mit dünner Ölfarbe ein-, eventuell auch zweimal grundiert und endlich wird der Anstrich in mindestens zwei Lagen aufgetragen.

Für die erste Grundierung kann die Grundfarbe zu $\frac{1}{3}$ aus Bleiweiß und $\frac{2}{3}$ aus Kreide bestehen, für die zweite Grundierung muß aber mehr Bleiweiß (etwa im umgekehrten Verhältnisse) genommen werden.

Das Tränken der Mauerflächen wird häufig aus Ersparungsrücksichten statt mit Firnis mit Leimwasser vorgenommen; dies kann aber nicht empfohlen werden, weil der Ölfarbenanstrich auf Leimanstrich nicht gut haftet und mit der Zeit abblättert. Für diesen Zweck dürfte sich ein Anstrich mit Hydrochromin s. d. empfehlen, welcher auf der Mauerfläche gut haftet und auch das Haften der Ölfarbe begünstigen soll.

Die Anstriche auf Zementputz sollen wegen häufigen Hervortretens von Kalkausscheidungen und Ausblühungen von salpetersauren Salzen nie vor einem Jahre aufgetragen werden. Auch dann ist es zweckmäßig, die Mauerflächen zuerst mit Kesslerschen Fluaten oder verdünnten Lösungen von Säuren (Schwefel- oder Essigsäuren) zu tränken. Die Säuren müssen aber wieder durch Abwaschung entfernt werden, damit der Putz durch sie nicht leide. Nach vollkommener Trocknung kann der Ölfarbenanstrich, so wie früher beschrieben, aufgetragen werden. Liegt die Ursache der Ausscheidung von Salzen tiefer in der Mauer, so daß die nur wenig eindringenden Säuren die Ausscheidungen nicht verhindern können, so muß mit dem Anstriche so lange zugewartet werden, bis der chemische Prozeß vollendet ist und keine Flecken an den Mauerflächen entstehen. Auch ein Anstrich mit der Kesslerschen Fluatlösung soll die Ausscheidungen dauernd verhindern.

In neuerer Zeit sucht man die teuren Ölfarben durch billigere Surrogate, wie Leim-, Harzölfarben u. dgl. zu ersetzen; aber alle diese Mittel stehen dem dauerhaften Ölfarbenanstriche nach.

3. Anstriche mit Wasserfarben.

Sie werden sowohl vom Anstreicher als vom Zimmermaler gebraucht. Je nach dem verwendeten Bindemittel hat man zu unterscheiden:

a) **Kalkfarben.** Diese bestehen aus in Wasser aufgelöstem, gelöschtem Kalk mit entsprechendem Farbenzusatz und in besonderen Fällen auch aus einem Zusatz von Seifenlauge. Sie werden meist für Außenanstriche von Gebäuden verwendet. Zu beachten ist, daß Blei und Zink von Kalkfarben zerstört werden.

b) **Leimfarben** (siehe Baustoffe, I. Band, Seite 99). Diese sind nur für Innenanstriche anwendbar, da sie schon bei Einwirkung von feuchter Luft abblättern (siehe Zimmermalerarbeiten).

4. Anstriche mit Kasëinfarben.

Käsefarben (**Kasëinfarben**) bestehen aus einem Raumteil gut gelöschtem, abgestandenem Kalkbrei und fünf Raumteilen Käsequark; das Ganze zu einer klebrigen Masse verrieben, dient als Bindemittel für einen entsprechenden Farbenzusatz. Kasëinfarben sind für Innen- und Außenanstriche (auf Mauerwerk und Holz) geeignet, sind im Wasser unlöslich, können daher leicht gereinigt werden. Sie haben auch einen gewissen Grad von Feuerbeständigkeit. Als Farbstoff dürfen nur Metalloxyde und Erdfarben benützt werden, weil organische Stoffe zerstört werden. Der Putzgrund muß vorher genäßt werden. Nur frisch bereitete Anstrichfarben sind verwendbar.

Kasëinfarbe hat sich als Fassadeanstrich an den Wetterseiten nicht bewährt. Auch für bewohnte Räume sowie für Stallungen sind Kasëinfabrikate nicht zu empfehlen, da sie wie jede mit animalischem Bindemittel zubereitete Farbe, den Krankheitskeimen einen Nährboden bieten. Durch Stalldunst werden diese Anstriche aufgeweicht und zersetzt.

5. Anstriche mit Wasserglasfarben.

Wasserglasfarben oder **Silikatfarben** genannt, sind solche Farben, bei denen als Bindemittel für die verschiedenen Farbsubstanzen das Wasserglas verwendet wird. Als Farbenzusatz eignen sich nur mineralische Farbstoffe, welche mit dickflüssigem Wasserglas gemengt, erhältlich und vor der Verwendung bloß zu verdünnen sind. Bleiweiß und Zinnober sind für Wasserglasfarben nicht verwendbar, da ersteres zerrinnt und letzteres sich verfärbt.

Beim Anstreichen wird man zuerst mit wenig Farbenzusatz beginnen und denselben so lange steigern, bis der Anstrich deckt. Dies dürfte mit drei- bis viermaligem Auftragen der Farbe erreicht sein.

Alle Wasserglasfarben sind im angeriebenen Zustande vor jedem Luftzutritte sorgfältig zu schützen, ebenso muß auch der Pinsel im Wasser aufbewahrt oder ausgewaschen werden.

Der Wasserglasanstrich ist nicht so fest und wetterbeständig wie der Ölfarbenanstrich, ist aber als feuerfester Holzanstrich dem Ölfarbenanstrich vorzuziehen.

Besonders geeignet für Zinkflächen sind die Silikatfarben mit einer Beimengung von Zinkoxyd, welches sich mit diesen Farben sehr haltbar verbindet. Um Zinkflächen ein steinähnliches Aussehen zu geben, wird sogenanntes **Steinzinkoxyd** verwendet, das ist eine körnige Silikatfarbe, die sehr fest haftet.

Die Silikatfarben sind auf allen Gegenständen, auch Leinwand und Glas anwendbar. Letzteres wird dadurch meistens matt und undurchsichtig gemacht.

6. Teeranstriche.

a) **Holzteeranstrich.** Holzteer mit Terpentinöl verdünnt wird in heißem Zustande aufgetragen und gibt, wenn man beim zweiten Strich etwas gelbes Wachs zusetzt, einen holzähnlichen Anstrich. Er empfiehlt sich für Baderäume,

Waschküchen usw., überhaupt für Räume mit Dampfentwicklung, da er in diesen Mauerfraßbildungen verhindert.

b) **Steinkohlenteeranstrich.** Dieser findet häufigere Verwendung und wird auch in heißem, dünnflüssigem Zustande aufgetragen. Durch Zusatz von etwas Spiritus oder Terpentinöl wird er besser streichbar. Er eignet sich als Anstrich für Eisen, Mauerwerk und Holz.

Für Eisenanstrich ist nur destillierter Teer zu verwenden oder solcher, bei welchem die in demselben enthaltene Karbolsäure (die das Eisen oxydiert) durch mehrstündiges Kochen entfernt oder durch Zusatz von zirka 3% Ätzkalk neutralisiert wurde.

Infolge des Gehaltes an Kreosotöl wirken Steinkohlenteeranstriche besonders auf Holz sehr konservierend ein. Teeranstriche, die gegen Erdfeuchtigkeit schützen sollen, erhalten zweckmäßig Holzasche eingestreut.

Die häufigste Verwendung von Teer erfolgt als konservierender Anstrich für Dachpappeneindeckungen (siehe Dachdeckerarbeiten).

c) **Karbolineumanstrich.** Karbolineum besteht der Hauptsache nach aus schweren Teerölen (Kreosotöl) und wirkt besonders auf Holz sehr schützend gegen Witterungseinflüsse. Gegen Hausschwamm wirkt es nur mäßig antiseptisch und kann dessen Entwicklung bloß erschweren, aber nicht verhindern.

Es wird auch oft für Mueranstriche als Schutzmittel gegen das Eindringen oder auch gegen Ausscheidung der Feuchtigkeit empfohlen. Gutes Karbolineum darf keine im Wasser löslichen Bestandteile enthalten, da sonst der Anstrich an der Luft leicht verflüchtigt. In der Wahl der Bezugsquellen muß man daher vorsichtig sein, da infolge der großen Konkurrenz viel schlechtes Karbolineum produziert wird.

Das Karbolineum ist im erwärmten, dünnflüssigen Zustande auf die gereinigten, gut getrockneten Holzflächen mittels großen Borstenpinseln so lange zu verstreichen, bis kein Einsaugen mehr stattfindet. Ein kalter Anstrich wird nur wenig eingesaugt. Das Trocknen (in 3—8 Tagen) erkennt man an dem Verschwinden des Geruches.

Nach dem Trocknen kann noch ein zweiter, eventuell noch ein dritter Anstrich gemacht werden. Der Karbolineumanstrich ist lichtbraun, matt und läßt die Holzstruktur vollkommen durchleuchten.

Bei der Erwärmung ist auf die leichte Brennbarkeit des Karbolineums zu achten.

Bei der Verwendung ist Vorsicht geboten, da es die Kleider zerfrißt und Hautanschwellungen verursacht.

Eine besondere Art ist der kastanienbraune Avenarius-Karbolineumanstrich (siehe Wiener Bauratgeber v. J. 1906, Seite 399); derselbe soll in Erde eingebautes Holz gegen Fäulnis schützen und auch zur Verhütung und Vertreibung des Hausschwammes sowie zur Trockenlegung feuchter Wände, ferner zum Imprägnieren von Tauen, Segeln, Leinen usw. geeignet sein. Dieser Anstrich soll desinfizierend wirken und Ungeziefer in Stallungen vertilgen, bzw. vertreiben.

7. Anstriche mit Kesslerschen Fluaten.

Der französische Chemiker L. Kessler hat in den Achtzigerjahren in den **Kieselfluor-Metallsalzlösungen** — Kesslersche Fluaten genannt — ein Mittel gefunden, durch welches in den damit getränkten Steinen eine chemische Umsetzung der Steinsubstanz in unlösliche Kieselsäure (Quarz) und in ein unveränderliches Metalloxyd erfolgt, wodurch die betreffende Steinmasse eine viel größere Härte, Festigkeit und Wetterbeständigkeit erlangt.

Durch entsprechende Anstriche mit diesen Fluaten sollen die weichen Sand- und Kalksteine sowie auch alle Erzeugnisse aus Zement, Gips, Terrakotta u. dgl. an ihrer Oberfläche eine bedeutende Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Witte-

rungeinflüsse sowie auch eine viel größere Festigkeit erhalten, ohne daß dadurch die natürliche Farbe und Struktur des Steines beeinträchtigt wird. Auch die Verputzflächen einer jeden Mörtelgattung sollen durch das Fluatieren bedeutend härter und wetterbeständiger werden. Zementflächen sollen durch das Fluatieren einen ganz gleichen Farbton unter Vermeidung des Ausschwitzens von Salzen und eine absolute Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Säuren erhalten und sofort mit Ölfarbe gestrichen werden können. Durch das Fluatieren soll zwar die Porosität des Steines vermindert, aber kein glasurähnlicher Überzug geschaffen werden. Lösliche Salze sollen dabei nicht entstehen, im Gegenteile sollen durch das Fluatieren die im Steine vorhandenen Alkalien schwer löslich, somit unschädlich gemacht werden.

Man hat folgende Fluats, und zwar:

Magnesiafluat, 20—25%ige Lösung zum Härten von Stein- und Zementwaren;

Avantfluat, 15%ige Lösung für den ersten Anstrich, dann für Steine ohne kalkige Bindemittel;

Tonerdefluat, 15—18%ige Lösung, besonders für tonhaltige Steine;

Ravalfluat (Putzfluat) zum Reinigen alter, durch die Witterungseinflüsse schwarz gewordener Steine;

Zinkfluat, 35—40%ige Lösung, als intensiv wirkend und zum letzten Anstrich besonders geeignet;

Gipsfluat zum Härten von Gips;

Fluatargile zum Härten von Terrakotten;

ferner zur Färbung der Steinflächen verschiedene Metallfluats als: Eisen-, Kupfer- und Chromfluats.

Magnesiafluat ist bisher am meisten versucht worden; es kann auch als kristallisiertes Salz bezogen werden, welches sich im warmen Wasser leicht auflösen läßt. Die Lösung der Fluats ist giftfrei, zersetzt sich niemals, weder an der Luft noch in geschlossenen Gefäßen, soll aber nicht in Eisengefäßen aufbewahrt werden.

Der zu fluatierende Stein muß nicht unbedingt, soll aber womöglich ganz trocken sein, da die Fluatlösung in trockenen Stein besser eindringt. Die zu fluatierenden Flächen müssen zuerst vom Staube und Schmutze gereinigt werden, worauf eine 15—20%ige Fluatlösung mit einem Borstenpinsel so lange aufgetragen wird, bis kein Einsaugen des Fluats mehr stattfindet. Die Eindringungstiefe wird je nach der Dichte des Steines verschieden sein, jedoch selten mehr als 1 cm betragen. Manchmal wird beim ersten Tränken ein mehr oder minder starkes Aufbrausen stattfinden und an der Oberfläche des Steines sich Schaum bilden. Diese Erscheinung ist dem Entweichen der Kohlensäure durch die Poren des Steines zuzuschreiben und kann durch Verdünnen der Lösung bis auf 10% für die Behandlung unschädlich gemacht werden.

Nach dem Trocknen in etwa ein bis zwei Tagen wiederholt man den Anstrich in ähnlicher Weise und fährt so fort, bis gar kein Einsaugen mehr erfolgt. In den meisten Fällen genügen zwei bis drei Anstriche. Will man sehr harte Flächen erzielen, so wird für den letzten Anstrich eine stärkere Lösung, eventuell Zinkfluat (Doppelfluat) genommen.

Bei stark porösen Steinen müssen die Poren zuerst mit einem Kitten von Steinpulver und schwacher, 6%iger Fluatlösung verstrichen werden, ehe das Fluatieren mit immer stärkerer Lösung vorgenommen werden kann. Man beginnt mit einer 6%igen und endet mit einer 40%igen Lösung.

Die fluatierten Flächen können selbst bei sehr weichen Steingattungen geschliffen und poliert werden.

Durch das Fluatieren mit den verschiedenen Metallfluaten (Farbfluaten) sollen Kalksteine eine verschiedenartige und dauerhafte Färbung, gleichzeitig aber auch dieselbe Härte wie mit den ungefärbten Fluaten erhalten. Die weichen porösen Kalksteine, welche verhältnismäßig mehr Fluatlösung einsaugen als die im Korne dichteren, harten, werden dabei eine entsprechend dunklere Färbung annehmen als letztere.

Man empfiehlt die Kesslerschen Fluatete besonders in folgenden Fällen:

a) Für alle weichen, natürlichen und künstlichen Steingattungen, deren Flächen den Witterungseinflüssen oder starker Abnutzung direkt ausgesetzt sind, wie alle Steinquadern, Gesimse, Bildhauerarbeiten, dann weiche Stiegenstufen, Pflasterungen usw.

b) Für alle Mörtelverputze, die den Witterungseinflüssen direkt ausgesetzt sind (Wetterseite) oder der Zerstörung durch Säuren unterliegen (Aborte, Senkgruben u. dgl.) oder aber dem Durchdringen von Wasser widerstehen müssen (Zisternen).

c) Für Zement- und Betonflächen, welche reine Oberfläche haben müssen oder mit Ölfarbe zu streichen sind, in welchen Fällen also die Ausscheidung der Salze absolut verhindert werden muß, z. B. in Spitälern.

d) Für alle vom Froste zerstörbaren Steine, deren Oberfläche durch das Fluatieren absolut frostsicher gemacht wird; vom Froste teilweise zerstörte Steinflächen werden durch das Fluatieren vor weiterer Zerstörung geschützt.

e) Für alle durch die Einwirkung der Witterung u. dgl. an der Oberfläche schwarz gewordenen Steine, welche durch das Tränken mit Ravalfluat (Putzfluat) ihre ursprüngliche Farbe wieder erhalten und gegen weiteres Schwarzwerden geschützt sind und dergleichen mehr.

Es scheint jedenfalls vor einer Anwendung im großen geraten, an einer entsprechenden Wandfläche einen Probeanstrich vorzunehmen und diesen längere Zeit zu beobachten.

8 Sonstige Spezialanstriche.

a) **Sannthaler Kalzium-Fassadefarben**, zu beziehen aus den Sannthaler Farben- und Schmirgelwerken in Graz. Sie dienen für alle Wände mit Kalk- oder Zementmörtelverputz und geben ihnen einen schönen, gleichmäßigen, nicht abblättrenden Anstrich, der durch Erhärtung an der Luft und Verkieselung am Mauerwerk eine große Dauerhaftigkeit erlangt.

Diese Farben sind in allen Tönen zu beziehen. Sie werden in Fässern von 50—70 kg in Pulverform geliefert und sollen in trockenen Räumen aufbewahrt werden. 1 kg Farbe soll für 20 m² Wandfläche genügen.

Das Anmachen der Farbe genügt so, daß man das voraussichtlich nötige Quantum derselben mit reinem Wasser zu einem dicken, fetten Brei, der keine trockenen, erdigen Partien mehr enthalten darf, anrührt. Nun bereitet man sich das sechs- bis siebenfache Quantum Kalkmilch aus gut gelöschtem Kalke, die man durch ein Sieb passiert, um ungelöschte Kalkstücke abzuschneiden. Dieser Kalkmilch wird unter beständigem Rühren der Farbbrei langsam beigemischt. Das Rühren setzt man so lange fort, bis alle Teile vollständig aufgelöst sind und das Gemenge eine gleiche Konsistenz und gleiche Farbe zeigt.

Das Anstreichen mit dieser Farbe darf nur auf eine vorher genäßte Wand erfolgen oder bei Neubauten auf den noch nicht ganz ausgetrockneten Verputz, welcher in jedem Falle vorher zu weißen ist, damit der Farbton nicht geschädigt wird. Vor Auftragen eines zweiten Anstriches ist der bereits festgewordene, erste Anstrich abermals gut zu nassen. Dieses vorherige Nassen der Wände ist sehr wichtig, da nur auf nasser Wand eine Verkieselung sich bildet, welche die Dauerhaftigkeit und Wetterfestigkeit des Anstriches gewährleistet.

b) *Zoncafarben* der Firma *Goldschmied & Sohn* in Wien. Diese eignen sich für Mauer-, Holz- und Eisenanstriche und sind gegen Witterungseinflüsse, gegen Einwirkung von Kondenswasser, gegen Küchen-, Stall- und Abortdünste widerstandsfähig. Sie geben einen schönen, anhaltenden, emailartigen Glanz, decken gut, blättern sich nicht ab, sind zähe und gegen mechanische Verletzungen wenig empfindlich.

Farbe und Glanz des Anstriches werden durch häufiges Waschen, selbst mit Sublimatlösung wenig angegriffen. Auf Zementverputz darf der Anstrich erst nach zwei Jahren aufgetragen werden, weil er sich sonst abblättert.

c) *Emailfarben* „*Rivalin*“ der Fabrik *M. Megerle* in Wien (Floridsdorf) geben Anstriche von hohem Glanze und emailartigem Aussehen. Wasser, verdünnte Säuren und Sublimatlösung wirken auf den Anstrich nicht ein, während verdünnte Alkalien (Kalilauge, verdünntes Ammoniak) denselben bald erweichen. Der Anstrich haftet an Holz, Metall und Mauerwerk und eignet sich, da er leicht zu reinigen ist, besonders für Spitäler, Schulen, Arreste usw.

d) *Hydrochromin* ist eine Kaltwasserfarbe, welche für äußere und innere Anstriche verwendet werden kann und auf jedem Material (Holz, Eisen, Glas, Jute, Stein- und Mauerflächen usw.) gut haftet. Sie kann als weißes oder beliebig gefärbtes Pulver von der Mühlendorfer Kalk- und Kreidefabrik in zwei Marken bezogen werden. Die Marke *A* dient für Außenanstriche und wird in Kistchen zu 25, 50 und 100 *kg* versandt, die Marke *J* dient bloß für Innenanstriche und wird in Säcken zu 50 *kg* oder in Fässern zu 200—400 *kg* geliefert.

Das Anrühren des Pulvers mit kaltem Wasser muß genau nach folgender Beschreibung erfolgen: Man schütte ein gewisses Quantum Pulver in ein Gefäß und gieße langsam und unter beständigem Umrühren kaltes Wasser so lange zu, bis sich ein knollenfreier Brei gebildet hat, auf welchen dann eine dünne Schichte Wasser gegossen wird. Nach $\frac{1}{2}$ stündigem Ruhen wird die Farbe mit dem aufgegossenen Wasser gut verrührt und unter beständigem Umrühren das zur Streichfertigkeit der Farbe noch fehlende Wasser langsam zugegossen.

Die Farbe muß die Konsistenz einer streichfertigen Ölfarbe haben; auf 5 *kg* Pulver genügen 4 *l* Wasser und soll dieses Verhältnis genau eingehalten werden. Zu dünn aufgetragene Anstriche decken nicht und verwischen sich, zu dick aufgetragene blättern ab. Für rauhe Anstrichflächen (Mauerverputz) macht man die Farbe etwas dünner und für sehr glatte (Glas) etwas dicker als oben angegeben. Ist die Farbe zu dünn geraten, so darf kein Pulver hineingeschüttet werden, man macht vielmehr eine dickere Farbe an und vermennt diese entsprechend mit der dünnen.

Die angerührte Farbe kann sofort zum Streichen verwendet und soll denselben Tag unbedingt verbraucht werden. Das Streichen erfolgt mit steifen Pinseln. Während des Streichens ist die Farbe öfter aufzurühren.

Die Anstrichflächen müssen rein und trocken sein; bei getünchten Mauerflächen muß die Tünche vollständig abgerieben werden, weil sonst der Anstrich abblättert. Nur die Marke *J* für Innenanstriche kann auf Kalk- oder Leimanstriche direkt aufgetragen werden, ohne daß ein Abblättern zu befürchten wäre.

Der Anstrich mit Hydrochromin trocknet verhältnismäßig rasch und ist in zwei Tagen mit kaltem Wasser waschbar. Er soll sich auch in der Hitze (bis 120° C), im Wasser und an der Wetterseite gut halten.

Mit 1 *kg* Pulver kann man je nach der Anstreichfläche ungefähr 10 *m*² streichen. Marke *A* kostet weiß per 100 *kg* 50 K und färbig 60 K. Marke *J* bloß 25, bezw. 35 K.

Es kommen noch viele andere Wasser-, Öl-, Lack- und Emailfarben im Handel vor, z. B. die Emailfarbenanstriche der Firma *Lutz* in Wien, die Holzanstrichfarbe *Woodstone* der Firma *Zelenka & Co.* in Wien, die Bessemerfarben, Basaltfarben usw., auf deren Beschreibung hier jedoch nicht eingegangen werden kann.

e) Ein wasserdichter Anstrich mit Seife und Alaun kann auf Mauer- oder Holzflächen auf folgende Art hergestellt werden:

Nach vollständigem Austrocknen der zu streichenden Materialien und nach dem Verkitten etwaiger Löcher, Risse u. dgl. werden die Flächen zuerst mit einer Seifenlösung (0.34 kg ordinäre Seife, in 4.5 l kochendem Wasser) getränkt, nach dem Trocknen (in etwa 24 Stunden) wird ein zweiter Anstrich mit einer Alaunlösung (0.23 kg Alaun in 18 l Wasser) aufgetragen. Sollte die angestrebte Dichte damit noch nicht erreicht sein, so wird dasselbe Verfahren wiederholt.

Bei in Erde einzubauenden Hölzern sollen die Trockenrisse vorerst mit einem Kitte aus Tonpulver und Asphalt verstrichen werden.

f) Anstrich mit Portlandzement. Portlandzement mit Wasser, eventuell auch etwas feinem, scharfem Sande zu einer dickflüssigen Tünche vermengt, eignet sich besonders als Anstrich für Stahl- und Eisenbestandteile, welche in Mauerwerk versetzt werden. Der Anstrich verbindet sich innig mit der gut gereinigten Oberfläche der gestrichenen Gegenstände und schützt Stahl und Eisenteile unbedingt vor Rost.

Dieser Anstrich kann einmal, in wichtigen Fällen auch zweimal mit Mauerpinseln aufgetragen werden. Er ist geeignet, den gebräuchlichen Miniumölfarbenanstrich für Eisenträger und sonstige eingebaute Eisenkonstruktionen in mancher Beziehung (Rostschutz) vorteilhaft zu ersetzen, da er billiger ist und, wie erwähnt, besser vor Rost schützt als andere Anstriche.

9. Erhaltung und Erneuerung von Ölfarbenanstrichen.

Ölfarbenanstriche im Freien sollen alle drei bis fünf Jahre, speziell Fassadenanstriche wenigstens alle sechs bis acht Jahre erneuert werden, damit die schützende Haut der Ölfarbe, welche vom Wetter teilweise oder ganz zerstört wurde, verstärkt oder durch eine neue ersetzt werde. Der sich leicht ablösende, alte Anstrich sowie der Schmutz und Staub, bei Eisen auch der Rost werden rein abgeschabt, sodann kann der Anstrich so wie bei Neuherstellungen durchgeführt werden, wobei aber meistens das Grundieren entfallen kann. Selten wird man die alte Farbe ganz entfernen müssen. Wo dies dennoch notwendig wäre, kann es entweder durch Abbrennen oder Aufätzen in folgender Weise geschehen:

Durch Abbrennen. Man begießt entweder die gestrichenen Flächen mit einem Brennstoff (Spiritus oder Terpentin u. dgl.) und zündet diesen an oder man erhitzt die Flächen mit einer Lötlampe oder (bewegliche Gegenstände) direkt über einem Holzkohlenfeuer so lange, bis der Anstrich Blasen aufwirft und sich leicht abschaben läßt.

Das Aufätzen kann mit Soda oder Ätzkalk oder mit erwärmtem Terpentinöl vorgenommen werden, indem man den zuerst gereinigten Anstrich damit bestreicht und sodann die aufgeätzte Farbe mit scharfen Bürsten abreibt. Auch ein Gemenge von Soda mit Schmierseife ätzt die Ölfarbe auf und verunreinigt das Holz am wenigsten.

Neuestens verwendet man hiezu eine flüssige Substanz (Soudrax), womit der alte Anstrich bepinselt wird, worauf er sich abschaben läßt.

10. Übernahme von Anstreicherarbeiten.

Bei allen Anstreicherarbeiten muß schon während der Ausführung auf die Verwendung tadelloser Materialien und auf eine solide, fachgemäße Arbeit gesehen werden. Im besonderen muß auf folgendes geachtet werden:

a) Zum Grundieren soll nur reine Firnisfarbe (ohne Terpentin) verwendet werden. Diese darf nur sehr dünn aufgetragen werden, daher die Anstrichfläche nur schwach decken.

b) Grundierte Flächen sind nach erfolgter Trocknung abzuschleifen, die Sprünge usw. mit Ölkitt auszukitten und nach dem Übertrocknen nochmals fein abzuschleifen.

c) Der zweite und dritte Anstrich ist erst nach vollkommenem Austrocknen des vorhergehenden mit reiner Ölfarbe aufzutragen. Bei weißen Anstrichen darf nur Blei- oder Zinkweiß ohne Beimengung verwendet werden. Bei färbigen Anstrichen kann den Metallfarben das nötige Quantum Ocker (Satinobor) u. dgl. beigemischt werden. Zum Verdünnen darf Terpentinöl nur im Innern der Gebäude und da nur zur Hälfte, russisches Terpentinöl aber gar nicht genommen werden.

d) Holzimitation im Freien darf nur in Öllasuren hergestellt werden; im Innern der Gebäude können auch Essiglasuren zur Anwendung kommen.

e) Zum Lackieren soll man nur besten, ostindischen Kopallack verwenden. Westindische Manilla- und Kolophoniumlacke dürfen wegen langsamen Erhärtens nicht beigemischt werden. Die Verwendung von Leimsubstanzen, Gelatinen u. dgl. statt Ölfarben ist schlecht, daher nicht zu gestatten.

f) Firnisanstriche erhalten eine Grundierung mit kochendem Leinöl, auf welche ein zweimaliger Anstrich mit Kopalfirnis erfolgt. Dem zweiten Anstriche kann eine passende Lasurfarbe zugesetzt werden.

g) Beim Anstreichen dürfen Fußböden, Glastafeln, Mauern u. dgl. nicht beschmutzt werden; sonst wären diese vom Anstreicher kostenfrei zu reinigen.

11. Verdienstabrechnung für Anstreicherarbeiten.

Diese erfolgt nach Flächenmaß (m^2), und zwar:

a) Für volle Flächen, Wandverkleidungen u. dgl. nach dem wirklichen Ausmaße, wobei die Gliederungen nicht berücksichtigt werden, somit die ganze Fläche als eben betrachtet wird.

b) Für Fensterflügel wird die Fläche der Stocklichte mit 20% Abzug in Rechnung gestellt; bei Fenstern mit gewölbtem Sturze werden zur Höhe des geraden Teiles noch zwei Drittel der Pfeilhöhe des Bogens zugeschlagen. Der Anstrich der Fensterstöcke, Steinfutter u. dgl. sowie der Fensterbretter wird nach der wahren Fläche derselben separat vergütet.

c) Bei Glaswänden, Glastüren, Windfängen wird der Anstrich im Parapet und Kämpfer beiderseits voll, für die verglaste Partie aber nur einerseits voll gerechnet.

d) Türanstriche werden nach der Stocklichte beiderseits voll, der Anstrich des Futters und der Verkleidungen als eben und einerseits voll wie im Punkte a gerechnet.

e) Bei einfachen Fenster- und Türgittern, beiderseits gestrichen, wird der Anstrich nach einer Seite voll gerechnet.

Der Anstrich verzierter Gitter und engmaschiger Drahtschutzzitter ist beiderseits voll zu rechnen, jener von verzierten Stiegenländerstäben nach dem umschriebenen Rechteck beiderseits voll.

f) Der Anstrich von Staketengittern und weitmaschigen (über 5 cm) Drahtgittern wird als einerseits voll gerechnet und zu dieser Fläche noch ein Drittel zugeschlagen.

g) Unter vollständigem Anstrich ist stets die Grundierung und ein zweimaliger Anstrich zu verstehen. Für einmaliges Anstreichen oder Grundieren werden 50%, für zweimaliges Anstreichen 80% des Preises für den vollständigen Anstrich gerechnet.

Das vollständige Trocknen eines Anstriches erkennt man daran, daß einerseits der Geruch der Farbe aufhört und andererseits beim Andrücken und Reiben mit dem Finger kein Abtrennen des Anstriches erfolgt.

V. Zimmermaler- und Tapeziererarbeiten.

Das Bemalen und Tapezieren der Wände und Decken im Innern der Gebäude besorgen gewöhnlich die Zimmermaler und Tapezierer.

Die Grundbedingungen für die Ausführung dieser Arbeiten sind, daß die zu bemalenden, bzw. zu tapezierenden Mauern und Verputzflächen vollkommen ausgetrocknet sind und daß vom Zimmermaler ein zweiter oder späterer Anstrich erst nach vollkommenem Austrocknen des vorherigen Anstriches aufgetragen werden darf.

Der Zimmermaler darf nur giftfreie Erdfarben verwenden, welche er gewöhnlich mit dünnem Leimwasser zu einer milchartigen Flüssigkeit anrührt. Dabei soll der richtige Leimzusatz durch einen Probeanstrich ermittelt werden, weil zu viel Leim Flecken erzeugt und später auch ein Abblättern hervorruft, zu wenig aber ein Abfärben des trockenen Anstriches verursacht.

Statt des Leimes kann auch ein Zusatz von Milch verwendet werden, in welchem Falle der Anstrich auch der Einwirkung feuchter Luft widersteht und zart durchscheinend aussieht. Auch Stärkekleister kann an Stelle des Leimes verwendet werden.

Für feine Arbeiten (Handmalerei) kann man statt Leim einen Zusatz von arabischem Gummi, Pflanzenleim, Fischleim, Tragant oder Eiweiß gebrauchen.

Zum Auftragen der Farbe dienen große, kurzhaarige, nicht zu weiche Borstenpinsel und zum Ablinieren verschiedene kleinere Pinsel und Lineale (siehe T. XVII, I. Band).

Zur Herstellung verschiedener, sich immer wiederholender Musterzeichnungen (Ornamente, Blumen u. dgl.) werden die aus Karton ausgeschnittenen und mit Ölfarbe getränkten Malerpatronen verwendet (Patronieren).

1. Malen der Wand- und Deckenflächen.

Die gut ausgetrockneten Verputzflächen werden zuerst mit dünner Kalkmilch getüncht und darnach mit Seifenwasser getränkt, damit der Kalk nicht durchschlägt. Alte Mauerflächen müssen vorerst gut abgekratzt und nach Ausbessern der schadhaften Verputzflächen mit dünner Kalkmilch überstrichen werden.

Sobald die Tränkung mit Seifenwasser abgetrocknet ist, werden die Flächen mit einer guten Leimfarbe ein-, eventuell zweimal angestrichen. Ein einmaliger, gut deckender Leimfarbenanstrich ist aber besser als ein zweimaliger, bei welchem kleine Flecken und Pinselstriche kaum zu vermeiden sind.

Die so gefärbelten Wand- und Deckenflächen können dann entweder an den Rändern durch Ablinieren bloß eingefast oder steinartig gespritzt oder marmorähnlich bemalt werden.

Zimmerwände werden häufig patroniert, das heißt es wird eine Malerpatrone auf die getrocknete Färbung passend aufgelegt und mit der entsprechenden Farbe bestrichen, so daß die durchbrochenen Teile der Patrone auf der Wandfläche abgedrückt erscheinen. Nach dem Abtrocknen dieser Patronierung kann man eine zweite, eventuell eine dritte oder vierte passende Patronierung mit anderen Farben auftragen, wodurch eine wirksame Schattierung und ein passendes Farbengemisch hervorgerufen wird.

Der Plafond erhält gewöhnlich einen lichten Grund; er kann mehr oder minder reich abliniert, eventuell in einzelnen Teilen patroniert und auch mit Handmalereien versehen werden.

Trockene und warme Tage begünstigen das Austrocknen der Farbe, bei kaltem oder nassem Wetter sollen die betreffenden Lokale mäßig geheizt und gelüftet werden.

Feuchte Wandflächen, welche absolut nicht ganz ausgetrocknet werden können, sollen noch vor dem Grundieren einen mehrmaligen Anstrich mit in heißem Wasser aufgelöstem Alaun oder einen Anstrich mit Pinol (siehe Maurerarbeiten) bekommen. Für den Anstrich ist dann Milchfarbe der Leimfarbe vorzuziehen, am besten aber dürfte sich wieder Pinol als Klebemittel für die Anstrichfarbe eignen.

2. Tapezieren der Zimmerwände und Deckenflächen.

Darunter versteht man das Bekleben der Wand- und Deckenflächen mit Papier-, Lederimitations-, Seiden- oder Stofftapeten. Tapeten dürfen nicht mit giftigen Farben bemalt sein.

Die Mauern und die Verputzflächen müssen, wie schon erwähnt, vor dem Tapezieren vollkommen ausgetrocknet sein. Alte Wände sind früher zu reinigen, das heißt, alte Tapeten oder Malereien müssen gut abgekratzt, eventuell notwendige Verputzausbesserungen vorgenommen werden. Die zu tapezierende Fläche wird nun mit Seifen- oder Leimwasser, dem Alaun oder Borsäure zuzusetzen ist, oder mit schwacher Pinollösung überstrichen und mit einer zwei- bis dreifachen Lage aus altem Papier (Makulatur) überzogen, indem man dieses Papier mit Mehlkleister aus Roggenmehl und Leimwasser auf die Mauern klebt. Bei teuren Tapeten wird die Makulatur noch mit Rohleinen überklebt. Ist die Makulatur getrocknet, so werden die Tapeten in vertikalen Streifen vom Fußboden bis zur Decke so aufgezogen (mit Mehlkleister angeklebt), daß bei den Übergreifungsstellen die Musterzeichnungen sich vollkommen ergänzen. Sodann werden die Tapeten am Plafond, dann die Eckstreifen und schließlich die Borduren (Einfassungen der Felder usw.) aufgezogen.

Dicke Tapeten (Lederimitationstapeten) müssen beim Zusammenstoße gut aneinander gepaßt werden, damit ihre Oberfläche in einer Ebene liegt und die Musterzeichnung nicht unterbrochen wird.

Manchmal werden die Tapeten direkt ohne Makulatur auf die verputzten Wandflächen aufgeklebt; in diesem Falle empfiehlt es sich, die Grenzen der Wandflächen vorher mit einem Leinwandstreifen zu bekleben und diesen anzustiften, wodurch ein Reißen der Tapeten beim Trocknen verhindert wird. Die Weglassung der Papierunterlage ist jedoch schlecht, da sich die Tapeten eventuell verfärben.

Feuchte, nicht trockenbare Wände müssen mit einer Lage Asphaltpapier oder schwacher Anduropappe belegt werden, welche auf die Verputzfläche zu nageln ist und die Tapeten vor der Zerstörung durch die Mauerfeuchte schützt. Auf diese Isolierschicht wird die Makulatur geklebt, darüber werden dann die Tapeten aufgezogen.

Die Tapetenrollen sind gewöhnlich 40—70 *cm* breit und 8 *m* lang.

3. Verdienstberechnung.

Zimmermaler- und Tapeziererarbeiten werden nach m^2 gerechnet, wobei die Fenster- und Türöffnungen mit ihrer Stocklichte abzuziehen sind, für Parapete aber kein Zuschlag geleistet wird.

Flache Deckengewölbe sind nur nach ihrer Horizontalprojektion zu rechnen. Die Stirnwände erhalten in diesem Falle zur Höhe die Widerlagshöhe mit zwei Drittel der Stichhöhe des Segmentes.

Gewölbedecken mit größerer Stichhöhe werden mit ihren wahren Leibungsflächen in Rechnung gestellt.

VI. Ansammlung und Abfuhr der Abfallstoffe, Schmutz- und Niederschlagswässer.

Die Art der Ansammlung und Abfuhr der verschiedenen Abfallstoffe aus den Wohnstätten wird gewöhnlich den lokalen Verhältnissen angepaßt, muß aber im allgemeinen möglichst rasch und so erfolgen, daß dadurch keine Verunreinigung der Luft, des Bodens oder des Grundwassers entstehen kann.

Zur Abfuhr gelangen:

1. Die Niederschlagswässer;
2. die Verbrauchswässer, nämlich Spül-, Wasch-, Fabrikwässer u. dgl.;
3. die menschlichen Auswurfstoffe (Exkreme), und zwar die festen (Fäkalien) und die flüssigen (Urin);
4. die tierischen Auswurfstoffe, und zwar die Stalljauche und der Dünger;
5. der Hauskehricht und die Asche.

Diese Abfallstoffe können je nach den örtlichen Verhältnissen entweder unverwertet zur Abfuhr gelangen oder gesammelt und verwertet werden, so zum Beispiel können in wasserarmen Gegenden die Niederschlagswässer geklärt und in Zisternen zum Gebrauche aufbewahrt werden; die Fäkalien können, besonders am Lande in Senkgruben oder Tonnen gesammelt und als Dünger verwendet werden usw.

In Städten werden in der Regel die Niederschlags- und Verbrauchswässer, eventuell auch die Fäkalien mittels Kanälen in fließende Gewässer geleitet.

Wo keine Kanalanlagen bestehen, können die Niederschlagswässer in Sickergruben geleitet, die Abortstoffe in Tonnen oder Senkgruben, die Schmutzwässer und Stalljauche in Schmutzwasser- oder Jauchenzisternen gesammelt und aus diesen zeitweise ausgeleert und abgeführt werden.

Dünger, Kehricht und Asche werden in geeigneten Behältern gesammelt und zeitweise abgeführt. In Städten erfolgt diese Abfuhr täglich oder wöchentlich, sonst ein- oder zweimal wöchentlich.

An Abortstoffen rechnet man per Person jährlich $0.5 m^3$, wovon 10% auf feste und 90% auf flüssige Stoffe entfallen. Die festen Stoffe wiegen 1130 und die flüssigen $1180 kg$ per m^3 .

A. Kanalanlagen.

Kanalanlagen dienen zur Ableitung aller flüssigen Abfallstoffe, der Meteorwässer und bei hinreichender Durchspülung auch zur Ableitung der Fäkalien (Schwemmsystem).

Eine Kanalanlage besteht im allgemeinen aus den Hauptkanälen, welche in größeren Orten in den Hauptstraßen, und aus den Zweigkanälen, die in den Nebenstraßen führen und in die Hauptkanäle münden, ferner aus den Hauskanälen, die, aus den Häusern kommend, in die vorgenannten Kanäle einmünden. Haupt- und Zweigkanäle, welche andere Kanäle aufnehmen, werden auch Sammelkanäle genannt.

Alle Kanäle sind in möglichst kurzer und gerader Linie anzulegen.

Richtungsänderungen oder Abzweigungen sollen nur mittels entsprechender Abrundungen allmählich erfolgen.

Haupt- und Zweigkanäle dürfen niemals unter Gebäuden, am allerwenigsten unter Wohngebäuden oder Stallungen geführt werden.

Die Hauskanäle sind vom Aufnahmsorte tunlichst in der kürzesten Linie zum Sammelkanal zu führen. Müssen sie einen Gebäudetrakt kreuzen, so sind sie entsprechend am besten mit Beton zu umhüllen, um das Aufsteigen der Kanalgase zu verhindern.

Tiefenlage. Die Kanäle müssen so tief gelegt werden, daß sie vor Einfrieren geschützt sind, andererseits soll aber die Möglichkeit geboten sein, von den Kellersohlen der Gebäude die Verbrauchswässer noch mit entsprechendem Gefälle einleiten zu können. Die Kanalsole soll also im höchsten Punkte womöglich noch $0\cdot50\text{ m}$ unter der nächsten zu entwässernden Kellersohle und die Kanaldecke mindestens $0\cdot50\text{ m}$ unter der Erdoberfläche liegen.

Die Kanalsole soll ferner nicht unter dem höchsten Grundwasserstand liegen; ist dies aber nicht zu vermeiden, so soll man trachten, den Grundwasserspiegel zunächst des Kanales durch Ableitung des Wassers in Drainageröhren zu senken, damit das Grundwasser durch die Kanalstoffe nicht verunreinigt werde. Es können in so einem Falle für den Kanalbau auch durchlochte Sohlenstücke verwendet werden, welche nach dem Verlegen eigene Rohrkanäle unter der Kanalsole bilden, in welchen das Grundwasser getrennt von den Kanalstoffen abfließen kann.

Das Gefälle der Kanäle muß so groß sein, daß selbst bei der geringsten Wassermenge die Abflußgeschwindigkeit der Kanalstoffe eine Ablagerung der mitgeführten Sinkstoffe zu verhindern vermag. Diesbezüglich fordert man im allgemeinen ein Gefälle von $0\cdot5\text{--}2\%$ für kleinere Kanäle unter $0\cdot5\text{ m}$ Durchmesser (Hauskanäle), von mindestens $0\cdot33\%$ für mittlere Kanäle von $0\cdot5\text{--}1\cdot0\text{ m}$ Durchmesser und von $0\cdot075\text{--}0\cdot33\%$ für größere Kanäle.

Material. Die Kanäle müssen aus undurchlässigem, säurebeständigem Material vollkommen wasserdicht hergestellt werden.

Der Querschnitt der Kanäle ist derart zu bestimmen, daß selbst bei stärkeren Regengüssen (Wolkenbrüche ausgeschlossen) gemauerte Kanäle sich höchstens bis zum Gewölbsanlaufe und Rohrkanäle bloß bis auf zwei Drittel des Rohrdurchmessers füllen können.

Häufig ist es notwendig, den Kanalquerschnitt so groß zu machen, daß ein Mann in gebückter Stellung darin gehen kann. Solche schließbare Kanäle müssen im Lichten mindestens $0\cdot60\text{ m}$ breit und $1\cdot00\text{ m}$ hoch sein. Nur auf ganz kurze Strecken kann deren Höhe bis auf $0\cdot75\text{ m}$ reduziert werden.

Für Hauskanäle mit genügender Wasserspülung können auch Rohrkanäle mit $0\cdot15\text{--}0\cdot45\text{ m}$ lichtem Durchmesser angelegt werden.

1. Ausführung der Kanäle.

Kleinere Kanäle werden gewöhnlich durch Verlegung fertiger Ton-, Zement-, Asphalt- oder Gußeisenrohre gebildet, während größere Kanäle aus Bruchstein, Ziegeln oder Stampfbeton hergestellt werden.

Vor der Verlegung, bzw. Herstellung der Kanäle muß ein entsprechend breiter Graben auf die erforderliche Tiefe ausgehoben werden. Bei aufgeschüttetem oder nicht tragfähigem Boden sollen Pfeiler bis zum tragfähigen Grunde gemauert und mit Gurten überspannt werden, auf welchen erst der Kanal hergestellt werden kann, weil sonst Senkungen und infolgedessen Brüche im Kanal eintreten müßten.

a) Kanalprofile.

Rohrkanäle haben in der Regel einen kreisrunden, gemauerte Kanäle dagegen einen ovalen oder eiförmigen Querschnitt (siehe Tafel 68). Im eiförmigen Querschnittsprofil werden die Kanalstoffe selbst bei geringen Mengen an der Sohle einen höheren Stand einnehmen, daher auch eine größere Abflußgeschwindigkeit besitzen.

Mit Bruchstein oder Ziegeln läßt sich das eiförmige Profil etwas schwieriger herstellen als mit Beton, daher wird mit ersteren Materialien der Querschnitt häufiger nach Fig. 1 und 2, T. 68, hergestellt. Die Fig. 1 stellt kleinere Wasserläufe oder

Jaucherinnen dar, die entweder nach *a* und *b* bloß mit Steinplatten abgedeckt oder in tieferen Lagen nach *c* und *d* überwölbt sein können. Die Fig. 2 *a*, *b* und *c* zeigen gebräuchliche Hauskanalprofile.

Die Fig. 3, 4 und 5 zeigen einige gebräuchliche Querschnittsformen für Betonkanäle, und zwar die linke, stärker dimensionierte Hälfte für die Ausführung in Romazement und die rechte, schwächer dimensionierte Hälfte für jene mit Portlandzement. Gebräuchlicher und vorteilhafter ist die Ausführung mit Portlandzement.

b) Rohrkanäle.

Für Rohrkanäle kommen entweder Steinzeugrohre (Fig. 18) oder Betonrohre (Zementrohre) (Fig. 19), manchmal auch Eisenbetonrohre (Fig. 20, T. 68) zur Verwendung.

Die zumeist 1 m langen Steinzeugrohre haben an einem Ende eine feste Muffe, am anderen gewindeartige Einschnitte, damit das Abdichtungsmaterial besser haften konnte. Bei jedem Zusammenstoß werden die Muffen entweder mit volumbeständigem Portlandzement oder mit fettem Tone ausgefüllt; letzteres ist in manchen Fällen besser, weil der Ton weich bleibt, die Rohre bei Setzungen daher nicht so leicht brechen als bei der festen Zementverbindung; auch ist bei der Dichtung mit Ton die Auswechslung der Rohre leichter möglich.

Zementrohre haben bei den Zusammenstößen einen Falz und Eisenbetonrohre eine lose überschobene Muffe. Beide Gattungen werden mit Zement, bzw. feinem Zementmörtel abgedichtet.

In besonderen Fällen kommen auch Gußeisen- oder Asphaltrohre zur Anwendung. Erstere werden zwischen den Muffen mit in Miniumfarbe getränktem Werg gedichtet, letztere mit heißem Asphalt vergossen.

Für Richtungsänderungen dienen Bogenstücke (Fig. 6, T. 68), selten Kniestücke (Fig. 7, T. 68) und für Abzweigungen Zweigstücke (Fig. 8, T. 68). In beiden Fällen sind Gefällsverminderungen zu vermeiden, weil durch diese die Abflußgeschwindigkeit beeinträchtigt und Anlaß zu Verstopfungen gegeben wird.

Die Rohre sollen nach ihrer ganzen Länge aufliegen; bei weniger tragfähigem Boden stampft man die Grabensohle mit reschem Sande aus. In angeschüttetem Erdreich sollen Rohrleitungen jedenfalls ihrer ganzen Länge nach durch Erdgurten, deren Tragpfeiler bis zum tragfähigen Boden fundiert sein müssen, unterstützt werden.

c) Gemauerte Kanäle.

Zum Mauern von Kanälen eignen sich nur scharf gebrannte Ziegel, am besten Klinkerziegel oder feste, lagerhafte, säurebeständige Bruchsteine oder Betonwerkstücke.

Für den Mörtel ist mindestens Romazement, womöglich aber Portlandzement und reiner Sand (nicht Kalksand) zu verwenden.

Die Sohlen- und Wandflächen der Kanäle sind glatt und eben zu verputzen, die Fugen der Gewölbeibungen sind bloß zu verstreichen. Bei Anwendung von Klinkerziegeln ist ein Verputz entbehrlich und genügt es, alle inneren Flächen mit Portlandzementmörtel bloß zu verfugen.

Zur Ausführung der Kanäle wird nach bewirkter Erdaushebung zuerst die Kanalsohle genau nach dem durch einnivellierte Richtsteine gegebenen Gefälle gemauert oder durch Versetzung eigener Sohlsteine hergestellt. Sodann werden die Seitenwände anschließend an die Erdwände aufgemauert und schließlich die Gewölbedecke ausgeführt. Die Stoß- und Lagerfugen müssen sorgfältig mit dünnflüssigem Mörtel voll und satt ausgefüllt werden, damit gar keine Hohlräume bleiben.

Das Verputzen oder Verfugen der Kanalwände und der Sohle muß bei kleinen, nicht schließbaren Profilen noch vor Herstellung der Decke geschehen; schließbare Kanäle werden dagegen in kurzen Strecken fertig gemauert und dann verputzt oder verfugt. Auf dem Gewölbrücken wird dünnflüssiger Zementmörtel aufgegossen und mit stumpfem Besen in die offenen Fugen gekehrt.

In der Nähe von Gebäuden sollen gemauerte Kanäle nur beschränkte Anwendung finden.

d) Betonkanäle.

Diese sind den gemauerten Kanälen in jeder Beziehung vorzuziehen.

Die Ausführung der Betonkanäle erfolgt in der Weise, daß nach bewirkter Aushebung des Grabens auf die geebnete Sohle eine Schichte Beton (α) nach Fig. 5 b, T. 68, aufgebracht und festgestampft wird. Sobald der Beton genügend angezogen hat, werden fertige, aus Portlandzementbeton gegossene Sohlsteine β genau in der Gefällsrichtung versetzt und die Lager- und Stoßfugen derselben mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel ausgegossen. Auf diese Sohlstücke werden die bis auf zirka ein Drittel der Kanalhöhe reichenden, unteren Teile der eisernen Formkästen aufgesetzt, in die richtige Lage gebracht und gegeneinander unverrückbar verspreizt; sodann wird der Raum zwischen den Formkästen und der Erdwand auf beiden Seiten gleichzeitig, schichtenweise mit Beton ausgestampft. Hierauf werden die oberen Formkastenteile samt jenen für die Decke aufgesetzt, mit den unteren Teilen fest verbunden und der Beton wieder schichtenweise eingebracht und gestampft. Der Gewölberücken wird nach den Abdachungsebenen gestampft und abgeglichen.

Beim Einbringen des Betons muß darauf gesehen werden, daß an die innere Leibung nicht viel und kein grober Schotter zu liegen kommt, da sonst rauhe Leibungsflächen entstehen würden. Ist der Beton genügend erhärtet, so wird eine 0,60 m hohe Erddecke schichtenweise darauf geschüttet und gestampft; erst dann können die Formkästen entfernt und zur Fortsetzung des Kanalbaues an einer anderen Stelle wieder verwendet werden.

Die Leibungsflächen werden dann, so lange der Beton noch feucht und die betreffende Kanalstrecke leicht zugänglich ist, ausgebessert und glatt verrieben. Die Herstellung eines besonderen Verputzes wird bei sorgfältiger Betonierung zumeist überflüssig und nur bei Romanzementbeton notwendig sein.

In Ermanglung von eisernen, können auch hölzerne Formen verwendet werden, die für jeden Querschnitt, etwa nach Fig. 6, T. 69, leicht angefertigt werden können. Sie bestehen aus je einem, zirka 2 m langen Unter- und Oberteil, α und β , welche dem Querschnitt entsprechend aus weichen Brettern geschnitten, zusammengenagelt und an der Oberfläche rein gehobelt werden. Beim Zusammenstoße des Unter- und Oberteiles sind an beiden Seiten etwas keilförmige Schlitzte ausgespart, in welche je ein aus hartem Holze erzeugtes Verspannungsholz γ eingeschoben wird.

Sobald die Kanalsohlsteine versetzt und die Fugen derselben ausgegossen sind, werden die Unterteile aufgestellt, die Oberteile darauf gelegt, die Verspannungshölzer eingeschoben und die ganze Form in der richtigen Lage gegen die Erdwände verspreizt. Die Betonierung muß sodann auf beiden Seiten gleichzeitig begonnen und schichtenweise bis zum Schlusse fortgeführt werden.

Hat der Beton genügend angezogen, so werden die beiden Verspannungshölzer mit Hilfe einer Krampe herausgezogen, worauf der Oberteil etwas herabsinkt. Ober- und Unterteile werden dann vorgeschoben und für die Fortsetzung des Kanals auf dieselbe Art so aufgestellt, daß die Form noch einige Zentimeter in das bereits fertige Kanalstück eingreift, daher nur an dem anderen Ende gegen die Erdwände verspreizt zu werden braucht. Die Betonierung wird dann wieder so, wie vor beschrieben, ausgeführt, der Beton etwas anziehen gelassen, die Form wieder vorgeschoben und auf diese Art die ganze Länge des Kanals stückweise ausgeführt.

Um längere Arbeitspausen während des Abbindens des Zements zu vermeiden, sollen zur Betonierung nur rasch bindende Zemente verwendet werden; es ist dann möglich, die Formen sofort nach dem Betonieren herauszuziehen. Je nach der Arbeitsleistung kann die Form in einem Tage sechs- bis zehnmal aufgestellt werden. Die Arbeit geht daher sehr rasch vor sich und die Einschaltungskosten sind bedeutend geringer, als wenn man für eine ganze Tagesleistung die Kanalstrecke einschalen würde.

Bei dem in Fig. 5b, T. 68, dargestellten Wiener Hauskanalprofil gelten die angegebenen Dimensionen für die Ausführung mit Romanzementbeton. Die Sohlstücke β sowie die an dieselben anschließenden Wandteile γ müssen aber immer mit Portlandzementbeton hergestellt werden. Wird jedoch der ganze Kanal in Portlandzementbeton ausgeführt, so sind die angegebenen Stärken um zirka 20% zu verringern, wodurch an der Erdaushebung — namentlich bei tief liegenden Kanälen — bedeutend erspart wird, so daß die Ausführung in Portlandzementbeton oft billiger zu stehen kommt als in Romanzementbeton.

Die Fig. 3, 4 und 5, T. 68, zeigen gebräuchliche Querschnitte verschiedener Kanalprofile aus Beton; hiebei ist die linke, stärker dimensionierte Hälfte für die Ausführung in Romanzement-, die rechte, schwächer dimensionierte Hälfte für die Ausführung in Portlandzementbeton berechnet.

Schließlich muß noch hervorgehoben werden, daß die Erdaushebung sich möglichst genau der äußeren Begrenzung des Kanalprofils anschließen muß, da sich nur dann der eingestampfte Beton mit den Erdwänden gleichsam verwächst und so auch bei minder gutem Baugrunde eine Setzung leichter hintangehalten wird. Keinesfalls dürfen zwischen dem Beton und der Erdwand Anschüttungen gestattet werden.

Betonkanäle haben gegenüber den gemauerten folgende Vorteile:

1. die geringe Durchlässigkeit, die ein guter, kompakter Beton besitzt;
2. die leicht herzustellenden glatten Leibungsflächen;
3. die große Widerstandsfähigkeit des Betons gegen eine Zerstörung durch Gase, organische Säuren und gegen das Durchfressen der Ratten;
4. die leichte Herstellung der günstigen Eiform und die schwächeren Wandstärken, wodurch die Masse der Erdaushebung vermindert wird.

Stößt man bei Herstellung der Kanäle auf Grundwasser, so können zur Ableitung desselben, wie schon erwähnt, auch durchlochte Sohlstücke nach Fig. 17, T. 68, verwendet werden. Das Grundwasser wird durch seitlich angebrachte Öffnungen in die Hohlräume der Sohlstücke geleitet und an geeigneter Stelle zum Abflusse gebracht.

Krümmungen und Abzweigungen von gemauerten Kanälen oder Betonkanälen dürfen nur nach entsprechend flachen Kurven erfolgen.

Abzweigungen sollen nach Fig. 21 a und b, T. 68, so konstruiert werden, daß die Achsen der zusammentreffenden Kanäle sich tangential vereinigen, damit beim Zusammenfließen der Wässer dortselbst keine Stauungen möglich sind. An den Kreuzungs- und Abzweigungsstellen sind alle Kanten abzurunden und in der Gewölbedecke stets Einsteigöffnungen anzuordnen.

Die Einmündung von Hauskanälen in den Sammelkanal soll im horizontalen Sinne niemals unter einem größeren Winkel als 45° erfolgen; ist der Winkel größer, so kann an der Einmündungsstelle der Hauskanal nach Fig. 22, T. 68, angeordnet werden.

Im vertikalen Sinne soll die Sohle des einmündenden Kanales mindestens 20—30 cm höher liegen als die des Sammelkanales (besser ist die Einmündung in der oberen Kanalhälfte), damit keine Rückstauung der Kanalstoffe in den Hauskanal möglich ist (Fig. 25, T. 68).

Zur Verhinderung von Rückstauungen können auch Rückstauklappen angewendet werden, welche durch den Druck der Kanalstoffe des Sammelkanals geschlossen werden und dadurch das Eindringen der Kanalstoffe in den Hauskanal verhindern.

e) Kanaleinsteigöffnungen, Schlammkästen, Geruchverschlüsse und Putzschächte.

Alle Kanäle müssen behufs Reinigung, Reparatur usw. ganz oder teilweise zugänglich sein. Zu diesem Behufe werden bei schließbaren Kanälen bei jeder Krümmung und Abzweigung, dann in den geraden Strecken in Entfernungen von 100—200 *m* gemauerte oder betonierte Einsteigschächte hergestellt. Diese haben einen kreisrunden, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt von 0,45—0,60 *m* und können zum Zwecke bequemerer Manipulation nach unten zu auch erweitert werden; in passenden Höhen werden Steigeisen etwa nach Fig. 25, T. 68, versetzt.

Oben wird die Einsteigöffnung mit einem Stein-, Beton- oder Eisendeckel überdeckt (siehe Fig. 1—4, T. 69 und Fig. 3, T. 78).

Um das Ausströmen der Kanalgase durch den Deckel zu verhindern, kann ein zweiter eiserner oder hölzerner Deckel, etwa 20 *cm* tiefer liegend angeordnet und mit einer 15 *cm* dicken, gestampften Lehmschicht bedeckt werden (Fig. 2, T. 69).

Die Fig. 3, T. 78, zeigt einen Schachtdeckel System Geiger aus Gußeisen mit Betonausfüllung an der oberen Deckelfläche. Der Deckel ist in Scharnieren *s*, *s*¹ beweglich und paßt genau in den abgeschrägten Falz des Rahmens, wodurch sowohl das Aufsteigen der Kanalgase als auch das Eindringen von Kot in den Falz verhindert wird.

Die Betonausfüllung an der oberen Deckelfläche soll das gefährliche Ausgleiten der Menschen und Tiere auf den üblichen eisernen, gerifften Deckeln verhindern, sobald diese durch starken Verkehr abgenutzt und daher glatt geworden sind. Diese Ausfüllung kann auch mit Asphalt bewirkt und in beiden Fällen nach erfolgter Abnutzung leicht wieder erneuert werden.

Zum Öffnen des Deckels dient ein in die halbringförmige Aussparung *h* passender Haken. Durch Anbringung eines Vorreiberverschlusses bei *h* kann der Deckel gegen unbefugtes Öffnen gesichert werden. Etwa notwendige Lüftungsöffnungen *l* werden in die Mitte des Schachtdeckels verlegt, unter diesen wird ein Schlammweimer *e* zum Auffangen des durch die Luftschlitze herabfallenden Straßenkotes angebracht, welcher nach dem Öffnen des Deckels entleert werden muß.

Nach diesem System werden Deckel in den gangbaren Größen und Formen, auch ohne Betonausfüllung angefertigt.

Soll aber die Öffnung gleichzeitig als Wassereinlauf für Niederschlags- oder Hauswässer dienen, so wird statt des vollen Deckels ein durchbrochener, eiserner Deckel (Kanalgitter) angeordnet und gegen aufsteigende Kanalgase ein Geruchverschluss nach Fig. 26, T. 68, oder ein Klappenverschluß nach Fig. 14 und 15, T. 78, hergestellt. Die Wasserverschlüsse bestehen im Prinzip aus einem stets mit Wasser gefüllten Behälter, in welchen die zu schließende Einmündung mindestens 5 *cm* tief eintaucht. Der Behälter muß zeitweise vom angesammelten Schlamm u. dgl. gereinigt werden, daher wird derselbe entweder zum Herausheben oder zum Umkippen eingerichtet oder aber derart leicht zugänglich gemacht, daß die Reinigung desselben mittels Schaufeln, Löffeln u. dgl. vorgenommen werden kann.

Bei kleineren, gemauerten Kanälen und bei Rohrkanälen muß schon beim Beginn derselben sowie bei Einmündungen verhindert werden, daß Stoffe in die Kanäle eindringen, welche ein Verstopfen derselben herbeiführen könnten. Bei Kanälen für Niederschlagswässer wird das Eindringen solcher Stoffe durch Anlage von Schlammkästen (Gullys) hintangehalten.

Als Gully kann ein gemauerter oder betonierter Schacht von zirka 0,40—0,60 *m* Querschnitt dienen, dessen Sohle 0,50—0,80 *m* unter der Kanalsohle liegt. Die Sinkstoffe des Wassers fallen in diesem Schachte zu Boden und müssen zeitweise aus dem Schachte entfernt werden. Dies geschieht bei kleineren Schächten durch Herausziehen und Entleeren eines eisenblechernen Einsatzes, bei größeren Schächten aber mittels Schaufeln oder Löffeln.

Die Mündung des Abflußrohres des Schachtes ist zur Verhinderung des Aufsteigens von Kanalgasen mit einem Wasserschluß zu versehen, der z. B. nach Fig. 23, T. 68, ausgeführt werden kann, indem die Öffnung durch eine, in die Wasserfläche eingreifende Eisenplatte nach der ganzen Schachtbreite abgeschlossen wird. Gegenüber der Rohrmündung ist bei *a* in der Eisenplatte eine dem Rohrdurchmesser entsprechende, mit Deckel und Kautschukdichtung abgeschlossene Öffnung zum eventuellen Reinigen des Rohres angebracht.

Der Wasserschluß kann auch durch Knierohr α nach Fig. 24 *a*, T. 68, bewerkstelligt und das Aufsteigen der Gase aus dem Schachte durch einen bei der Schachtmündung angebrachten Trichter β verhindert werden, welcher mit einem Verlängerungsrohr γ in die Wasserfläche eingreift. Um das Eindringen größerer schwimmender Gegenstände in das Abflußrohr zu verhindern, kann in den Schacht ein im oberen Teile durchlöcherter Blechkasten δ , der zum Herausnehmen eingerichtet ist, eingesetzt werden; eventuell kann nach Fig. 24 *b*, T. 68, ober dem Knierohr ein separates Reinigungsrohr α angebracht werden, um verstopfende Gegenstände aus dem Knie entfernen zu können.

Einfach und zweckentsprechend kann der Wasserschluß nach Fig. 27, T. 68, hergestellt werden, indem man in die Rohrmündung ein gut passendes Zinkblechknie einschiebt. Zum Reinigen des Rohrstranges kann das Knie herausgezogen werden. Eine Abdichtung, wenn nötig, kann man nach dem Einschieben des Knies mit plastischem Ton bewirken. Bei allen derartigen Wasserschläüssen (Gullys) soll wegen Frostgefahr der Wasserspiegel mindestens 1 *m* unter dem Terrain liegen. Die Sohle des Gullys soll mindestens um weitere 50 *cm* tiefer gelegt werden.

Fig. 1, T. 81, bringt ein Sinkkasten System Geiger aus Betonguß mit beweglicher Wasserzunge *z* zur Darstellung. Derselbe besteht aus einem zylindrischen Schacht mit Zweigrohr aus einem Stück Betonguß. In den unteren, engeren Schachtteil ist der Sinkkasten derart passend eingesetzt, daß zwischen diesen und dem Schachte kein Schlamm eindringen kann, wodurch das Herausziehen des Sinkkastens ohne besondere Kraftanwendung möglich ist und auch der Schacht stets rein erhalten bleibt.

Die bewegliche Wasserzunge *z* kann nach innen aufgeklappt werden, um etwaige Verstopfungen im Zweigrohr leicht zu entfernen.

Im oberen Teile des Schachtes, der eine der Tiefe des Zweigkanales entsprechende Höhe erhält, können auch Einlaufstutzen nach Bedarf einmünden. Die obere Schachtmündung wird mit einem gußeisernen Deckel oder einem Schachtgitter abgeschlossen.

Zur Entleerung des Sinkkastens wird mit einem entsprechend langen Haken der Bügel bei *h* gefaßt und mit einem Ruck hochgezogen. Der Boden des Sinkkastens ist mit einer Scharnier aus Kupfer und einem Vorreiber zum Öffnen eingerichtet, so zwar, daß behufs Entleerung bloß der Vorreiber geöffnet wird, worauf der Schlamm in das Abfuhrgefäß fällt. Zum Einsetzen des entleerten Kastens ist am Boden desselben ein Klappenventil angebracht, das beim Eintauchen in die Wasserfläche sich öffnet und dann wieder von selbst schließt.

Zum Herausziehen größerer Sinkkästen bedient man sich eines eisernen Dreifußes (Bockkran). Zum Abschöpfen etwa überfüllter Eimer und schwebender Gegenstände dient eine langbestielte Baggerschaufel.

In Fig. 2, T. 81, ist ein Sinkkasten gleichen Systems aus Steinzeug dargestellt, ähnlich kann derselbe auch aus Gußeisen hergestellt werden.

In Fig. 3, T. 81, ist die Anordnung der Sinkkästen bei öffentlichen Straßen im Querschnitt dargestellt.

Rohrkanäle, welche Abortstoffe mitführen, dürfen keine Schlammkästen erhalten, dafür müssen aber bei jeder Krümmung und Abzweigung sowie auch in den geraden Strecken auf je 60 m Entfernung von Putzschächten aus zugängliche Putzstücke (Fig. 1, T. 69) eingeschaltet werden. In den geraden Strecken können einzelne Putzstücke auch ohne Putzschacht eingebaut werden; diese müssen aber in den Plänen eingezeichnet oder im Terrain erkenntlich gemacht sein, um sie im Bedarfsfalle durch Aufgraben zugänglich machen zu können.

Bei kräftiger Wasserspülung können am Fuße der Abortabfallrohre Siphonwasserverschlüsse (Fig. 13 a bis d, T. 68) angebracht werden. Behufs Reinigung müssen dieselben leicht zugänglich sein und entweder selbst Putzöffnungen besitzen oder an Putzstücke anschließen.

Um das Eindringen der Kanalgase vom Hauptkanal in die Hauskanäle zu verhindern, sollen an den Einmündungsstellen der letzteren ebenfalls Wasserverschlüsse oder Rückstauklappen (Fig. 8 b, T. 81) in Putz- oder Einsteigschächten angelegt werden.

Bei schließbaren Kanälen kann dieser Verschuß z. B. nach Fig. 25, T. 68, mit einer die Kanalöffnung abschließenden Stein- oder Eisenplatte bewirkt werden, welche an der Kanalsole in eine Mulde eingreift. Den Abschluß bildet dann die in der Mulde verbleibende Flüssigkeit. Diese Mulde muß von Sinkstoffen u. dgl. öfters gereinigt werden. Durch Anbringung eines entsprechenden Gitters bei *f* wird das Eindringen der Ratten in den Hauskanal verhindert.

Bei Rohrkanälen muß unbedingt verhindert werden, daß größere Mengen Fettstoff in dieselben gelangen. Diese Fettstoffe fließen meistens mit dem warmen Spülwasser flüssig in den Kanal und setzen sich dann, langsam erkaltend, in den Unebenheiten der Rohrleitung, in Rohrstößen u. dgl. als gestocktes Fett fest, den Kanalquerschnitt immer mehr verengend, bis er endlich ganz verstopft ist.

Man muß also das Fett in größeren Küchen u. dgl. schon vor der Kanalöffnung abfangen, indem man das Spülwasser durch einen entsprechenden Fettfang leitet, welcher nur das reine Wasser passieren läßt, Fett- und Sinkstoffe aber zurückhält.

Kleinere Mengen Fettstoff werden schon in den Sinkkästen System Geiger (Fig. 1 und 2, T. 81) zurückbehalten; für größere Mengen dienen eigene Fettfänge (Fig. 4, 5 und 6, T. 81). Bei großen Anlagen, wo die Kanalstoffe nebst Fett auch viel Schlamm mitführen, soll man diese zuerst durch einen Sinkkasten und dann durch einen Fettfang leiten. Das im Fettfang angehäuften Fett muß zeitweise herausgenommen und der Verwertung zugeführt werden.

2. Reinigen und Ventilieren der Kanäle.

Die beste Reinigung der Kanäle erfolgt durch eine gehörige Durchspülung derselben mit Wasser. Es werden daher alle Niederschlags- und Verbrauchswässer in die Kanäle geleitet, die Dachwässer womöglich direkt in die Abortabfallrohre. Dadurch werden bei starken Regengüssen die Kanäle hinreichend durchgespült.

In trockener Jahreszeit kann das Regenwasser auch in Zisternen gesammelt und zum Durchspülen der Kanäle verwendet werden, um das Trockenlaufen derselben zu verhindern. Will man außerdem Spülungen vornehmen, so sind Vorrichtungen in das Kanalnetz einzuschalten, welche es ermöglichen, daß das Wasser in größerer Menge in die Kanäle rasch eingeleitet werden kann.

Ist kein Wasser verfügbar, so können die Kanalwässer selbst mittels einer Stauklappe in einen Schacht, z. B. nach Fig. 2, T. 69, angestaut und dann durch Öffnen der Klappe rasch abgelassen werden.

Die Fig. 3, T. 69, zeigt einen Kanalspüler mit Handzug. Das in der Rohrmündung eingeschlifene Standrohr bewirkt die Anstauung der Kanalwässer auf die Höhe des Standrohres. Wird letzteres emporgehoben, so ergießt sich die angestaute Flüssigkeit rasch in den Rohrkanal, denselben gründlich durchspülend.

Die Fig. 4, T. 69, zeigt einen selbsttätigen Kanalspüler. Sobald der Wasserspiegel im Schachte die Höhe des Standrohres, wie in der Figur angedeutet, erreicht hat, macht sich infolge der Konstruktion des Spülers die Heberwirkung geltend und der ganze, im Schachte angestaute Inhalt ergießt sich, wie die Pfeile andeuten, in den Rohrkanal.

Ist die Durchspülung der Kanäle nicht hinreichend, so muß man in die schließbaren Kanäle einsteigen und die Hindernisse entfernen, die Rohrkanäle aber von den Putzöffnungen aus mittels biegsamen Holzstangen oder mit Stahldrahtwellen (Fig. 17, T. 78), an welche Bürsten u. dgl. befestigt werden können, unter fortwährendem Zugießen von Wasser reinigen. Zum Herausziehen fester Gegenstände dient die Klaue Fig. 18, T. 78, welche in die Welle (Fig. 17) eingeschraubt wird.

Damit die Kanalgase sich im Kanäle nicht ansammeln können, ist es notwendig, daß in der Kanaldecke stellenweise Öffnungen für das Entweichen der Gase angebracht werden. Hiefür können eventuell Einsteigöffnungen benützt werden. In der Nähe von Wohngebäuden ist aber das Entweichen der Kanalgase aus den Einsteigschächten direkt ins Freie nicht zulässig, es müssen also die Gase bis über Dach geführt werden. Zu diesem Behufe verwendet man in erster Linie die Dachabfallrohre oder die Abortschläuche, welche letztere bis 1 m über die Dachflächen geführt und zur Erhöhung der Zugfähigkeit mit einem guten Sauger versehen werden. Muß man ausnahmsweise eigene Ventilationsschloten in den Mauern anlegen, so sind sie mit glasierten Steinzeugröhren dicht zu verkleiden und möglichst neben einem täglich in Benützung stehenden Rauchsclot anzulegen, damit auch die im Ventilationssclot befindliche Gassäule erwärmt und so ein kräftiger Zug und damit ein rascherer Abzug der Kanalgase erreicht wird.

Das Aufsteigen der Kanalgase nach den Aborten und dem Gebäudeinnern ist durch Wasserverschlüsse bei allen Einmündungen in das Kanalnetz oder in die Abfallrohre zu verhindern. Die Siphon- und Wasserverschlüsse müssen leicht untersucht und gereinigt werden können.

3. Verschlussvorrichtungen gegen Kanalrückstauungen.

Kanalrückstauungen können eintreten: a) plötzlich, wenn durch heftigen Gußregen die Sammelkanäle überfüllt werden und b) allmählich durch zunehmenden Wasserstand infolge Hochwassers.

In beiden Fällen wird in den Kanälen ein übermäßiger Druck entstehen und das Wasser durch tiefliegende Kanaleinläufe (z. B. im Kellergeschosse oder im Souterrain bei Waschküchen, Dusch- und Baderäumen usw.) austreten, bei plötzlicher Anstauung manchmal sogar über die Bodenfläche eruptionsartig herausgeschleudert.

Dort, wo solche Rückstauungen vorkommen können, müssen die Kanaleinmündungen mit sicher wirkenden Rückstauverschlüssen versehen werden, welche aber auch so konstruiert sein müssen, daß sie dem auftretenden, großen Wasserdruck mit Sicherheit widerstehen können. Auch müssen schon bei der Kanalanlage alle Teile derselben diesem Drucke entsprechend stärker dimensioniert und solider ausgeführt werden, damit Rohrbrüche, Undichtigkeiten bei den Muffenverbindungen und Kanalschächten usw. absolut nicht vorkommen können. Muß also mit der Möglichkeit der Überflutung von Kanälen gerechnet werden, so sind schon beim Projekt eines Neubaus alle Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Am besten ist es, überhaupt keine Kanaleinläufe im Kellergeschosse oder Souterrain zu beantragen. Ist dies aber nicht zu umgehen, so sollen Kanalrückstauvorrichtungen angelegt werden, wobei grundsätzlich doppelte, automatisch wirkende Verschlüsse

anzubringen sind. Hiezu wäre ein Gummiballverschluss bei der Ausmündung in den Raum und ein Klappenverschluss bei der Einmündung des Kanales in das Gebäude, also außerhalb der Gebäudeumfassungsmauer anzuordnen.

Der Gummiballverschluss (Fig. 5—9, T. 78) verhindert bei richtiger Konstruktion am sichersten das Eindringen der Kanaljauche, während der automatisch wirkende Klappenverschluss (Fig. 12, T. 78) den Gummiball gegen den ersten Anprall der Kanalpressungen zu schützen und damit das Herausschleudern dieses Balles zu verhindern hat.

Die Fig. 5—9 zeigen verschiedene Konstruktionen von Gummiballverschlüssen vom Major August Marussig.

Das Verschlussgehäuse *H* wird am besten aus Hartblei von 5 mm Wandstärke oder aus 2 mm dickem Kupferblech hergestellt, die obere Öffnung muß genau kreisförmig und ohne Naht sein, damit der Gummiball diese auch dicht abschließen kann.

Der Gummiball soll mit Luftfüllung möglichst elastisch hergestellt sein und unter dem Verschlusse so angeordnet werden, daß er durch die steigende Wassersäule allmählich gehoben wird (siehe Fig. 8); die Fig. 5 zeigt eine schlechte, unsicher wirkende Anordnung des Balles, bei der sich der Gummiball, wie in der Figur gestrichelt angedeutet ist, unrichtig verzwängen kann und die Öffnung dann nicht verschließt.

Der luftgefüllte Ball muß aus sehr gutem Material, am besten aus Kautschukkomposition mit 7—10 mm Wandstärke hergestellt werden, damit er auch von den Säuren (Ammoniakgasen) nicht angegriffen und zerstört werden kann. Der Durchmesser des Balles soll um $\frac{1}{3}$ größer sein als jener des Dichtungsringes, daher muß zum Einführen des Balles in dem Gehäuse eine entsprechende Öffnung angeordnet sein, welche mittels Türchen *T* (Fig. 8), Schrauben oder Preßbügel und Gummidichtung *M* luftdicht geschlossen wird. Selbstverständlich darf hiefür nur rostfreies Material (also kein Eisen) in Anwendung kommen, außerdem sind Schrauben, Dichtungen usw. mit Unschlitt gut zu bestreichen.

Der Einfachheit halber soll man immer anstreben, mehrere Kanalabzweigungen mit nur einem Gummiballverschluss abzusperren.

In Fig. 11 ist ein drucksicherer Fettfang aus 2 mm dickem Kupferblech gezeichnet, dessen Zufußrohr gemeinsam mit einem anderen Kanalstrange durch einen einzigen Gummiballverschluss abgesperrt werden kann.

Alle vorbeschriebenen Verschlüsse müssen je nach dem Grade der Verunreinigung zeitweise, etwa einmal im Monate untersucht und dabei gründlich gereinigt werden.

Auf die Gummibälle darf kein heißes Wasser geschüttet werden, daher muß man dort, wo mit heißem Wasser hantiert wird, entsprechende Vorkehrungen treffen.

Die Fig. 12 zeigt einen kombinierten Klappen- und Gummiballverschluss mit Entlüftungsrohr. Der Klappenverschluss ist in einem Einsteigschachte außerhalb des Gebäudes angebracht. Kleine Rohrdurchmesser mit 15—25 cm können mit Klappen aus leichtem, zähem Material, z. B. aus Hartgummi geschlossen werden (Patent Tobias Forster in München). Für größere Kanalquerschnitte sind Klappen aus Kupferblech mit Kautschukdichtung (Fig. 12) zweckmäßig, welche dem hohen Drucke entsprechend mit Rippen verstärkt und auch ausgebaucht sein müssen. Damit beim Klappenverschlusse keine Stauung der Kanalstoffe eintritt, soll die Klappe sehr leicht beweglich sein und das Gefälle in diesem Teile etwas größer (etwa 5%) angelegt werden.

Die Reinigung der Klappenverschlüsse erfolgt in der Regel selbsttätig durch die Spülwässer; etwa eingeklemmte, harte Gegenstände müssen rechtzeitig entfernt werden.

Das in der Fig. 12 im Einsteigschachte angebrachte Entlüftungsrohr hat auch den Zweck, das Abfließen der Abfallwässer usw. aus den oberen Geschossen des Gebäudes selbst bei geschlossener Klappe zu ermöglichen.

Bei allmählich eintretenden Kanlrückstauungen sind Gummiballverschlüsse auch ohne Klappenverschluß gut wirksam, während Kanalschleusen mit Handbetrieb sich wegen der hiefür notwendigen, aufmerksamen Bedienung weniger eignen.

Bei allen derartigen Absperrvorrichtungen können die Kanalrohre leicht undicht werden, da sie durch den hohen Wasserdruck arg zu leiden haben. Um diesen Nachteil vorzubeugen, können auf die Kanalausmündungen wasserdicht abschließende Aufsätze, etwa nach Fig. 10 und 13 angebracht werden, welche den höchsten Wasserspiegel noch überragen müssen, um das Eindringen des Wassers ganz zu verhindern.

Bei hohem Wasserdruck und Ansammlung von Schlamm, z. B. bei Einmündung in fließende Gewässer wird man die Anordnung von Schiebern (Fig. 9 und 10, T. 81) oder Schleusen mit Handbetrieb nicht umgehen können, weil der hohe Wasserdruck die Kanalanlage beschädigen und die Schlammansammlungen in den Rohrkanälen dieselben verstopfen würde.

4. Einmündung der Kanäle in fließende Gewässer.

Die Einmündung eines Unratkanales in ein fließendes Gewässer soll stets so erfolgen, daß der ganze Querschnitt des Kanalprofils unter den niedersten Wasserstand zu liegen kommt, damit die Kanalstoffe nicht frei zutage treten, somit in ästhetischer und sanitärer Beziehung nicht schädlich wirken können.

Höher liegende Kanäle müssen geeignete Verschlüsse erhalten, die die Ausmündung unter Niederwasser verlegen. Die hiefür geeigneten Konstruktionen sind aber meistens schwierig auszuführen und haben gewöhnlich den Nachteil, daß sie entweder der steten Überwachung und Regulierung bedürfen oder, wenn automatisch wirkend, oft, besonders bei höherem Wasserstande versagen.

Der in Fig. 7, T. 69, dargestellte, automatisch wirkende Jalousieverschluss für Kanalausmündungen wurde vom Militär-Bauoberwerkmeister Blaha entworfen und in Peterwardein ausgeführt. Er ist billig und unter Umständen ganz gut verwendbar.

Die Konstruktion besitzt vier Hauptbestandteile, und zwar *a*) den Kulissenrahmen *R*, *b*) die Schütze *S*, *c*) die Klappen *Kl* und *d*) die Aufzugvorrichtung *A*.

Der aus Balken gefertigte Rahmen *R*, dessen innere Breite der lichten Weite des Kanalprofils entspricht, wird mit der Oberkante in gleiche Ebene mit der Uferböschung gelegt und mit Ankerbalken *a* an die Uferwand befestigt. Der obere Teil des Rahmens ist mit einer entsprechenden Nut (Kulisse) zur Führung der Schütze *S*, der untere Teil mit einem Falze zur Aufnahme der Jalousieklappen *Kl* versehen. Zur Verbindung der beiden Rahmenhölzer werden Querhölzer *b* mit den Rahmenhölzern bündig überblattet, am oberen Ende wird ein Holm aufgezapft und auf letzterem die Zugvorrichtung befestigt.

Die Schütze *S* besteht aus einem dicht zusammengefügt und verbolzten Pfostenboden, welcher in die Kulisse des Rahmens eingeschoben wird und durch die Aufzugvorrichtung *A* auf- und abwärts bewegt werden kann. Die Schütze dient zum Abschlusse des Kanalprofils und muß durch Öffnen derselben das Einsteigen in den Kanal ermöglichen. Sie kann auch bei starken Regengüssen geöffnet werden, um den Wassermassen einen raschen Abfluß zu gewähren.

Die Aufzugvorrichtung *A* besteht aus einer einfachen Kurbelwinde *w*, welche mit einem Zahnrad *zr* in eine korrespondierende Zahnstange eingreift; letztere ist an der Schütze mittels eines Zugbalkens befestigt. Durch entsprechende Drehung der Kurbelwinde kann die Schütze in der Kulisse auf- und abwärts bewegt und dadurch die Kanalmündung beliebig geöffnet oder geschlossen werden.

Die Klappen *Kl*, deren Anzahl sich nach der Höhe der Kanalmündung ober dem Niederwasser richtet, bestehen aus rechteckigen, in den Falz des Rahmens passenden Pfostenstücken, welche an den oberen Enden scharnierartig am Rahmen befestigt sind. Sie müssen die als Fortsetzung des Kanals von der Ausmündung

desselben bis zum Niederwasser reichende Rinne bedecken und gleichzeitig auch den Abfluß der Kanalstoffe gestatten. Die Kanalstoffe fließen also von der Kanalsole durch die von den Klappen überdeckte Rinne bis zum Wasserspiegel, wo sie vom Wasser sofort verdünnt und von der Strömung mitgenommen werden. Sobald das Wasser im Flusse steigt, drehen sich die Klappen in den Scharnieren nach aufwärts (siehe Schnitt I—I); beim Sinken des Wasserspiegels wird jede vom Wasser frei gewordene Klappe wieder von selbst zufallen.

Wenn durch starke Regengüsse die Kanalwässer so anschwellen, daß sie in der Rinne nicht mehr Platz finden, so werden die Klappen durch die starke Strömung der Kanalwässer geöffnet und die Wassermassen können durch die entstandenen Öffnungen ungehindert abfließen. Sobald die starke Strömung aufhört, werden sich die Klappen wieder von selbst schließen.

Je nach den örtlichen Verhältnissen kann die Schütze an Stelle der Klappen auch bis zum Wasserspiegel herabreichen, namentlich dort, wo die Kanalsole nicht zu hoch über dem Niederwasserstand liegt; in diesem Falle wird es sich empfehlen, der Rinne einen größeren Querschnitt zu geben. Bei stark wechselndem Wasserstande oder bei hoch über dem Wasserspiegel liegender Kanalsole wird auf die Anordnung der Klappen meist nicht verzichtet werden können.

Die Schütze kann auch gegen das Ausströmen der Kanalgase und gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen mit einer Schichte Lehm u. dgl. bedeckt werden; dies wird sich namentlich während der regenlosen, heißen Jahreszeit in südlichen Gegenden empfehlen.

B. Das pneumatische Abfuhrsystem von Liernur.

(Fig. 1, T. 70.)

Es beruht auf dem Prinzip der Ausnützung des Luftdruckes. Die Abfallstoffe gelangen nämlich zunächst durch die Gainzen in unverdünntem Zustande in einen Siphonverschluß *a* (Fig. 1 *A*) und von dort bei eintretendem Überschuß durch das Abfallrohr in einen zweiten Siphon *b*); durch diese zwei Siphons ist ein vollständiger Abschluß gegen unten hergestellt. Von *b* aus fließt der Unrat (bei Überschuß) in ein Röhrensystem, bestehend aus Hauptrohren mit 2% Neigung und Seitenrohren mit 4% Neigung und aus diesem Rohrnetz in ein aus Metall gefertigtes, im Boden versenktes Reservoir *c* (Fig. 1 *C*). In längere Strecken der Rohrkänaäle werden noch weitere Siphonverschlüsse eingeschaltet (Fig. 1 *B*).

Die Röhren und das Reservoir müssen vollkommen luftdicht hergestellt sein. Vor der Einmündung der Röhren in das Reservoir sind sie mit Abschlußventilen *d* zu versehen. Durch den dicht geschlossenen Reservoirdeckel *e* führen zwei Rohre *f* und *g* in das Reservoir, und zwar *f* nur bis unter den Deckel und *g* bis zum Boden des Reservoirs.

Die Entleerung des ganzen Systems geschieht gewöhnlich in der Nacht mittels einer Lokomobile, einer Anzahl Caissonwägen und einer Luftpumpe in nachfolgender Weise: Die Luftpumpe wird mittels Luftschlauches mit Rohr *f* dicht verbunden, gleichzeitig werden auch die Ventile *d* geschlossen. Hierauf wird die Luft aus dem Reservoir *c* möglichst ausgepumpt, das heißt verdünnt und diese Luft unter dem Roste der Maschine verbrannt, so daß keine Verschlechterung der Außenluft eintreten kann. Wird sodann *f* wieder geschlossen und werden die Ventile *d* nacheinander geöffnet, so hat dies zur Folge, daß der Röhreninhalt infolge des Luftdruckes in das mit verdünnter Luft erfüllte Reservoir *c* getrieben wird. Hierauf werden die Ventile *d* geschlossen, das Reservoir wird durch *g* mit einem Caissonwagen in Verbindung gebracht und der Reservoirinhalt durch eine am Caissonwagen angebrachte Saugpumpe in den Caisson gepumpt. Mit diesen Behältern kann der Inhalt zur Düngung von Feldern direkt verführt werden.

Bei großen Anlagen können die Röhrenstränge der einzelnen Häuser oder Straßen bis zu einer Zentralstelle geführt werden, von wo aus die Entleerung der Röhren auf die gleiche Weise bewirkt wird.

Die Ausführung und der Betrieb dieses Systems kann nur Spezialfirmen überlassen werden; es kommt übrigens heute nur mehr selten zur Anwendung.

C. Das Tonnensystem.

Dieses besteht darin, daß die Abortstoffe in T o n n e n gesammelt und mittels dieser zwecks weiterer Verwertung abgeführt werden. Hierbei kann eventuell eine Trennung der festen von den flüssigen Stoffen erfolgen, indem letztere, wenn möglich, aus den Tonnen in Kanäle abgeleitet werden.

Für die Aufstellung der Tonnen müssen unter den Aborten geeignete Räume, sogenannte T o n n e n r ä u m e, etwa nach Fig. 1 und 2, T. 71, von den Kellern getrennt angelegt werden. Dieselben sollen direkt beleuchtet, gut ventiliert und mit wasserdichtem Fußboden und an den unteren Wandflächen mit ebensolchem Wandverputz versehen sein. Zum Abführen der gefüllten Tonnen müssen die notwendigen, ins Freie führenden Türen oder Aufzugschächte samt Aufzugvorrichtungen so angelegt werden, daß die Tonnen gehoben und auf die Wagen verladen werden können. An ein Abfallrohr sind per Geschoß maximum zwei Gainzen unter möglichst steiler Richtung anzuschließen.

Die Abfallrohre münden möglichst vertikal in die unterhalb aufgestellten Tonnen und müssen mit einer Vorrichtung versehen sein, welche einerseits die Verbindung zwischen Tonne und Abfallrohr möglichst dicht abschließt, andererseits die Entfernung der Tonne leicht gestattet. Dies kann z. B. nach Fig. 1 *d*, T. 71, mit Hilfe eines sogenannten B a j o n e t t v e r s c h l u s s e s geschehen, indem auf das untere Ende des Abfallrohres ein mittels Ausschnitt *a* über dem Bolzen *b* verschiebbarer Rohrstützen samt einer Kautschukdichtung aufgesetzt ist. Zur Verbindung mit der Tonne wird der Stützen gedreht und herabgelassen und die Kautschukdichtung *d* an die Öffnung dicht angepreßt. Soll eine volle Tonne entfernt werden, so wird der Stützen gehoben und über den Bolzen gedreht (Fig. 1 *d*), wodurch die Tonne frei wird und durch eine leere ersetzt werden kann.

Die Tonnen werden gewöhnlich aus verzinktem Eisenblech mit 50—100 l Inhalt hergestellt; manchmal verwendet man hiezu entsprechende Fässer. Sie sollen mindestens für eine 24stündige Benützung ausreichen, leicht transportabel und mit einem dicht schließenden Deckel versehen sein. Hiefür kann der in Fig. 1 *e*, T. 71, dargestellte Verschuß mit Bügelschraube dienen oder ein ähnlicher, hebelartiger Verschuß zur Anwendung kommen.

Zum bequemen Transport der Tonnen beim Wechseln derselben können sie im Tonnenraum auf kleinen Rollwagen stehen, welche auf Schienen oder direkt auf dem glatten, dichten Boden laufen. Befindet sich der Tonnenraum im Erdgeschoß, so können bei Aborten von Massenquartieren auch große fahrbare Tonnen zur Verwendung gelangen.

Will man bloß die festen Fäkalien in Tonnen sammeln, die flüssigen aber in Kanäle ableiten, so kann im oberen Teile der Tonne ein Überlaufrohr dicht eingesetzt werden, dessen innere Mündung mit einem engmaschigen Drahtgitter versehen ist, der äußere Teil aber in das Kanalrohr mündet. Die festen Fäkalien fallen in der Tonne teilweise zu Boden, die schwebenden werden vom Drahtgitter in der Tonne zurückbehalten, während die flüssigen durch das Rohr in den Kanal abfließen.

Können die flüssigen Stoffe nicht durch Kanäle abgeleitet werden, so müssen sie ebenfalls in den Tonnen gesammelt und mit diesen abgeführt werden. Bei stark frequentierten Aborten ist es dann aber notwendig, daß eventuell mehrere Tonnen

nebeneinander aufgestellt und oben miteinander verbunden werden, damit kein Überfließen in den Tonnenraum eintreten kann. Dann muß aber darauf gesehen werden, daß keine anderen als nur die Abortstoffe in die Tonnen gelangen.

Der Tonnenraum, womöglich aber auch die Tonnen sollen mit eigenen Ventilationsschloten (Fig. 2, T. 71) verbunden, die Abfallrohre dagegen im obersten Geschoße abgeschlossen sein. Hiedurch werden die Tonnen ventiliert und gleichzeitig die Luft aus den Fallrohren und, wenn die Gainzen offen, auch aus den Aborträumen abgesogen, wie die Pfeile in Fig. 2, T. 71, andeuten.

Bei guter Anlage und rationellem Betrieb kann beim Tonnensystem eine Verunreinigung des Grundes und der Luft nicht stattfinden. Die Fäkalien können als vortreffliches Düngemittel verwendet werden, doch ist das oftmalige Abführen der Tonnen unangenehm und kostspielig.

D. Das Senkgrubensystem.

Senkgruben müssen mit der größten Vorsicht angelegt und äußerst solid ausgeführt werden. Eine schlecht angelegte und undichte Senkgrube ist in sanitärer Beziehung eine große Gefahr, da die in den Gruben angehäuften Abortstoffe in Gärung übergehen können, im Laufe der Zeit das Mauerwerk durchdringen und sowohl das anschließende Erdreich wie auch die Luft infizieren.

Um die Gärung der Exkremeute in den Gruben zu vermindern, dürfen nur die Abortstoffe, niemals aber Küchenwässer u. dgl. in die Gruben gelangen, ferner muß die Grube bei Massenaborten monatlich einmal vollständig geleert und desinfiziert werden. Die Leerung soll womöglich nur auf pneumatischem Wege und nur bei Nacht erfolgen. Eine eventuell in die Senkgrube eingebrachte und zeitweise nachgeschüttete Ölschichte verringert ebenfalls die Gärung des Grubeninhaltes und verhindert die übermäßige Entwicklung und das Ausströmen von Gasen.

Früher hat man die Senkgrubenwände bloß mit Mauerwerk verkleidet, die Sohle aber gar nicht oder nur undicht gepflastert, was auch heute noch häufig geschieht. Die Folge davon ist ein Eindringen der schädlichen Stoffe in den Grund und ein Vermengen derselben mit dem Grundwasser, welches dann im weiteren Verlaufe in die Brunnen gelangt. Auf diese Ursache ist auch die Entstehung vieler epidemischer Krankheiten zurückzuführen. Es dürfen daher dort, wo die Grundwasserstände häufig wechseln oder so hoch sind, daß das Niveau der Senkgrubensohle innerhalb derselben zu liegen käme, auf keinen Fall Senkgruben angelegt werden.

Die Größe der Senkgruben ist bei großen Abortanlagen nur für einmonatlichen, bei kleinen für sechsmonatlichen Bedarf zu berechnen.

Hinsichtlich der Lage gilt, daß die Senkgruben möglichst weit von den Wohnräumen angelegt werden und wenigstens 20 m vom Brunnen entfernt seien. Damit aber die Abortstoffe durch möglichst steil gehaltene Röhren in die Gruben gelangen, wodurch einer Verstopfung der Röhren am besten vorgebeugt wird, ist es wieder notwendig, die Senkgruben möglichst nahe zu den Aborten zu bauen. Diese Forderungen sind daher tunlichst in Einklang zu bringen.

Das Grubenmauerwerk soll so undurchlässig als möglich sein, es ist daher in der Regel aus gutem, nicht zu trockenem Beton in schwachen, höchstens 15 cm hohen, gut gestampften Schichten auszuführen und je nach der Größe der Gruben an den Wänden 30—45 cm, an der Sohle und Decke 25—30 cm zu dimensionieren. Wo das Material für einen guten Beton mangelt, kann das Mauerwerk auch aus Klinkerziegeln in Portlandzementmörtel in den angegebenen Stärken und nur ausnahmsweise aus gewöhnlichen, gut gebrannten Ziegeln in Portlandzementmörtel ausgeführt werden. In letzterem Falle soll man das Mauerwerk bei größeren Gruben um 15 cm stärker dimensionieren.

Bei lockerem Boden, ferner bei Verwendung weniger dichten Mauerwerkes kann die Grube zur Erhöhung der Dichtigkeit mit einem 30 cm starken sorgfältig gestampften Lehmschlag eingehüllt werden.

Die Grubensohle bekommt ein kleines Gefälle gegen die Einsteigöffnung und an der tiefsten Stelle eine kleine Mulde, um die Grube vollständig entleeren zu können.

Im Innern der Grube sind die Wand-, Sohlen- und Deckenflächen mit einem starken, geglätteten Portlandzementverputz, eventuell mit beigemengter Bitumenemulsion zu versehen und alle Ecken abzurunden.

Die Decke der Senkgrube ist bei größeren Spannweiten gewölbartig herzustellen, am Gewölbrücken entsprechend abzusatteln und mit einer Asphaltsschicht oder Asphaltisolierplatte zu überdecken. Am Gewölbschlusse ist eine 45—60 cm große Einsteigöffnung mit einem 30 cm starken, gemauerten oder betonierten Einsteigschacht anzulegen. Der Schacht wird oben mit einem doppelten Deckel aus Eisen oder Stein abgeschlossen und der untere Deckel, der auch aus Holz sein kann, mit einer 15 cm hohen, gestampften Lehmschicht bedeckt.

Um den unteren Deckel beim Reinigen nicht immer öffnen zu müssen, ist es vorteilhaft, ein fixes Saugrohr einzubauen, welches von der tiefsten Stelle der Grubensohle bis in den Raum zwischen den zwei Schachtdeckeln reicht, wo dann mittels Holländers der Saugschlauch angeschraubt werden kann.

Das Senkgrubenmauerwerk muß vom Fundament- und Kellermauerwerk des Gebäudes vollkommen getrennt und gegen dieses isoliert sein, was durch eine dazwischen eingestampfte, mindestens 30 cm starke Lehm- oder Tegelschicht oder durch Isolierplatten mit Bleieinlage geschehen kann. Auch über der Decke der Grube empfiehlt es sich, einen gut gestampften Lehmschlag bis zur Pflasterung der Hofsohle anzubringen. Die Hofsohle über der Grube soll eine dichte Pflasterung bekommen, welche auf allen Seiten von der Einsteigöffnung abfällt. Auf diese Weise wird schon durch die Pflasterung das Eindringen von Regenwasser zur Grube verhindert.

Für die Ventilierung der Grube wird meistens der Abortschlauch benützt, indem man diesen mit unverjüngter Weite bis über Dach führt und dort mit einem Sauger versieht. Die durch den Sauger und durch die Temperaturdifferenz im Abortschlauche hervorgerufene Luftbewegung nach aufwärts wird wohl einen Teil der Grubengase über Dach, aber auch einen großen Teil durch die Abortgainzen in den Abortraum führen. Diese Art der Ventilation ist daher bei offenen Gainzen geradezu schlecht und ist besser durch einen eigenen Ventilationsschlot zu bewirken, welcher von der Senkgrubendecke über Dach führt (Fig. 1 und 2, T. 73). Die im Ventilationsschlot entstehende Luftbewegung nach aufwärts führt dann nicht nur die Senkgrubengase direkt über Dach, sondern es wird durch das Absaugen der Luft aus der Senkgrube naturgemäß ein Zuströmen der Luft durch die Abortschläuche und durch die offenen Gainzen stattfinden. Es können somit keine Grubengase durch die Abortschläuche und Gainzen in die Aborträume gelangen. Ist man in der Lage, den Ventilationsschlot an einen täglich in Verwendung stehenden Rauchschlot anzuschließen oder durch eine beständig brennende Flamme zu erwärmen, so wird naturgemäß die Aufwärtsbewegung der Luft im Ventilationsschlot bedeutend rascher erfolgen, daher auch die Ventilation der Abortschläuche und des Abortraumes eine wirksamere sein.

Die Tafeln 73 und 74 zeigen einige Beispiele von Senkgrubenanlagen.

Eine etwa notwendige Trennung der festen und flüssigen Fäkalien kann nach den in Fig. 4, T. 73, und Fig. 1, T. 74, gegebenen Beispielen bewerkstelligt werden. Ist die kleine Grube (Fig. 4, T. 73) gefüllt, so fließen die flüssigen Bestandteile durch das Rohr *a* in die größere Grube ab; durch einen dem Rohre vorgelegten Gitterkorb *b* aus verzinktem Eisendraht werden die festen, schwimmenden Bestandteile zurückgehalten. Schüttet man in die kleine Grube etwas Teeröl, so wird dadurch das Aufsteigen der Kanalase verhindert.

Die Größe der Gruben ist für eine einmonatliche Reinigung berechnet, wovon auf die große Abteilung zirka $\frac{9}{10}$ und auf die kleine zirka $\frac{1}{10}$ des berechneten Gesamthaltens entfallen. Jede der beiden Gruben muß durch eine Einsteigöffnung, die einen Doppeldeckelverschluß erhält, zugänglich sein.

Denkt man sich in Fig. 4, T. 73, die Trennungswand zwischen den beiden Gruben weg, so gibt dieses Beispiel auch eine ganz gute Anlage für eine Senkgrube ohne Trennung der festen und flüssigen Stoffe, welche vom Gebäude entfernt liegt und durch eine gut funktionierende Rutsche mit den Abfallrohren verbunden ist.

Sollen die flüssigen Stoffe durch ein Kanalrohr abgeführt werden, so kann die Grube für die flüssigen Stoffe kleiner gehalten werden (Alternative zu Fig. 1, T. 74), etwa 60—75 cm. Das Ablaufrohr ist dann so anzuordnen, daß unter demselben ein Schlamm sack vorhanden ist (Fig. 1 h, T. 74).

Soll behufs Untersuchung oder zur Vornahme von Reparaturen eine alte, geleerte Senkgrube betreten werden, so muß man dieselbe vorher auswaschen und gehörig desinfizieren. Die in die Grube hinabsteigenden Arbeiter sollen überdies angebunden werden, damit sie, falls Grubengase betäubend auf dieselben einwirken sollten, rasch hinaufgezogen werden können.

E. Senkgrube mit automatischer Entleerung und Desinfizierung, System Krönlein.

(Fig. 6, T. 70.)

Bei Anwendung dieses Systems muß Wasserspülung vorhanden sein. Die Abfallrohre der Aborte münden, wie bei *a* angegeben, unterhalb des ständigen Wasserspiegels in die eigentliche Senkgrube. Letztere ist ständig gleichmäßig voll und der Grubenhalt hat nur einen Ausweg in der Richtung des angegebenen Pfeiles durch einen gußeisernen Filter *b*, welcher mit Koks und Steinen gefüllt ist. Da das Wasser bekanntlich leichter als Fäkalstoffe ist, so steht stets eine 50 cm hohe Wassersäule oben auf und schließt die Fäkalien geruchlos ab, ebenso auch die einmündenden Abfallrohre. Alles, was durch den Filter zum Abfluß kommt, ist dünnflüssig, während sich die dicke Masse zu Boden setzt und von hier alle drei bis fünf Jahre einmal entleert werden muß.

Die filtrierte Flüssigkeit fließt nunmehr durch ein gußeisernes Rohr *c* in die Desinfiziergrube und wird hier mittels eines mit einem Schwimmer versehenen, automatischen Schöpfers *e* desinfiziert, indem derselbe aus einem Zementkasten *d*, in dem sich flüssiger Desinfektionsstoff (Creocide) befindet, täglich einmal ein bestimmtes Quantum Desinfektionsstoff schöpft und der Flüssigkeit beimischt.

Die Desinfiziergrube ist durch drei Zementplatten *f* abgeteilt, so daß immer nur die zuerst zugeflossene Flüssigkeit auch zuerst zum Ausfluß gelangt. Durch die schlangenförmige Bewegung der Flüssigkeitsmasse wird auch noch eine richtige Vermischung des Desinfektionsstoffes mit der Flüssigkeit erzielt. Am Ende der Grube steht ein gußeiserner Siphon *g*, welcher den Zweck hat, die zufließende Flüssigkeit in der Grube anzusammeln, bis dieselbe den Maximalwasserstand erreicht hat; alsdann tritt der Siphon in Tätigkeit und stößt die angesammelte, desinfizierte Flüssigkeit bis auf den Minimalwasserstand durch das Auslaufrohr *h* hinaus in den Abflußkanal. Hiedurch wird ein tägliches Heben und Senken des Wasserspiegels bewirkt, wodurch eben der automatische Schöpfer *e* in Tätigkeit versetzt wird. Der Vorsicht halber ist auch ein Überlaufrohr *i* angebracht, welches mit dem Kanal verbunden ist und dessen inneres Ende bis unterhalb des Minimalwasserspiegels geführt ist, damit keine Kanalgase in die Desinfiziergrube dringen können. Das seitlich angebrachte Rohr *k* hat den Zweck, festen Desinfektionsstoff (Chlorkalk usw.) aufzunehmen; deshalb ist es auch an seinem unteren Ende in schräger Form abgehauen.

Beide Gruben sind mit gußeisernen Deckeln abgedeckt.

Der Filter braucht jährlich nur einmal gereinigt zu werden, indem man frisches Wasser hindurchgießt. Der in der Desinfiziergrube eingesetzte Zementkasten wird alle sechs Monate mit frischem Desinfektionsstoff gefüllt.

Die vorgeschriebene Art der Abortentleerung kann überall angebracht werden; auch wo keine Kanäle vorhanden sind, kann die geruchlos gemachte und desinfizierte Flüssigkeit direkt auf Wiesen und Felder oder in Straßengräben abgeführt werden, ohne daß eine Infektionsgefahr zu befürchten wäre.

In deutschen, französischen und belgischen Städten ist das System schon seit Jahren eingeführt und hat sich überall zur größten Zufriedenheit bewährt.

Mit der Vertretung für Österreich-Ungarn ist die Firma W. A. Müller, Wien, IV/1 Wiedner Hauptstraße 51, betraut.

F. Abfuhr der Abortstoffe bei Verwendung von Torfmull.

Durch die Vermengung der Abortstoffe mit trockenen, feinporösen Stoffen, wie Erde, Asche, Sägespänen oder Torfmull werden die flüssigen Abfallstoffe aufgesaugt, die Zersetzung derselben wird dadurch zum Teile verhindert, daher auch der üble Geruch bedeutend vermindert. Für den genannten Zweck eignet sich Torfmull am besten, da er nicht nur infolge seiner Porosität das größte Aufsaugungsvermögen, sondern wegen seines bis 20%igen Gehaltes an Humussäure auch die wichtige Eigenschaft besitzt, die Fäulnis zu verhindern und die Riechstoffe zu absorbieren. Torfmull mit Exkrementen vermengt, gibt ein grobes, feuchtes Pulver, welches selbst bis ein Jahr lang deponiert bleiben kann, ohne die Umgebung zu infizieren und das einen hohen Düngerwert besitzt.

Der Torfmull wird aus Moostorf gewonnen, der aus den Torflagern in ziegel-förmigen Stücken ausgestochen, getrocknet, dann mittels Maschinen zerkleinert und schließlich gesiebt wird. Das durch die 2—3 mm weiten Maschen des Drahtsiebes fallende, braune Pulver bildet den Torfmull, die im Siebe zurückbleibenden, faserförmigen Reste aber werden als Torfstreu in Viehstallungen oder zur Herstellung von Geweben usw. verwendet.

Torfmull und Torfstreu wird entweder in Jutesäcken lose, oder in gepreßten, parallelepipedisch geformten, mit Draht und Holzleisten umwundenen Ballen von zirka 0.5 m³ Größe, 100—200 kg Gewicht versendet.

Eine gute Wirkung des Torfmulls kann nur dann erreicht werden, wenn die Exkremente gleich nach ihrer Absonderung mit dem notwendigen Torfmullquantum entsprechend vermengt werden. Es müssen demnach nach jeder Benützung des Abortes die ausgeschiedenen Stoffe mit 30—50 g Torfmull bestreut werden, wozu eigene Streuapparate an den Torfmullbehältern angeschlossen sind, welche nach dem Verlassen des Sitzspiegels meistens selbsttätig wirken. (Automatische Torfstreuklosetts.)

Die Sammlung des Torfmulldüngers kann entweder nach dem Tonnensystem in Gefäßen oder nach dem Senkgrubensystem in Senkgruben erfolgen.

Beim Tonnensystem können Einzelgefäße unter jedem Sitze der Torfmullstreuklosetts angeordnet sein oder es gehen von den Sitzen Abfallrohre in gemeinsame, größere, im untersten Geschosse aufgestellte Sammelgefäße. Erstere Art eignet sich nur für erdgeschossige Gebäude und für Einrichtung einzelner Abortsitze; letztere Art empfiehlt sich für Anlagen gemeinsamer Abortes in mehrgeschossigen Gebäuden. Bei beiden Arten ist es notwendig, die Sammelgefäße in kurzen Zeiträumen in eigene, außerhalb der Gebäude angelegte Torfmulldüngergruben zu entleeren. Diese Umstände verteuern die Anlagen nach dem Tonnensystem, daher wird davon nur dann Gebrauch zu machen sein, wenn die Herstellung von Senkgruben technische oder ökonomische Schwierigkeiten bereitet.

Die Fig. 10, T. 72, stellt ein Torfmüllklosett mit automatisch wirkendem Streuapparate im Momente der Streuung dar. Bei der Benützung des Klosetts wird das Sitzbrett S in die horizontale Lage S' herabgedrückt, dadurch wird der Hebelarm bei a gesenkt und bei a' gehoben und das Streugefäß g in die gestrichelte Lage g' gedreht. Diese Drehung bewirkt nun mit der unteren Gefäßwand ein Schließen der Öffnung bei r und gleichzeitig mit der oberen Gefäßwand ein Öffnen bei δ , wodurch der Torfmüll vom Behälter b in das Streugefäß g herabfällt und dieses füllt.

Beim Verlassen des Sitzbrettes sinkt der Hebel durch sein Gewicht bei a' herab, die obere Öffnung δ schließt sich, die untere dagegen öffnet sich und der Torfmüll fällt aus dem Streugefäße auf die Rutsche und von dort in den Kübel oder in die Abortgainze.

Der Torfmüllbehälter b ist gegen den Kübel durch das Streugefäß beständig abgeschlossen, so daß keine Feuchtigkeit in denselben eindringen kann und der Torfmüll stets trocken und wirksam erhalten bleibt.

Der unter dem Sitzbrette aufgestellte Kübel muß, wenn er gefüllt ist, herausgenommen, entleert, gereinigt und der Boden mit einer Schichte Torfmüll bestreut werden. Beim Entleeren des Kübels wird derselbe während des Transportes mit einem Deckel mit Kautschukdichtung hermetisch abgeschlossen.

Die Fig. 11, T. 72, zeigt ein Klosett mit Deckelstreuemagazin, das sich an jeden Sitzspiegel leicht anbringen läßt. Beim Schließen des Deckels entleert sich der im Magazin abgeschlossene Raum und das vorgemessene Quantum Torfmüll überschüttet die unter dem Deckel angesammelten Stoffe. Auch bei diesem Streuapparat ist das Magazin vor Feuchtigkeit vollkommen geschützt.

Werden größere Sammelgefäße in Tonnenräumen aufgestellt, so sind letztere bezüglich Lage und Einrichtung wie beim gewöhnlichen Tonnensystem zu behandeln.

Die Torfmülldüngergruben werden ähnlich wie gewöhnliche Senkgruben hergestellt, erhalten aber nur einfachen Verschuß und größere Entleerungsöffnungen.

Beim Senkgrubensystem gelangt der Torfmülldünger aus den Klosetts entweder direkt oder mittels Abfallrohren in gemeinsame Torfmüllsenkgruben, die zeitweise (mindestens zweimonatlich) entleert werden. Die Senkgruben müssen direkt unter die Abfallrohre reichen.

Werden die Abortstoffe durch Abfallrohre in die Tonnen oder Senkgruben geleitet, so müssen alle Rohre mindestens 30 cm weit sein, die Abzweigungen zu den Gainzen dürfen gegen die Vertikale keinen größeren Winkel als 22° bilden. An ein Rohr dürfen daher höchstens zwei Sitze per Geschoß mit Gainzen anschließen; ferner soll, besonders bei stark benützten Aborten, ein Abfallrohr nur für zwei übereinanderliegende Geschosse dienen; bei mehrgeschossigen Gebäuden sind daher die Abfallrohre von je zwei Obergeschossen neben- oder hintereinander zu stellen.

Bei größeren, gemeinsamen Abortanlagen sollen für die Pissoirs eigene Tonnen oder beim Senkgrubensystem eigene Abteilungen der Gruben als Urintonnen bezw. Uringruben angelegt oder die Abfuhr des Urins in einen Kanal bewirkt werden.

In die Torfmüllaborte dürfen selbstverständlich gar keine sonstigen Flüssigkeiten gegossen werden.

Für die Aufbewahrung des Torfmülls zur Füllung der Streuapparate sind trockene, gut ventilierbare Depoträume anzulegen. Nur trockener Torfmüll läßt sich gut streuen und saugt die Flüssigkeiten rasch ab.

Wo Torfmüll billig ist und der gewonnene Torfmülldünger gut und leicht verwertet werden kann, ist eine Torfmüllabortanlage als ökonomisch und in sanitärer Beziehung als zweckentsprechend anzusehen. Der Torfmüll muß aber wirklich aufsaugungsfähig sein und der Betrieb muß rationell gehandhabt werden.

G. Die Aborte und Pissoirs.

Die Lage und Einrichtung der Aborte in einem Objekte ist von größter Wichtigkeit und muß daher unter Berücksichtigung aller darauf einflußnehmenden lokalen und sonstigen Verhältnisse ermittelt werden.

1. Lage und Größe der Aborte.

Die Aborte sollen so angelegt werden, daß sie an keine Wohnräume direkt anschließen, daß sie aber auch nicht zu weit von denselben entfernt liegen, gedeckt zugänglich sind, direkt beleuchtet und auch hinreichend ventiliert werden können.

In Wohnhäusern soll für jede, wenigstens aber für jede größere Wohnung ein eigener Abort geschaffen werden, welcher möglichst direkt vom Vorzimmer zugänglich sein soll. Die Aborte zweier Nachbarwohnungen sind tunlichst aneinander anzuschließen. Hiedurch reduziert man die Anzahl der Infektionsherde (als solche müssen die Aborte immer angesehen werden) und überdies wird durch den ermöglichten, gemeinsamen Anschluß an einen Kanal, eine Senkgrube usw. die ganze Anlage verbilligt.

Jeder Abort soll hinreichend beleuchtet sein, jedoch darf kein Abortfenster gegen die Gassenseite ausmünden. Zu diesem Zwecke wird es manchmal notwendig sein, Lichthöfe anzuordnen, nach welchen die Abortfenster gerichtet werden können.

Bei gemeinsamen Aborten wird es sich empfehlen, selbe zu einem eigenen Trakte — getrennt vom Wohnkomplexe — zu vereinigen und diesen Trakt eventuell an ein vorhandenes Stiegenhaus anzuschließen.

Die Tafeln 70—74 zeigen verschiedene größere und kleinere Abortanlagen.

Bei Massenaborten (z. B. in Kasernen) soll zwischen Abort und Gang stets ein direkt beleuchteter und gut ventilierter Vorraum angelegt sein. Ist die Anlage eines solchen Vorraumes nicht möglich (Fig. 3 b, T. 71), so ist statt diesen ein Luftschacht auf die ganze Gebäudehöhe anzuordnen, welcher oben offen bleiben muß und unten mit einem ins Freie führenden Luftkanal verbunden werden kann, um eine kräftige Ventilation des Schachtes zu erzielen. Für den Zugang zu den Aborten muß der Luftschacht in den oberen Geschossen durch schwebende Gänge überbrückt werden, welche, um Verunreinigungen vorzubeugen, auf Manneshöhe seitlich durch dünne Wände abgetrennt werden, sonst aber gegen den Luftschacht offen bleiben.

Jede Abortzelle muß mindestens 0·90 *m* breit und 1·25 *m* lang, die Rinne für einen Pissoirplatz 0·50 *m* lang sein.

Die Abortsitze liegen bei größeren Abortanlagen gewöhnlich in einem Lokale nebeneinander, sind durch mindestens 1·8 *m* hohe Bretter- oder Eisenbetonwände voneinander getrennt und erhalten an der vorderen Seite 0·65 *m* breite Türen, welche 0·15 *m* über dem Fußboden beginnen. Die Zwischenwände sollen derart auf eiserne Füße gestellt werden, daß sie 10 *cm* vom Fußboden abstehen.

Der wasserdicht gepflasterte Fußboden größerer Aborträume muß gegen die Pissoirrinne — eventuell gegen eine andere Sammelstelle — ein kleines Gefälle erhalten, damit alle auf den Boden gelangenden Flüssigkeiten abfließen können.

Für größere Abortanlagen sollen nur Steindecken, keine Holzdecken zur Anwendung kommen. Die Wände werden auf zirka 1·5 *m* Höhe mit einem wasserdichten Verputz versehen oder sie erhalten einen Ölfarbanstrich oder eine Verkleidung mit glasierten Tonplatten u. dgl.

2. Detaileinrichtung der Aborte.

a) Offene Aborte (Fig. 1—4, T. 76.)

Das sind solche Aborte, bei welchen die Exkrememente vom Abortsitz aus direkt in eine Senkgrube hinabfallen oder durch eine gemauerte Rutsche in diese geleitet werden.

Offene Aborte kommen heute nur vereinzelt, bei provisorischen Objekten und älteren Landhäusern, häufiger aber bei freistehenden Aborten vor.

b) Geschlossene Aborte (Schlauchaborte) ohne Wasserspülung.

Bei diesen werden die Abortstoffe durch vertikal angeordnete Schläuche (Abfallrohre) von den Abortsitzen der einzelnen Geschosse zur Sammelstelle geleitet.

Als *Abfallrohre* eignen sich am besten glasierte Steinzeugröhren, deren glatte Flächen das Anhaften der Abortstoffe verhindern und der Zerstörung durch Säuren oder Desinfektionsmittel widerstehen. Gußeiserne Rohre werden von Chlorkalk und Eisenvitriol, Asphaltrohre aber von Chlorkalk und Karbolsäure angegriffen. Für Massenaborte sind 25—30 cm weite Rohre gebräuchlich; für einzelne, kleinere Aborte genügen solche mit 15 cm lichter Weite.

Die Rohre werden entweder frei an einer Wand emporgeführt und dann unter jeder Muffe mit einer Rohrschelle nach Fig. 5 a, T. 73, an die Wand befestigt oder sie liegen in einem vertikalen Mauerschlitze, in welchem sie zumeist mittels Tragringen (Fig. 5 b, T. 73), die in die Seitenwände des Schlitzes eingemauert werden, befestigt sind. Der Mauerschlitze wird bei Massenaborten mit eisernen Türchen verschlossen, bei kleineren Aborten aber gewöhnlich zugemauert.

Bei Gruben- und Tonnenaborten sollen die Abortrohre möglichst vertikal in die Sammelbehälter führen und die *Zweigstücke* zu den Abortsitzen mit der Vertikalen keinen größeren Winkel als 30°, bei Torfnullaborten bloß 22° bilden (Fig. 1 c, T. 73). Auch bei der Einmündung in die Grube darf dort, wo eine vertikale Anordnung der Schläuche nicht möglich ist, dieses Neigungsverhältnis auf keinen Fall überschritten werden.

Von den *Zweigstücken* führen die *Gainzen*, welche im oberen Teile einen Durchmesser von zirka 35 cm haben, unter die Abortsitze der einzelnen Geschosse (Fig. 1, T. 73).

In jedem Geschosse können zwei, ausnahmsweise auch drei Abortgainzen in einen Schlauch münden.

Die Abortgainzen sollen ringsum frei und zugänglich sein (siehe Tafel 72). Kastenartige Verschalungen (Fig. 2, T. 70) bilden unzugängliche Schmutzwinkel und sind daher zu vermeiden. Auf den freistehenden Gainzen sind aus hartem Holze möglichst schmale, ringartige Sitzbretter anzubringen, um das Hinaufsteigen zu erschweren.

Hockaborte nach Fig. 6, T. 73, sollen nur ausnahmsweise in freistehenden Aborten oder bei rituellen Anforderungen (Mohammedaner) hergestellt werden. Bei diesen schließt die Gainze in der Fußbodenhöhe mit einer Steinplatte ab, die ausgemeißelte, über die Platte erhöhte Fußritze besitzt. Der Fußboden bekommt dann 2—3% Gefälle gegen die Gainzen.

Bei Senkgruben werden am unteren Ende des Abortschlauches oft auch selbsttätige Klappen oder Kotschlüsse (Fig. 16 a, b, T. 78) angeordnet, um das Aufsteigen der Grubengase zu verhindern. Die Klappen werden aber durch die unvermeidliche Verunreinigung bald undicht und die Kotschlüsse verstopfen sich leicht.

Als Fußstütze für die Abortabfallrohre wird das untere Ende derselben meistens aus Gußeisen gemacht und mit einer angegossenen Aufstandsplatte (Fig. 12, T. 68) versehen.

c) Geschlossene Aborte mit Wasserspülung.

Das Prinzip dieser Aborte besteht darin, daß die Exkremeente entweder durch ein bestimmtes oder ein willkürliches Wasserquantum aus der Abortgainze herausgespült werden, wobei letztere nach ihrer ganzen Fläche ausgewaschen und durch eine geringe, zurückbleibende Wassermenge ein Wasserverschluß hergestellt wird.

Hinsichtlich Anordnung und Befestigung der Abfallrohre gilt das im vorigen Kapitel Gesagte. Die Rohre erhalten 15—20 cm lichte Weite und bei Wohnungsaborten (bei Massenaborten nicht) am unteren Ende einen Wasserverschluß (Siphon) mit Putzöffnung, wodurch das Aufsteigen der Kanalgase verhindert wird. Die Gainzen werden in der Regel als sogenannte Klosetts ausgestaltet.

Von den zahlreichen in Benützung stehenden Wasserklosetts sind folgende Kategorien zu unterscheiden, und zwar solche mit beweglichen Schalen (Schalenklosetts, Waterklosetts) und solche mit unbeweglicher Gainzenkonstruktion (Sturzwasserklosetts); von diesen unterscheidet man wieder Einzelklosetts und Trogklosetts.

Das Waterklosett (Fig. 2, T. 70) besteht aus dem Klosettbecken (Abfalltrichter) *a* (Fig. 2 *c*) aus emailliertem Gußeisen oder Porzellan, welches mit einem Tragring auf dem Deckel des gußeisernen Sinktopfes *b* ruht. Die untere Mündung des Abfalltrichters ist mit einer um eine horizontale Achse drehbaren Schale *S* zum Öffnen und Schließen eingerichtet. Eine Hebelvorrichtung mit dem Gewichte *g* erhält die Schale in wagrechter, also geschlossener Lage.

Nach der Benützung des Klosetts ist die Handhabe *h* aufzuziehen; hiedurch wird der Hebel 1, 2, 3 in Tätigkeit gesetzt, das heißt die Schale *S* dreht sich herunter, wodurch das Klosettbecken *a* geöffnet wird. Gleichzeitig wird auch das Ventil *e*, welches das Abflußrohr *f* des an der Rückwand angebrachten Wasserreservoirs schließt, geöffnet, wodurch das Wasser aus dem Reservoir in das Becken *a* derart einströmt, daß die ganze Beckenfläche abgespült und somit vom Kote gereinigt wird. Nach bewirkter Spülung wird der Hebel freigelassen, was zur Folge hat, daß sich das Ventil und die Schale wieder schließt und letztere sich noch mit etwas Wasser füllt, wodurch ein Wasserverschluß im Becken hergestellt ist.

Solche Klosetts eignen sich für kleinere, weniger benützte Aborte besonders dann, wenn zur Spülung nur wenig Wasser verwendet werden kann.

Bei vorhandener kräftiger Wasserspülung soll unter der Gainze *b* noch ein Siphonverschluß *S_i*, welcher das Ausströmen der Kanalgase bei geöffneter Schale verhindert, angeordnet werden.

Die Sturzwasser-Einzelklosetts (Fig. 4, T. 71) haben unter dem Klosettbecken *a* einen Siphonverschluß *b* (Fig. 4 *d*), welcher von *c* aus zugänglich ist. Ein nahe der Decke angebrachtes, beständig mit Wasser gefülltes Reservoir *R* (Fig. 4 *e*) ist durch ein starkes Bleirohr *p* mit dem oberen Teile des Klosettbeckens *a* verbunden. Das Rohr *p* ist im Reservoir mit einem Ventil *v* (siehe Detail *e*) und mit einem Heberrohr *e* in Verbindung.

Beim Anziehen der Kette *k* öffnet sich das Ventil *v*, wodurch ein Teil des Wassers vom Reservoir in das verengte Ablaufrohr *p* eindringt. Dieses Wasser füllt den Querschnitt des Ablaufrohres ganz aus und drängt die Luft im Rohre nach abwärts hinaus; dadurch entsteht ober dem eingeströmten Wasser ein luftverdünnter Raum, daher infolge des Überdruckes der Außenluft das Wasser aus dem Reservoir in das Heberrohr *e* gedrückt wird. Es tritt nun die Heberwirkung in Aktion, indem die noch übrige Luft im Rohr *e* nach abwärts gedrückt und der ganze Reservoirinhalt nachgesaugt, bezw. von der Außenluft nachgedrückt wird.

Es stürzt somit beim Öffnen des Ventils *v* das ganze Quantum des Reservoirs, zirka 4—9 l Wasser, durch das Bleirohr *p* in die Klosettschale, spült diese infolge des bedeutenden Druckes kräftig aus und schwemmt den im Siphon angesammelten Kot in das Abfallrohr.

Die Speisung des Reservoirs geschieht von der Wasserleitung aus selbsttätig und wird durch einen im Reservoir angebrachten Schwimmer (Fig. 4 *c*), welcher mit dem Ausflußhahn der Wasserzuleitung verbunden ist, entsprechend reguliert. Sobald durch Öffnen von *v* die Spülung erfolgt, sinkt der Schwimmer gleichzeitig mit dem Wasserspiegel des Reservoirs, der Ausflußhahn öffnet sich und es fließt so lange Wasser in das Reservoir, bis der Schwimmer wieder so hoch steht, daß dadurch die Ausflußöffnung geschlossen wird.

Der Schwimmer soll nach Fig. 4 e zum Höher- oder Tieferstellen eingerichtet sein, womit die Füllung des Reservoirs mit mehr oder weniger (9—4 l) Wasser bewirkt werden kann.

Die Fig. 2, T. 72, zeigt das Teifunklosett der Firma Kropf in Prag, bei welchem die Wasserspülung nach jeder Benützung selbsttätig erfolgt.

Beim Niedersetzen wird das Sitzbrett vorne herabgedrückt und rückwärts gehoben, wodurch auch die Stange *b* mitgehoben und gleichzeitig das Ventil *d* geöffnet und *c* geschlossen wird. Das im kleineren Teile *r* des Reservoirs angesammelte Wasser fließt nun durch das geöffnete Ventil *d* in den größeren Reservoirteil *R*. Ein in *r* mit dem Zuflußhahne der Wasserleitung bei *e* verbundener Schwimmer *S* besorgt die selbsttätige Füllung des Reservoirs, indem derselbe beim Fallen des Wasserspiegels den Hahn öffnet und beim Steigen denselben wieder schließt.

Beim Verlassen des Klosettsitzes sinkt die Stange *b* mit dem rückwärtigen Teile des Sitzbrettes wieder herab, wodurch das Ventil *d* geschlossen und *c* geöffnet wird und das Wasser aus *R* durch das Fallrohr in das Klosettbecken stürzt und dasselbe gründlich ausspült.

Die T. 72 zeigt in Fig. 1 *a*, *b* und *c* die Konstruktion freistehender Sturzklosetts mit Hochhängspülkasten, gubeiserner Danubiaschale und Niagara-Spülkasten der Firma Kurz, Ritschel & Henneberg in Wien. Die Konstruktion ist im Prinzip ähnlich der in Fig. 4, T. 71, dargestellten.

Auf derselben Tafel sind auch einige Klosettkonstruktionen der Firma Paul Dumont in Wien im Schnitt dargestellt, wie sie in Privatgebäuden, Hotels u. dgl. häufig in Anwendung kommen. Diese Konstruktionen unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die verschiedenartige Wasserspülung voneinander, und zwar zeigt Fig. 9 ein Klosett mit Rückenreservoir, bei welchem zur Spülung nur ein geringeres Wasserquantum nötig ist; Fig. 3—6 zeigen Klosetts mit verschiedenartiger Wasserspülung, für die aber größere Wassermengen und Sturzreservoirs nötig sind.

Fig. 8 zeigt ein Reitklosett, System Gabler in Budapest, ebenfalls mit Wasserspülung, das sich für Kasernen besonders eignet, weil es jede Verunreinigung ausschließt.

Fig. 7 zeigt einen Klosetteinsatz mit Wasserspülung für offene Gainzen. Diese eignen sich auch zur Umgestaltung offener Gainzenaborte in geschlossene, indem man den Einsatz auf die alte Gainze aufsetzt und mit dieser entsprechend verbindet.

Die Trogklosetts bestehen aus einem teilweise mit Wasser gefüllten, direkt unter den Abortsitzen angebrachten Behälter (Trog), welcher zur direkten Aufnahme der Exkremente dient und nach Belieben zeitweise entleert werden kann. Der aus Zementguß oder emailliertem Gußeisen, meistens aber aus glasiertem Steinzeug hergestellte Trog kann für eine Anzahl von Abortsitzen (jedoch max. 4), je nach Erfordernis lang gemacht werden. Über dem Troge sind hölzerne Sitzspiegel angebracht. Die Exkremente fallen direkt in das Wasser (Aufspritzen beim Einfallen unangenehm) und werden dadurch sofort verdünnt.

Zum Ablassen des Troginhaltes dient bei älteren Systemen ein Rohr *a* (Fig. 3, T. 70), welches in die geschliffene Muffe des darunter befindlichen Ablaufrohres ventilartig eingreift und oben mit einer Glocke *c* abgedeckt ist. Die Glocke greift zirka 5 cm in die Wasserfläche ein, verhindert dadurch das Ausströmen der Kanal-gase, beeinträchtigt aber nicht das Abfließen des steigenden Wassers.

Das Rohr samt Glocke ist mit einer Hebevorrichtung *d* versehen, die alle 12—24 Stunden das Rohr hebt, wodurch sich der ganze Inhalt des Troges in das Abfallrohr ergießt. Der Trog kann darnach desinfiziert und mit Wasser frisch gefüllt werden.

Diese Art Trogklosetts haben den Übelstand, daß bei der geringsten Verunreinigung das Ventil undicht wird, sonach der Wasserstand im Trog fortgesetzt sinkt.

Bei neueren Konstruktionen der Trogklosetts bleibt das Ventil ganz weg (Fig. 3, T. 71). Der Trog besteht hier aus 30 *cm* weiten, 90 *cm* langen Rohrstücken aus Steinzeug, und zwar aus dem Einlaufstücke *e*, dem Auslaufstücke *a* und den notwendigen Mittelstücken *m*. Jedes Trogstück ist an der Stelle der Gainze mit einem kurzen, vertikalen Zweigrohr versehen und erhält bei jeder Muffe eine entsprechende Unterstützung. Die Trogstücke werden mit geteerten Hanfseilen und Portlandzement bei jeder Muffe abgedichtet.

Das Einlaufstück ist mit einem zirka 13 *cm* weiten Rohr *p* verbunden, das den Ablauf von einem 2,7 *m* über dem Abortfußboden angebrachten Reservoir *R* bildet. Das Auslaufstück *a* mündet in das 15 *cm* weite Zweigrohr des Abortschlauches *b*; es hat unmittelbar beim Auslaufe eine Erhöhung, welche den Troginhalt auf 11 *cm* Höhe anstaut (Fig. 3 *d*, T. 71).

Die zeitweise Durchspülung des Troges kann entweder selbsttätig oder zwangsweise durch das Öffnen eines Ventils erfolgen. In beiden Fällen stürzt das Wasser aus dem hochliegenden Reservoir *R* durch das Abfallrohr *p* in den Trog, spült den Unrat durch und füllt den Trog wieder mit frischem Wasser.

Bei der selbsttätigen Spülung erfolgt der Wasserzulauf ins Reservoir periodisch von selbst und wird derart reguliert, daß sich der Reservoirinhalt entsprechend oft, z. B. alle 2—4 Stunden in den Trog entleert. Zur selbsttätigen Entleerung des Reservoirs kann dasselbe z. B. nach Fig. 3 *e*, T. 71, eingerichtet sein. Im Reservoir *R* ist das Fallrohr *e* eingesetzt, das oben eine trichterförmige Verengung hat. Über diesem Rohre ist eine Glocke *g* angebracht, welche unten Öffnungen *ö* hat. Ist das Wasser im Reservoir so hoch gestiegen, daß es bei dem trichterförmigen, oberen Ende des Fallrohres *e* überfließt, so macht sich die Heberwirkung geltend und der Reservoirinhalt ergießt sich vorerst in den kleineren Behälter *r* und von dort durch das Rohr *p* in den Trog. Die Regulierung der Spülintervalle erfolgt durch Regulierung des Wasserzufflusses ins Reservoir *R*.

Die selbsttätige Durchspülung nimmt auf die unregelmäßige Abortbenützung keine Rücksicht, so daß sie sich zur Zeit der stärksten Benützung (früh und mittags) als ungenügend erweist, während in der Zwischenzeit eine unnütze Wasserverwendung eintritt.

Die zwangsweise Durchspülung des Troges durch Öffnen eines Ventiles kann nach Belieben, je nach Notwendigkeit vorgenommen werden. Hierbei wird der Wasserzulauf mittels eines Schwimmers auf die bei den Einzelklosetts mit Wasserspülung (Fig. 4 *e*, T. 71) beschriebene Art bewirkt.

Die zur einmaligen Trogspülung notwendige Wassermenge beträgt bei zwei Sitzen 120 *l*, bei drei bis vier Sitzen 160 *l*.

Die Geruchssperre wird bei Trogklosetts an das untere Ende des Abortschlauches verlegt und dort durch einen eingeschalteten Siphon bewirkt. Die Einschaltung eines Siphons zwischen dem Trog und dem Abortschlauch wäre bei mehrgeschossigen Gebäuden nicht vorteilhaft, weil durch die vom oberen Geschoße herabstürzenden Wassermassen, welche den Abortschlauch füllen, eine heberartige Wirkung hervorgerufen wird, durch welche diese Siphons abgesaugt werden könnten.

Das Reservoir *R* ruht auf eisernen, in der Wand entsprechend versetzten Trägern. Zum Schutze gegen Frost kann dasselbe mit schlechten Wärmeleitern (Filz, Sägespäne u. dgl.) eingehüllt und in einem Holzkasten eingefügt werden.

Die Leitungsrohre sollen ebenfalls durch eine Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern gegen Einfrieren geschützt werden. Bei starkem Froste können eventuell auch zur Erwärmung des Lokales einige Gasflammen kontinuierlich brennen, in welchem Falle die Umhüllung des Reservoirs und der Rohre entfallen kann.

Der Trog bleibt unverkleidet, damit jede Undichtigkeit sofort bemerkt werden kann.

Die aus hartem Holze erzeugten Sitzbretter sind meistens mit Winkeleisen an die Abteilungswände befestigt, so daß sie den Trog nicht belasten.

d) Kufenaborte und deren Umgestaltung.

Die in alten Kasernen noch vorkommenden Kufenaborte (Fig. 5, T. 70) bestehen aus einem freistehenden, gußeisernen Rohre, welches durch alle Geschosse vom Kanal oder der Grube bis zum Dache führt. In den einzelnen Geschossen ist dieses Rohr mit einem gußeisernen Trichter verbunden, in welchen die Abortbrillen und auch die Pissoirs einmünden. Der jedenfalls wasserdicht herzustellende Fußboden dieser Aborte soll ein Gefälle gegen das Abfallrohr erhalten, damit durch die an demselben angebrachten Öffnungen (Einläufe) alle am Fußboden sich sammelnde Flüssigkeit abläuft.

Die ganze Konstruktion ruht auf den Decken der einzelnen Geschosse. Die Sitze sind mit Holzwänden abgeteilt. Der Verschluß der Abfallrohre an der unteren Ausmündung wird meistens als Kotschluß, jedoch mit einer drehbaren Klappe *S* hergestellt, welche durch den Hebel *h* bewegt wird.

Eine Umgestaltung dieser alten Kufenaborte kann bei vorhandener Wasserleitung und Kanalisierung nach dem Entwürfe des Mil.-Bauwerkführers Wenzel *K r e m l* auf folgende, in Taf. 75 dargestellte Art bewirkt werden, und zwar:

Abtragung. Die hölzernen Abteilungswände werden abgetragen, die oberhalb der Kufe bis zum nächsten Geschosse oder bis über Dach führenden Abfallrohre *a* (Fig. 1 und 2) werden entsprechend abgespreizt oder an der Decke aufgehängt. Sodann wird der obere Teil der trichterförmigen Kufe *b* abgetragen, der Tragrings *c* herausgenommen und schließlich der Fußbodenbelag samt Beschüttung auf zirka 1 m Breite rings um die Kufe entfernt.

Neuherstellung. Nach bewirktem Abtragen und entsprechender Reinigung der intakt gebliebenen alten Konstruktionsteile werden sechs Stück Reitklosetts *f*, nach Fig. 4, 5 und 6 samt den dazu gehörigen Wasserreservoirs *r* und den nötigen Leitungen usw. aufgestellt, der Fußboden wird bis an das Abfallrohr mit Portlandzementbeton wasserdicht hergestellt und mit einem Asphalt-estrich überzogen. Schließlich werden zwischen den einzelnen Klosetts Abteilungswände nach Fig. 4 und 6 gemacht. Diese Abteilungen können eventuell auch an der Vorderseite geschlossen und mit Türen versehen werden; siehe die punktierten Linien in Fig. 6.

Die Detailausführung dieser Neuherstellung erfolgt auf folgende Art: Der in die Kufe hinabreichende untere Teil des Abfallrohres muß so weit ausgemeißelt werden, daß für die sechs Siphonendstücke *d* (Fig. 4) genügend Raum vorhanden ist. In den unteren Kufenteil wird dann ein eiserner Ring mit drei Prätzen (Fig. 8) eingesetzt, ober den Prätzen werden drei eiserne Stützen *s* (Fig. 7) aufgelegt, welche an die Unterkante des Abfallrohres anschließen und diesem als Träger dienen. Die Endsiphonstücke *d* (Fig. 4) werden sodann in entsprechender Lage mit Formziegeln in Portlandzement versetzt, dann die Siphonstücke *e* auf eine 6 cm dicke Betonschicht aufgestellt und der Raum zwischen denselben sowie die abgebrochenen Fußbodenteile mit gutem Portlandzementbeton vollkommen ausgefüllt. Für die Befestigung eines jeden Klosetts sind drei kleine Klauenschrauben und für die Abteilungswände je eine größere Klauenschraube in den Betonfußboden zu versetzen. Schließlich erfolgt die Anmontierung der Klosetts *f* samt den Reservoirs *r* und der erforderlichen Leitungen usw. und endlich die Herstellung des Fußbodenasphaltestrichs und die Aufstellung der Scheidewände.

Als Ausguß für Schmutzwässer, eventuell auch als Pissoirs können einzelne Abteilungen an Stelle der Klosetts mit Fußbodenkastensiphons (Wasserschlüsseln) *g* (Fig. 7) oder mit Ölverschlüssen, System *B e e t z*, versehen werden. Der Fußboden muß dann mit einem entsprechenden Gefälle gegen diese Einmündungen angelegt werden.

3. Pissoiranlagen.

(Tafel 77.)

Die primitivste und nur bei ganz provisorischen Objekten zulässige Pissoiranlage besteht darin, daß an einer Wandfläche in passender Höhe und mit entsprechendem Gefälle eine Holz- oder Zinkblechrinne befestigt wird. Von der tiefsten Stelle dieser Rinne wird die Flüssigkeit durch ein Rohr abgeleitet.

Besser als eine solche Rinne ist das Anbringen von Pissoirmuscheln nach Fig. 2, welche an den Wänden in entsprechender Höhe befestigt und mit je einem Ableitungsrohr versehen sind.

Nachdem bei diesen Anordnungen immerhin auch Flüssigkeiten auf den Fußboden gelangen, für welche wieder eine Ableitung notwendig wäre (siehe Vertikalschnitt III, IV zu Fig. 2), so ist es zweckmäßiger, eine steinerne Pissoirrinne in den Fußboden zu versetzen.

Die Länge der Pissoirrinne ist so anzuordnen, daß für jeden notwendigen Pissoirplatz 50 cm entfallen, die Breite der Rinnen kann mit 30—45 cm beantragt werden. Die Rinne erhält gegen das Ableitungsrohr ein Gefälle von 2% und der anschließende Fußboden gegen die Rinne ebenfalls ein Gefälle von 1—2%.

Die an Pissoirs anschließenden Fußboden- und Wandflächen sowie Pissoirrinnen sollen wasserdicht, glatt und widerstandsfähig gegen die daselbst auftretenden Säuren hergestellt werden.

Am einfachsten und billigsten ist die Anwendung von geglättetem Portlandzementanstrich, bezw. -Verputz; für bessere Anlagen wird man jedoch für die Wände dünne Marmor- oder Schieferplatten mit geschliffenen Außenflächen oder starke Glasplatten, eventuell Kunststein verwenden.

Der Anschluß des Fußbodens an eine Pissoirrinne muß ebenfalls wasserdicht hergestellt werden.

Außerdem empfiehlt es sich, unter der Fußbodenpflasterung und bis auf 1.50 m Höhe auch unter dem Wandverputze einen wasserdichten Asphaltverputz anzuordnen.

Die unbedingt notwendige Reinhaltung der Pissoirflächen kann entweder durch zeitweises oder kontinuierliches Überrieseln der Pissoirflächen oder durch öfteres Abwaschen und Bestreichen derselben mit Öl geschehen.

Eine Pissoiranlage mit Ölschluß, System Beetz, ist in Fig. 1 dargestellt. Die Wandverkleidung besteht hier meistens aus Schieferplatten, welche in Zickzackstellung an die Wand befestigt und an den Zusammenstößen gut abgedichtet werden (siehe Grundriß *a*). Diese Wandverkleidung ist oben mit einer Deckplatte aus dem gleichen Material abgeschlossen und am unteren Ende in eine Bodenplatte dicht versetzt. Diese Bodenplatte hat in den einspringenden Ecken Vertiefungen und an den tiefsten Stellen die Ablaufrohre mit einem Ölschluß dicht eingesetzt. Die Ablaufrohre münden wieder in ein unterhalb der Bodenplatte führendes Sammelrohr. Bei dieser Konstruktion werden die Pissoirflächen mit Öl bestrichen.

Eine kontinuierliche Wasserspülung eines Wandpissoirs zeigt die Fig. 5. Durch das Zulaufrohr *c* fließt bei *e* und *e'* beständig ein kleiner Wasserstrahl in die ausgemeißelte Rinne der Wandplattenkrönung und bei überfüllter Rinne über die genau horizontal abgeschliffene Rinnenkante und bespült so die ganze Fläche der Wandplatte und der Pissoirrinne. Der Wasserzulauf kann durch einen unter Verschuß angebrachten Hahn (bei *d*) entsprechend reguliert werden. Bei der geringsten Unebenheit der Rinnenkante wird das Wasser nur teilweise die Wandplatten bespülen, daher ist eine periodische Wasserspülung im allgemeinen der kontinuierlichen vorzuziehen, weil bei der periodischen Wasserspülung die Pissoirflächen in allen Teilen kräftig abgespült werden können.

Die Fig. 3 zeigt eine Pissoiranlage mit periodischer und automatisch wirkender Wasserspülung. Aus einem nahe der Decke angebrachten Reservoir ergießt sich das Wasser durch das Fallrohr *f* in das

Strahlrohr *s* und durch die Löcher desselben in schiefer Richtung gegen die Wandplatte (Fig. 3 *d*). Der Zulauf zum Reservoir erfolgt wie bei den Klosetts durch ein Rohr der Wasserleitung mit regulierbarem Hahn. Die automatische Entleerung kann ebenfalls wie bei Wasserklosetts durch Ausnützung der Heberwirkung erfolgen.

Die Beseplung kann auch so eingerichtet werden, daß man nach Bedarf durch Ziehen an einer vom Reservoir herabhängenden Schnur ein Ventil öffnet, worauf sich der Reservoirinhalt in das Ableitungsrohr und auf die Wandplatte ergießt. Die Füllung wird dann so wie bei Wasserklosetts durch einen Schwimmer automatisch bewirkt.

Ähnlich erfolgt die Beseplung auch bei den Pissoirmuscheln. Das Wasser fällt durch ein Rohr vom Reservoir in den oberen Teil der Pissoirmuschel, sobald das Ventil im Reservoir in Tätigkeit gesetzt wird, und spült die innere Fläche der Muschel gehörig aus. Die Ränder der Muschel sind nach innen umgebogen, um das Ausspritzen des Spülwassers zu verhindern.

Das Auslaufrohr der Pissoirrinne und der Muschel muß gegen aufsteigende Kanalgame einen sicheren Abschluß erhalten. Bei Pissoirs mit Wasserspülung wird ein Wasserschluß nach Fig. 6 bei der Rohrmündung eingeschaltet. Manchmal wird unterhalb des Wasserschlusses noch ein Siphon angeordnet.

Bei den in Fig. 1 und 2 dargestellten *Ölurinoirs*, System *Beetz*, wird ein Ölschluß nach Fig. 4 bei der Rohrmündung versetzt. Dieser besteht aus einem zylindrischen Behälter *a* aus Messing oder verzinktem Eisen, welcher in der Pissoirrinne oder in der Muschel dicht versetzt wird und in das Ableitungsrohr einmündet. In diesem Behälter ist ein Standrohr *b* an der tiefsten Stelle eingeschliffen; über dieses Standrohr greift ein oben mit einem vorragenden Deckel abgeschlossener Zylinder *c* bis an den Boden des Behälters. In dem vorragenden Teile des Deckels und am unteren Rande des Zylinders sind Öffnungen belassen, durch welche der zulaufende Urin ein-, bzw. abfließt.

Dieser Behälter wird nun bei der Installierung mit Wasser gefüllt und dann soviel sogenanntes Urinöl darauf gegossen, daß dieses bei / zirka 1 *cm* hoch steht. Dieses Öl wird sich, da es leichter ist als Wasser und Urin, stets oben erhalten und so jeden Luftzutritt nach unten sowie das Aufsteigen von Gasen verhindern.

Da zu dem im Behälter angesammelten Urin keine Luft zutreten kann, wird auch keine Fäulnis desselben eintreten können. Diese Pissoirs sind daher vollkommen geruchlos.

Die Wände, bzw. Muscheln der Pissoirs werden mit dem gleichen Urinöl getränkt und bestrichen, so daß an den Flächen keine Flüssigkeit haften kann.

Behufs Reinigung werden alle Pissoirflächen mit einem in Urinöl getränkten Lappen gut abgewischt und sodann mit Urinöl wieder bepinselt. Das Öl hat die Eigenschaft, auch die Luft im Pissoirraume zu verbessern. Eine Erneuerung des Urinöls im Behälter ist erst dann notwendig, wenn durch Ansammlung von Schlamm der Urin träge abfließt. In diesem Falle wird einfach der Zylinder und das Standrohr abgehoben, so daß der den trägen Abfluß verursachende Schlamm, welcher sich im Behälter unten angesammelt hat, mit dem ganzen Inhalt des Behälters rasch abfließt. Um den Schlamm vollständig zu entfernen, wird der Behälter mit Wasser nachgespült, hierauf das Standrohr wieder eingesetzt, der Behälter mit Wasser gefüllt, der Zylinder aufgesetzt und Öl aufgegossen.

Die Fig. 1, T. 78, zeigt einen Ölsiphon, der am äußeren Umfange von den Kanalgasen umspült wird, wodurch der Behälter entsprechend warm gehalten und so vor Einfrieren geschützt wird.

H. Uringruben und Schmutzwasserzisternen.

Die Stalljauche und Schmutzwässer sind, wenn möglich, durch Kanäle abzuleiten. Wo aber keine Kanäle angelegt werden können, sind hiefür in der Nähe der betreffenden Gebäude geeignete Jauchengruben, bzw. Schmutzwasserzisternen

nach Art der Senkgruben herzustellen, welche nach Erfordernis, womöglich monatlich ein- oder zweimal ausgepumpt werden. Demgemäß ist die Größe derselben nach dem jeweiligen Pferdestand, bezw. Wasserverbrauch zu ermitteln, wobei angenommen werden kann, daß für 20 Pferde und einen Tag ein Rauminhalt von 1 m^3 erforderlich ist.

Von den Pferdestallungen, bezw. Ablaufstellen der Hauswässer bis zu den Gruben führen gut abgedichtete Rohrkanäle, welche sowohl an der Einlaufstelle als auch im Kanale selbst mit Wasserschläüssen (letztere auch mit Putzöffnung) versehen sein sollen.

I. Ableitung der Niederschlagswässer.

Die Niederschlagswässer sollen möglichst rasch von den Gebäuden abgeleitet werden, sie sollen auch in der nächsten Nähe der Objekte nicht in den Boden eindringen können. Es soll daher das Umterrain ein entsprechendes Gefälle von den Gebäuden weg erhalten und rings um die Gebäude ein min. 0.70 m breites Traufpflaster hergestellt werden. Soll diese Pflasterung gleichzeitig für den Verkehr als Trottoir dienen, so ist sie mindestens 1.00 m breit zu machen. Die Hofflächen sind derart abzudachen und in den Verschneidungslinien mit zirka 60 cm breiten, gepflasterten Rigolen zu versehen, daß die Meteorwässer möglichst direkt zu den Kanaleinläufen (Gullys) oder zu den Ableitungsgräben geführt werden.

Die Dachwässer können bei vorhandenen Kanälen direkt in diese, beim Schwemmsystem eventuell durch die Abortschläuche geleitet werden.

Dort, wo die Meteorwässer weder durch Kanäle noch durch Gräben weitergeleitet werden können, wo aber im Boden in nicht zu tiefer Lage eine durchlässige Schichte (Schotterschichte) vorhanden ist, welche die Wässer aufzunehmen und ohne Gefahr für die Brunnen abzuleiten vermag, können von der Erdoberfläche bis zu dieser Schichte Schächte (Sickergruben) angelegt werden. Zu den Sickergruben führen dann entweder offene Rigols oder Rohrkanäle. Die Wände dieser Schächte sollen gegen Einsturz mit trockenem Mauerwerk verkleidet werden. Bei dieser Ableitung muß aber durch entsprechende Sondierungen die Tiefenlage der durchlässigen Schichte ermittelt und der Nachweis geliefert werden, daß dadurch die Brunnen in keiner Weise verunreinigt werden können. Es empfiehlt sich, den Einlauf nicht direkt in die Sickergruben, sondern in vorgelegte Schlammkästen münden zu lassen.

Im Falle die Dachwässer zu Trink- oder Nutzwasserzwecken verwendet werden, sind sie durch kleine Kanäle in die Klärbassins oder Filtrierapparate von Zisternen zu leiten (siehe Zisternenanlage im Kapitel Wasserversorgung).

K. Ansammlung von Kehrriecht, Asche und Dünger.

Für jedes größere, bewohnte Gebäude sollen eigene Behälter für Kehrriecht und Asche an geeigneten, nicht zu weit von den Gebäuden entfernten Plätzen im Hofraum hergestellt und mindestens alle Monate entleert werden.

Für kleinere derartige Objekte können hiezu entweder eiserne, für Kehrriecht auch hölzerne Behälter Verwendung finden.

Bei Kasernenanlagen wird in der Regel für jedes Kaserngebäude ein der Größe des Objektes entsprechender Behälter aus Mauerwerk oberirdisch hergestellt und zur getrennten Aufnahme von Kehrriecht und Asche eingerichtet.

Für Stallungen sind außerdem eigene Düngerbehälter in der Nähe der Stallungen anzulegen. Diese sollen aber niemals an das Stallgebäude direkt anschließen.

Alle diese Behälter müssen mit einem wasserdichten Pflaster (Beton- oder Klinkerpflaster in Zementmörtel) versehen sein, damit der Boden nicht infiziert werde. Aschebehälter erhalten immer gemauerte Umfassungswände und eine feuer-sichere Decke, während für Kehr- und Düngerbehälter auch hölzerne Wände und Decken genügen.

Die Größe der Kehr- und Aschebehälter muß der Zahl der Hausbewohner, bzw. dem Belagraum des betreffenden Kaserngebäudes entsprechen.

Auf Tafel 79 sind zwei Kehr- und Aschebehälter aus Beton mit eisernen Verschlusstürchen zur Darstellung gebracht, von denen jeder dem Fassungsraum für eine Kaserne eines Bataillons, einer Kavallerie- oder Artilleriedivision entspricht, kleinere Behälter können bei entsprechender Reduzierung des Fassungsraumes eine ähnliche Konstruktion erhalten.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel mit gerader und Fig. 2 ein solches mit gewölbter Betondecke. Jeder Behälter hat in der Decke eine Einwurfoffnung, zu welcher Stufen emporführen und in den Wänden eine Auswurfoffnung. Ein- und Auswurfoffnungen sind mit eisernen Türchen in Winkeleisenrahmen zum Verschließen eingerichtet. Die Detailkonstruktion dieser Verschlusstürchen ist aus den Fig. 3, 4 und 5 zu ersehen.

Behälter für Pferdedünger können in der Nähe der Stallungen, unter Umständen auch außerhalb des Kasern-, bzw. Wirtschaftskomplexes angelegt werden. Die Größe derselben richtet sich nach dem Pferdebestand und nach der Zeit der Düngerabfuhr. Bei einer täglichen Strohgebühr von 2100 g pro Pferd wird 0.032 m^3 Dünger gewonnen, für dessen Deponierung eine Raumgröße von 0.25 m^3 bei wöchentlicher und 1 m^3 bei monatlicher Düngerabfuhr für den Düngerbehälter zu rechnen ist.

Die Tafel 80 bringt Beispiele verschiedener Düngerbehälter aus Beton zur Darstellung, und zwar Fig. 1 einen geschlossenen, oberirdischen Behälter mit $2 \times 9 = 18 \text{ m}^3$ Rauminhalt für eine halbe Eskadron mit 74 Pferden à 0.25 m^3 , bei wöchentlicher Entleerung. Für eine Eskadron sind bei wöchentlicher Abfuhr zwei solche Behälter nötig, die entweder getrennt oder mit den Langseiten aneinander stoßend, ähnlich wie in Fig. 2 a und b, angelegt werden können.

Der Behälter (Fig. 1) besteht aus zwei gleich großen Teilen, dessen Stirnwände bloß durch eine Dilatationsfuge voneinander getrennt sind. Diese Trennung bezweckt, die bei größeren Betonobjekten und bei stärkerem Temperaturwechsel immer auftretenden Rissebildungen zu verhindern. Jeder dieser Teile hat an der Decke eine Einwurfoffnung und an der Stirnwand eine Auswurfoffnung. Beide Öffnungen sind mit eisernen Türchen nach Detailzeichnung (Fig. 4 und 5) zum Verschließen eingerichtet. Vor den Einwurfoffnungen ist eine entsprechend erhöhte Plattform aus Beton angeordnet, zu welcher auf beiden Seiten Stufen emporführen.

Fig. 2 bringt einen aus vier Teilen bestehenden, geschlossenen und teilweise im Boden versenkten Düngerbehälter zur Darstellung, dessen Rauminhalt von $4 \times 36 = 144 \text{ m}^3$ einer Eskadron mit 145 Pferden, bei monatlich einmaliger Entleerung entspricht. Die vier Teile schließen mit Dilatationsfugen aneinander, erhalten an der Decke je eine Einwurfoffnung und an den Wänden Auswurfoffnungen mit entsprechenden Verschlusstürchen (Fig. 4 und 5). Zu den Einwurfoffnungen führen fünf Betonstufen auf eine 1.00 m breite Plattform.

Die Deckenkonstruktion der Düngerbehälter nach Fig. 1 und 2 besteht aus Eisenbeton mit I-förmigen Eiseneinlagen (siehe Fig. 1 und 2 d). Auch die Plattformen und Betonstufen erhalten Eiseneinlagen (Fig. 1 d und 2 c). Auf die Decke soll man noch eine mindestens 1 cm dicke Asphalt-schicht auftragen.

Alle Eisenbestandteile der Verschlusstürchen für die Ein- und Auswurfoffnungen müssen mit guter Ölfarbe angestrichen werden.

In Fig. 3 ist ein aus 4 Teilen bestehender offener Düngerbehälter mit $4 \times 36 = 144 \text{ m}^3$ Rauminhalt dargestellt. Der Ein- und Auswurf geschieht über die 1 m

hohe Umfassungsmauer. Zum bequemeren Einwurf können an den Umfassungswänden zirka 35 cm hohe Podeste aus Pfosten hergestellt werden, die bei der Abfuhr des Düngers entfernt werden, damit die Wägen möglichst nahe an die Umfassungswände anfahren können.

L. Die Desinfektion.

§ Unter Desinfektion versteht man jenes Verfahren, durch welches gesundheitsschädliche, namentlich aber die als Überträger von Krankheiten erkannten, mikroskopischen Organismen (Bakterien) zerstört, also unschädlich gemacht werden, während die Desodorisation nur bezweckt, den üblen Geruch, welcher gewisse Fäulnisprozesse begleitet, zu beseitigen.

Die Untersuchungen haben im allgemeinen ergeben, daß die Fäulnisprodukte organischer Substanzen (Exkreme, Kadaver usw.), welche sich zwar durch einen üblen Geruch bemerkbar machen, für die Gesundheit des Menschen viel weniger zu fürchten sind als die durch keinen besonderen Geruch sich verratenden Mikroorganismen, deren Bildung aber als Begleiterscheinung einzelner Fäulnisprozesse anzusehen ist. Ein Mittel, welches nur die üblen Gerüche beseitigt, leistet daher sehr wenig.

Nachdem festgestellt wurde, daß faulende Stoffe im allgemeinen als Nährboden für Mikroorganismen angesehen werden können und deren Vermehrung und Verbreitung wesentlich befördern, so müssen alle Desinfektionsmittel unbedingt in stande sein, Fäulnisprozesse zu unterdrücken.

Die oft noch üblichen Räucherungen mit Chlor-, Brom- und Schwefeldämpfen bewirken nie m a l s eine tatsächliche Desinfizierung geschlossener Räume, selbst dann nicht, wenn diese Mittel so konzentriert, als es überhaupt möglich ist, angewendet werden. Die Ursache hievon liegt darin, daß sich das gasförmige Desinfektionsmittel niemals gleichmäßig verbreitet und niemals sicher in alle Fugen und Ritzen eindringt. Wirklich verlässlich kann nur mit Desinfektionsmitteln in flüssiger Form gearbeitet werden.

Jeder Desinfektion soll — wenn tunlich — eine gründliche Reinigung der zu desinfizierenden Gegenstände vorausgehen, um selbe für die Einwirkung der Desinfektionsmittel geeigneter zu machen.

Die Reinigung kann mit Anwendung von Seife und Soda erfolgen oder durch andere Mittel, beispielsweise bei Tapeten durch Abreiben mit Brot.

Für die Desinfektion selbst läßt sich kein allgemein gültiges Verfahren angeben, da die verschiedenen Mikroorganismen (nach Art der von ihnen hervorgerufenen Krankheit, z. B. Typhus, Cholera, Blattern, Scharlach, Diphtheritis, Tuberkulose, Milzbrand, Rotz usw.) auch nur von verschiedenen chemischen Stoffen getötet werden.

Die gegenwärtig zur Anwendung kommenden chemischen Desinfektionsmittel sind folgende:

1. Das Sublimat, Ätz- oder Quecksilbersublimat ist Quecksilberchlorid; es kommt in Lösungen, gewöhnlich im Verhältnisse 1 Teil Sublimat auf 1000 Teile Wasser zur Anwendung, und zwar zur Reinigung von Wunden, zur Desinfektion von Eisenbahnwagen, Schiffen, Fußböden, Wänden u. dgl.; zur Desinfektion von Auswurfstoffen wird es nicht verwendet.

Es ist ein heftig wirkendes Gift, daher die Anwendung desselben nur unter ärztlicher Anleitung erfolgen soll.

2. Kristallisierte Karbolsäure oder Phenol; diese wird aus Stein- und Braunkohlenteer gewonnen und in Lösungen von 1—5% angewendet. Gebraucht wird dieselbe überall dort, wo auch Sublimat verwendet werden könnte, außerdem aber insbesondere bei allen waschbaren Gegenständen, namentlich aber

als Hauptdesinfektionsmittel für Auswurfstoffe. Nachdem die Karbolsäure im konzentrierten Zustande ätzend wirkt, ist die größte Vorsicht bei der Verwendung derselben notwendig.

3. Frisch gelöschter Kalk oder Ätzkalk. Derselbe ist in seiner Wirkung der Karbolsäure nahezu gleich, ist geruchlos, nicht giftig, überall leicht zu beschaffen und billig, verdient daher die größte Beachtung. Er kann als Kalkbrei oder Kalkmilch, die beide erst vor dem Verbrauch zuzubereiten sind, zur Verwendung kommen. Pulverisierter Kalk dient zur Bedeckung von Kadavern und Auswurfstoffen, Kalkmilch zur Desinfektion der Aborte, Senkgruben, Kanäle usw. sowie zur Tünchung der Wände. Milzbrandsporen und Tuberkelbazillen werden durch Ätzkalk nicht getötet.

Der zur Anwendung kommende Kalk soll in großen Stücken vorrätig gehalten werden und möglichst frisch gebrannt sein. Zu Pulver zerfallener Kalk ist zu Desinfektionszwecken nicht geeignet.

4. Chlorkalk, auch Bleichkalk ist imstande, die Milzbrandsporen und Tuberkelbazillen zu töten, sobald er als dicker Brei mit denselben in Berührung kommt. Bei der Tünchung von Wandflächen, Abwaschung von Pflasterungen oder Lehmestrichen usw. läßt sich dies ganz gut bewerkstelligen. Er wird auch zur Chlorräucherung durch Überschütten mit Salzsäure verwendet.

5. Schwefelkarbolsäure ist eine Mischung von Karbolsäure mit reiner Schwefelsäure und stellt eine sirupartige Flüssigkeit dar, aus welcher eine 2—5%ige, wässrige Verdünnung gemacht wird. Mit dieser kann man Milzbrandsporen und Tuberkelbazillen töten.

6. Kreolin. Dasselbe besteht aus Kohlenwasserstoffen und Karbolsäure, die zum Teile durch Verwandlung in Natronverbindungen im Wasser löslich gemacht sind. Es bildet eine dunkelbraune, sirupartige Flüssigkeit und riecht teerähnlich. Man benützt hievon 2—5%ige Lösungen, welche der Karbolsäure an desinfizierender Wirkung nicht nachstehen. Kreolin ist aber weniger giftig als diese.

7. Antipolypin aus der chemischen Fabrik Viktor Alder in Wien. Es ist ein weißes, geruchloses, in Wasser lösliches, aus Naphtholnatrium und Fluornatrium bestehendes Pulver. Es übt eine sehr stark desinfizierende Wirkung aus und tötet angeblich alle Mikroorganismen, selbst die Milzbrandsporen.

Für die Verwendung wird Antipolypin im Wasser in 5%iger Lösung aufgelöst und die zu desinfizierenden Gegenstände, Mauerflächen, Fußböden usw. damit ein- oder mehrmals angestrichen. Wenn nötig, können auch stärkere Lösungen angewendet werden.

Antipolypin ist mäßig giftig und ätzend. Bei der Handhabung müssen die Hände durch Gummihandschuhe geschützt werden; auch darf nichts von der Lösung in die Augen kommen.

Gegen Hausschwamm ist es eines der besten Mittel.

8. Formaldehyd von der Firma Hugo Blank in Wien ist eine 40%ige wässrige Lösung des Formaldehydgas. Die Lösung ist klar und farblos, muß jedoch in geschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden, weil Formaldehyd flüchtig ist. Verwendet wird es zirka 1%ig, ist daher mit Wasser zu verdünnen.

Es ist ein sehr gutes Konservierungs-, Desinfizierungs- und Desodorisierungsmittel und ist in bezug auf Keimtötung dem stärksten Antiseptikum, dem Sublimat, ebenbürtig, dabei aber in verdünnten Lösungen ungiftig.

9. Das beste und sicherste Desinfektionsmittel für alle Fälle ist die Hitze. Für metallene Gegenstände eignet sich daher am besten das Ausglühen, und zwar bis zirka 150° C, da bei dieser Temperatur schon alle bekannten Bakterien getötet werden. Für Stoffe, Seide, Betten usw. verwendet man Dampf von 100° C Temperatur als vollkommen verlässliches Desinfektionsmittel. Für Pelz- und Ledersachen gibt es noch kein verlässliches Verfahren. Die beste Anwendung der Hitze als

Desinfektionsmittel erfolgt in der Form von strömenden Dämpfen, wodurch in 5—10 Minuten selbst die widerstandsfähigsten Keime getötet werden.

Wichtig ist die Desinfektion der Aborte bei Auftreten von epidemischen Krankheiten. Zu diesem Zwecke begießt man Senkgruben, Aborte u. dgl. mit Kalkmilch oder mit starken Karbol- oder Sublimatlösungen.

Trinkwasser wird durch Abkochen desinfiziert.

Unter den den üblen Geruch beseitigenden, desodorisierenden Mitteln ist bei Latrinen der trockenen Erde der Vorzug einzuräumen (auf 1 Teil Exkremete 5—10 Teile Erde). Ferners finden Anwendung: Torfmull, Karbolkalk, rohe Karbolsäure, Formaldehyd und Eisenvitriol, letzteres besonders zur Beseitigung fauligen Geruches, wobei es in Lösungen von 1 Teil Eisenvitriol und 20 Teilen Wasser zur Anwendung kommt, und zwar per 1 m³ Exkremete 20 l dieser Lösung.

VII. Bodenentwässerung.

(Tafel 81.)

Jene Teile des Erdbodens, in denen die wasserundurchlässige Schichte so hoch liegt, daß das Grund- und Regenwasser bis zur Humusschichte emporsteigt, sind ungesund und unfruchtbar, daher weder als Bauplätze noch für Kulturanlagen geeignet. (Siehe Grundwasserverhältnisse im Kapitel Fundierungen.)

Durch die Anlage eines geeigneten Systems offener Gräben oder unterirdischer Kanäle (Drainage) kann das überflüssige Wasser solcher Terraintteile nach tiefer gelegenen Stellen geleitet werden, wo es entweder versickert oder von natürlichen Wasserläufen aufgenommen und abgeleitet wird.

1. Entwässerung durch offene Gräben⁷(Tagleitungen).

Die einfachste Entwässerung besteht darin, daß man auf der zu entwässernden Fläche ein System von offenen Gräben anlegt, welche an den höchsten Stellen schmal und seicht sind, in den tieferen Lagen aber an Breite und Tiefe immer mehr zunehmen und in denen das überschüssige Wasser auf kürzestem Wege in entsprechend große Sammelgräben geleitet und von diesen in fließende Gewässer abgeführt wird.

Die Gräben müssen ein gleichmäßiges Gefälle haben und zweckmäßig über die ganze zu entwässernde Fläche verteilt sein. Die Wände derselben müssen je nach der Haltbarkeit des Bodens entsprechend flach geböschet sein, um nicht einzustürzen und die Gräben nicht zu verschütten.

Diese Art der Entwässerung kann nur in besonderen Fällen, namentlich bei geringen Wassertiefen, Anwendung finden, weil sie zu viel kulturfähigen Boden beansprucht und viel Instandhaltungskosten erfordert.

Sind die Terrain- und Grundwasserverhältnisse derartige, daß durch die Anlage von offenen, entsprechend tiefen Gräben in den hochgelegenen Terraintteilen das Grundwasser oder eine Quelle vollständig abgefangen und abgeleitet werden kann, wodurch die tieferen Terraintteile entsprechend entwässert werden, so ist die Anwendung offener Auffanggräben sehr vorteilhaft.

2. Entwässerung durch Drains.

Diese Art Bodenentwässerung besteht darin, daß man unterirdische Leitungen herstellt, in welche das überflüssige Grundwasser eindringt und nach tiefer liegenden Stellen abfließt.

Diese Leitungen müssen durchlässig sein und so tief liegen, daß das an der undurchlässigen Erdschichte sich sammelnde Grundwasser noch in die Leitung einsickern kann. Die Richtung solcher Leitungen hängt von der Bodenformation ab, sie soll im allgemeinen die Entwässerung sämtlicher Terraintteile auf möglichst kurzem Wege und mit gutem Gefälle gestatten.

a) Verschiedene Arten von Drains.

Die Herstellung von Röhrendrains erfolgt zumeist mit 0.3—0.5 m langen Tonröhren von verschiedenem Durchmesser, welche stumpf aneinander schließend auf die Sohle des ausgehobenen Grabens gelegt werden (Fig. 14). Das Wasser dringt bei den Stoßfugen in den Röhrenstrang ein und findet dort ungehinderten Abfluß.

Die früher gebräuchlich gewesenen Schotterdrains (Fig. 11) werden jetzt seltener angewendet, weil sie nur einen trägen Wasserabfluß gestatten und leicht verschlammen. Um letzteres zu verhindern, kann auf die Schotterschichte eine Rasendecke aufgebracht werden.

Besser als Schotterdrains sind die Steindrains (Fig. 12) mit röhrenartigen Hohlräumen, da sie nicht so leicht verschlammen. Zu diesen sind aber plattenförmige Bruchsteine erforderlich, die wieder die Ausführung verteuern.

Torfdrains (Fig. 13) können nur in Gegenden in Betracht kommen, wo geeignetes Torfmaterial vorhanden ist. Die hiezu notwendigen Torfziegel werden zumeist in Form eines Halbzylinders mit entsprechend geformten Schaufeln aus den Torflägern gestochen, mehrere Wochen getrocknet und dann nach Fig. 13 in die Entwässerungsgräben verlegt.

Auch aus gut gebrannten Ziegeln können kanalartige Hohlräume (Ziegel-drains) hergestellt werden, die aber gewöhnlich teurer zu stehen kommen als Röhrendrains.

b) Anlage von Drainagen.

Bei Anlage einer Drainage hat man zu unterscheiden:

- α) Die Saugdrains, welche das Grundwasser direkt vom Boden aufnehmen und
- β) die Sammeldrains, in welche die Saugdrains einmünden.

α) Die Saugdrains.

Die Richtung der Saugdrains legt man gewöhnlich in das größte Gefälle, also ungefähr senkrecht auf die Schichtenlinien. Bei geraden und parallelen Schichtenlinien sind dann auch die Saugdrains parallel zueinander (Fig. 15 b); geringe Abweichungen von den geraden kommen dabei nicht in Betracht.

Bei gekrümmten Schichtenlinien (Fig. 15 a) gibt man der Richtung der Saugdrains eine mäßige Krümmung und trachtet, sie möglichst parallel zueinander anzulegen.

Bei steilen Abhängen legt man die Saugdrains nicht in die Richtung des größten Gefälles, wodurch der Vorteil erreicht wird, daß die Saugdrains die Richtung des abfließenden Grundwassers durchschneiden, daher auch das Grundwasser rascher aufnehmen und ableiten.

Die Tiefe der Saugdrains ist einerseits von der Beschaffenheit des Bodens und von der Art der Bodenversumpfung, andererseits von dem Zwecke abhängig, den man durch die Entwässerung erreichen will.

Wenn die Versumpfung von dem auf der undurchlässigen Erdschichte stagnierenden Grundwasser herrührt, so wird eine gründliche Entwässerung nur dadurch erreicht, daß man die Saugdrains bis in die Tiefe der wasserführenden Schichte legt, falls diese 2 m nicht übersteigt. Ist aber bloß Oberwasser die Ursache der

Versumpfung, so wird in den meisten Fällen eine Tiefe der Saugdrains von 1.25 m genügen, welche Tiefe in allen Fällen gegeben werden muß, damit Frost und die Wurzeln der Bäume die Drains nicht erreichen können.

Zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Entwässerung des Bodens werden die Saugdrains auch in unebenem Terrain überall gleich tief gelegt, soweit dies der ungehinderte Wasserabfluß zuläßt.

Im allgemeinen wächst die Wirksamkeit der Saugdrains bei durchlässigem Boden mit ihrer Tiefe und mit ihrem Gefälle, doch erhöhen sich hiebei die Kosten.

Die Entfernung der Saugdrains voneinander ist von der Durchlässigkeit des Bodens und von der Tiefenlage der Drains abhängig.

Für die normale Tiefe von 1.25 m hat man durch Versuche die Entfernung der Saugdrains in festem Tonboden mit 10 m, in Lehmboden mit 15 m und in lockerem Boden mit 35 m ermittelt.

Nach praktischen Erfahrungen werden für unsere Bodenarten die Entfernungen der Saugdrains mit 12, 16 oder 20 m angenommen.

Der Querschnitt der Saugdrainröhren wird je nach der abzuführenden Wassermenge zumeist mit 3, 4 und 5 cm gewählt. Bei langen Saugdrains nimmt man an der höchsten Stelle die engsten, gegen die Sammeldrains zu immer weitere Röhren. Dabei ist der Grundsatz einzuhalten, daß die Röhren erst bei der Einmündung in die Sammeldrains voll laufen, damit auch in diesem Teile der Boden entwässert werde.

Die folgende Tabelle enthält die bei verschiedenem Gefälle zulässigen Maximallängen der Saugdrains bei den üblichen Entfernungen von 12, 16 und 20 m und bei Röhrendurchmessern von 3, 4 und 5 cm.

Röhren- durchmesser in cm	Entfer- nung der Drains in m	Maximallängen der Saugdrains bei einem Gefälle von							
		10‰	8‰	6‰	4‰	2‰	1‰	0.5‰	0.2‰
		in Metern							
3	12	550	500	400	300	250	170	120	80
	16	400	350	300	250	180	130	90	50
	20	300	270	250	200	130	100	70	40
4	12	1200	1100	1000	800	600	400	300	200
	16	900	800	700	500	400	300	200	150
	20	700	600	500	400	300	200	150	100
5	12	2800	2600	2200	1800	1300	900	600	400
	16	2200	1900	1700	1400	1000	700	500	300
	20	1700	1600	1300	1100	800	600	400	200

Wie die Tabelle zeigt, steigt die maximale Rohrlänge mit dem Abnehmen der Entfernung der Saugdrains und mit dem Zunehmen ihres Gefälles. Bei der Wahl der Röhren ist daher nicht allein die Wassermenge, sondern auch das Gefälle in Betracht zu ziehen. Auch ist zu berücksichtigen, daß in Röhren von größerem Durchmesser bei gleichem Gefälle das Wasser wegen der geringeren Reibung rascher fließt als in engeren Röhren.

β) Die Sammeldrains.

Diese nehmen das Wasser von den Saugdrains auf und führen es direkt oder durch Vermittlung offener Gräben in fließende Gewässer.

Der Rohrquerschnitt für Sammeldrains ist daher bedeutend größer als der der Saugdrains und muß im allgemeinen der Summe der Querschnitte aller einmündenden Saugdrains entsprechen. Bei geringem Gefälle der Sammeldrains wird dieser Querschnitt noch entsprechend erhöht.

Gebräuchlich sind Tonröhren von 8—15 cm Lichtweite und 15—20 mm Wandstärke; in Ausnahmefällen werden selbst bis 20 cm weite Rohre gebraucht.

Die Lage der Sammeldrains ist im allgemeinen an der tiefsten Stelle der Saugdrains und je nach der Bodenformation entweder am Fuße eines Hanges oder bei muldenförmigem Terrain in der Muldensohle.

Die Richtung ist teils durch die Lage des Aufnahmsgrabens, teils durch das Bodengefälle gegeben.

Das Gefälle der Sammeldrains richtet sich nach der Bodenformation, es wird im allgemeinen bedeutend geringer sein als jenes der Saugdrains. Obwohl ein gleichmäßiges Gefälle am sichersten eine Verschlämmlung verhindert, wird dies mit Rücksicht auf die Bodenformation in den meisten Fällen nicht immer beizubehalten möglich sein. Man soll daher durch wechselnde Tiefenlagen (innerhalb gewisser Grenzen) trachten, in allen Teilen ein genügendes, wenn auch wechselndes Gefälle zu bekommen. Jedenfalls soll bei geringerem Gefälle an der Ausmündung der Sammeldrains auf eine, wenn auch nur kurze Distanz ein etwas größeres Gefälle eingeschaltet werden.

Die Vereinigung der Sammeldrains mit den Saugdrains (Fig. 15) erfolgt unter spitzen Winkeln in der Richtung des Wasserlaufes, um eine Anstauung und eine Verschlämmlung möglichst zu verhindern; haben die Saugdrains nur ein geringes Gefälle, so soll dieses bei der Einmündung in die Sammeldrains etwas vergrößert werden. Die Verbindung der Einmündungsstelle kann mit entsprechenden, an den Sammeldrainrohren angesetzten Zweigstücken oder dadurch erfolgen, daß man, wie die Fig. 17 andeutet, die Sammeldrains um den äußeren Rohrdurchmesser tiefer legt als die tiefste Stelle der Saugdrains, auf die Sammeldrains die Saugdrains auflegt, an der Kreuzungsstelle aber früher in beide Rohre ein dem Durchmesser der Saugdrains gleichkommendes Loch einstimmt. Das Rohrende des Saugdrains und die Verbindungsstelle wird mit plastischem Lehm oder Ton verstrichen.

Die Ausmündung der Sammeldrains erfolgt entweder direkt in fließende Gewässer oder in offene Gräben, welche das Wasser aufnehmen und ableiten.

Die Fig. 16 zeigt ein Beispiel einer Ausmündung der Sammeldrains. Das Rohr liegt über der Sohle des Grabens, bei fließenden Gewässern über dem höchsten Wasserstand, um bei Hochwasser eine Rückstauung und Verschlämmlung der Drainrohre zu verhindern. Damit das Ausmündungsrohr unter der Einwirkung des Frostes nicht Schaden leide, verwendet man ein widerstandsfähigeres Rohr (Eisenrohr), welches eine größere Lichtweite erhält. Auch soll die Ausmündung etwas über die Mauer vorspringen und mit einem Drahtnetz verschlossen werden, um das Eindringen kleiner Tiere zu verhindern.

Es können vorteilhaft auch mehrere Sammeldrains in einen Rohrstrang vereinigt werden, wodurch die Zahl der Ausmündungen wohl vermindert, aber wegen des Erfordernisses größerer Rohrdurchmesser manchmal auch die Kosten der Anlage erhöht werden.

c) Die Ausführung einer Röhrendrainage.

Nachdem man sich über die Beschaffenheit des Bodens und den Stand des Grundwassers durch entsprechende Aufgrabungen vollkommene Klarheit verschafft hat, wird an der Hand eines Schichtenplanes das Drainsystem entworfen. Dabei ist es der Übersichtlichkeit wegen vorteilhaft, die Saug- und Sammeldrains mit zwei verschiedenen Farben auszuziehen und auch alle auf diese bezughabenden Koten mit der betreffenden Farbe einzuschreiben.

Die Richtungen der Saug- und Sammeldrains werden nach dem fertigen Plane mit deutlich sichtbaren Stangen im Terrain ausgesteckt und die sich dabei eventuell ergebenden Mängel sowohl im Terrain als auch im Plane berichtigt.

Die Erdarbeit ist am besten im Herbst oder Spätsommer, besonders bei trockener Witterung, auszuführen. Regenwetter verteuert die Arbeit. Die Gräben werden aus ökonomischen Gründen an der Sohle nur so breit gemacht, als es der Rohrdurchmesser verlangt. Die Wände werden so steil als möglich geböschet; bei festem Boden genügt eine Böschung unter $1:1\frac{1}{7}$.

Außer den üblichen Erdwerkzeugen sind für die Aushebung dieser schmalen Gräben eigene Spaten (Fig. 18 und 19), ferner Kellen (Fig. 20) zum Herausheben der losen Erde und zum Ebenen der Grabensohle notwendig.

Die Erdarbeit beginnt man am Fuße des Drainagesystems nach vorhergegangener Trassierung, indem ein Arbeiter die oberste Schichte auf zirka $\frac{1}{4}$ der Grabentiefe aushebt und mit dieser Arbeit längs der Trasse nach rückwärts schreitet; ein zweiter Arbeiter folgt ihm und hebt den Graben bis zur halben Tiefe aus; ein dritter Arbeiter gräbt unter Belassung eines kleinen Absatzes (Berme) an beiden Grabenwänden bis $\frac{3}{4}$ der Grabentiefe mit dem Spaten (Fig. 18) und ein vierter Arbeiter vollendet den Graben mit dem schmalen Spaten (Fig. 19). Sodann wird mit der Kelle (Fig. 20) die Sohle geebnet und hierauf das Nivellement der Sohle nochmals kontrolliert; letzteres ist bei geringerem Gefälle besonders wichtig. Bei vorhandenem Grundwasser bemerkt man ohnehin an dem Stauwasser die Mängel in der Ausgrabung, welche noch vor dem Legen der Rohre behoben werden müssen.

Das Legen der Rohre beginnt man am höchsten Punkte; es muß mit der größten Sorgfalt geschehen, damit keine Verstopfungen vorkommen, deren Auffinden nach bewirkter Erdarbeit äußerst schwierig und kostspielig wäre.

Auf die geebnete Sohle werden die Röhren stumpf, aber in gerader Linie aneinandergereiht, so daß sie einen durchlaufenden Röhrenstrang bilden; man bedient sich hiezu des Legehakens (Fig. 21), indem man denselben in die Öffnung des Rohres einschiebt und, mit ausgespreizten Füßen über dem Graben stehend, das Rohr an die bereits verlegten anschiebt.

Bei vorhandenem Grundwasser und guter Lagerung der Röhren muß auch der Wasserlauf im Rohre schon während der Arbeit sicher funktionieren.

Mit dem Zuschütten eines Saugdrains kann begonnen werden, sobald derselbe bis zur Einmündung in den Sammeldrain gelegt ist und bezüglich der richtigen Lagerung nochmals geprüft wurde; dabei muß die erste Erdschichte sorgfältig eingeworfen werden, damit kein Rohrteil aus seiner Richtung und Lage verschoben wird. Ein Zudecken der Rohre mit Laub, Stroh u. dgl. vor dem Zuschütten wird von manchen Technikern empfohlen, ist aber nicht notwendig.

Das Legen des Sammeldrains erfolgt in der gleichen Weise wie jenes der Saugdrains.

Beispiel einer Entwässerungsanlage.

Die Fig. 12 zeigt den Entwurf eines Drainagesystems. Hiebei wurde Lehm-boden vorausgesetzt. Die Saugdrains sind in parallelen Entfernungen von 15 m angeordnet, liegen durchschnittlich 1.25 m tief und haben ein genügendes, aber infolge der wechselnden Terraininformation ungleichmäßiges Gefälle. Die Sammeldrains sind in den Mulden angeordnet und führt das untere Ende dieser Drains direkt in einen Bach.

Die Saugdrains sind bis auf den muldenförmigen Teil A, in welchem sie konvergieren, durchwegs parallel angeordnet.

VIII. Die Feuerungsanlagen.

A. Brennstoffe.

Die gebräuchlichsten natürlichen Brennstoffe, als: Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle (Anthrazit), bestehen im wesentlichen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die künstlichen Brennstoffe wie Holzkohle, Torfkohle, Koks usw. werden aus den natürlichen gewonnen.

1. Natürliche Brennstoffe.

Das **Holz**. Man hat hartes, weiches und harzreiches Holz zu unterscheiden.

Das harte Holz hat ein dichteres Zellengewebe als das weiche, brennt daher langsamer und mit weniger Flammenentwicklung, da der Luftzutritt in das Innere des Holzes durch die kleinen Poren spärlicher erfolgt; es gibt aber eine stärkere Glut und auch mehr Hitze. Frisch gefälltes Holz enthält viel Wasser, es muß daher vor der Verwendung an der Luft trocknen.

Der **Torf** besteht aus einem Gemenge mehr oder minder verwester, zum Teile schon verkohlter, mit Humus vermischter Pflanzenüberreste. Torf besteht ungefähr aus 50% Kohlenstoff, 5% Wasserstoff, 30% Sauerstoff, 5% Stickstoff und 10% Asche; er wiegt 250—400 kg pro m³. Torf liefert ein leichtes, billiges Brennmaterial, das mit niedriger Flamme und viel Rauch verbrennt. Für den Gebrauch wird der Torf in handliche Formen (Ziegel) gepreßt und getrocknet.

Die **Braunkohle** ist gleichen Ursprunges wie Torf, jedoch älter und in der Verkohlung mehr vorgeschritten. Die Zusammensetzung und der Brennwert der Braunkohle ist verschieden; erstere kann durchschnittlich mit 67% Kohlenstoff, 5% Wasserstoff, 20% Sauerstoff und 8% Asche angenommen werden.

Die jüngste Braunkohle mit deutlich erkennbarer Holztextur wird auch bituminöses Holz oder Lignit genannt.

Die **Steinkohle** (verkohlte Pflanzenreste der Urwelt) ist ein bedeutend älteres Gebilde als die Braunkohle und hat auch einen größeren Heizwert als diese. Es gibt viele, in ihrem Heizwert verschiedene Steinkohlengattungen. Die älteste und beste Gattung ist der Anthrazit, welcher ein glänzendes Aussehen hat und 90—94% Kohlenstoff enthält; er läßt sich schwer entzünden, brennt langsam ohne sichtbaren Rauch und ohne Flamme, gibt aber große Hitze und sehr wenig Asche.

Nach dem Aussehen unterscheidet man fette, bituminöse Steinkohle und magere Steinkohle. Letztere ist schwerer, härter und brennt mit geringerer Flammen- und Rauchentwicklung als die fette Kohle; sie enthält 80—90% Kohlenstoff, während die fette Kohle bloß 70—80% enthält. Die magere Kohle gibt einen festen und schweren Koks, während der aus der fetten Kohle gewonnene Koks leicht und poröse ist (Gaskoks). Als trockene Steinkohle bezeichnet man jene, welche viel mineralische Stoffe enthält, daher auch mehr Asche gibt. Sie ist im allgemeinen härter, aber nicht so dicht als die vorbenannten Kohlengattungen.

Die fette Kohle dient zur Leuchtgaszerzeugung sowie auch für den Hausgebrauch und in zerkleinertem Zustande als Schmiedekohle; die magere und trockene Kohle wird für industrielle Zwecke viel verwendet.

2. Künstliche Brennstoffe.

Die **Holzkohle** wird durch Erhitzen von Holz unter Luftabschluß (in Meilern, Öfen, Retorten) erzeugt, wobei der größte Teil des Wasser- und Sauerstoffes entweicht und unter Erhaltung der Holztextur eine schwarze, leichte und bröcklige Masse (die Holzkohle) bleibt, welche viel Kohlenstoff enthält. Je nach der Verwendung von weichem oder hartem Holze unterscheidet man weiche und harte Holzkohle; die weiche ist leichter entzündbar, brennt schneller, gibt aber weniger Hitze als die harte Kohle.

Gute Holzkohle hat 85% Kohlenstoff, 12% Wasser und 3% Asche.

Die Torfkohle wird aus Torf auf die gleiche Art gewonnen wie die Holzkohle.

Holz- und Torfkohle sind teuer, daher weniger für Beheizung als für manche industriellen Zwecke geeignet.

Der Koks entsteht durch Erhitzen von Stein- oder Braunkohle bei Luftabschluß. Dabei verbindet sich der größte Teil des Sauerstoffes und Wasserstoffes zu Wasser, der übrige Teil mit Stickstoff und Schwefel usw. zu Gasen und ein mehr oder weniger reiner Kohlenstoff bleibt zurück. Bei diesem Prozesse wird auch ein großer Teil des Schwefels in Verbindung mit den Gasen ausgetrieben, welcher als Schwefelkies in vielen Kohlengattungen auftritt. Bei der Erhitzung der Kohle zum Zwecke der Koksbereitung wird auch das Gefüge derselben so gelockert, daß das erzeugte Produkt eine sehr poröse Masse bildet.

Der Koks wird entweder bei der Gasfabrikation als Nebenprodukt (Gaskoks) gewonnen oder in besonderen Koksöfen aus Steinkohle erzeugt. Für die häusliche Feuerung eignet sich der Gaskoks am besten, da der speziell erzeugte Koks zu dicht ist und im Feuerraum einen sehr kräftigen Luftzug erfordert.

Guter Koks muß hart und klingend sein und darf nicht leicht zerbröckeln. In Regenbogenfarben schillernder Koks ist schlecht gebrannt. Schwarze Flecken auf der sonst grauen Oberfläche zeigen einen Gehalt von Schwefelkies an.

Guter Koks verbrennt bei wenig leuchtender Flamme und hinterläßt nur wenig Asche.

Briketts werden aus Steinkohlenstaub erzeugt, indem man diesen mit Teer oder anderen Bindemitteln mengt und zu handlichen Ziegeln preßt.

Flüssige Brennstoffe. Als solche werden meistens Mineralöle, insbesondere das Petroleum, aber auch Spiritus, Benzin u. dgl. benützt (z. B. für Dampfkesselfeuerung).

Gasförmigen Brennstoff liefert größtenteils das aus Steinkohle gewonnene Leuchtgas, ferner Generatorgas und Wassergas.

B. Verbrennungsprozeß.

Die Wärmeentwicklung beruht lediglich darauf, daß der in den Brennmaterialien vorherrschende Kohlen- und Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu Kohlensäure und Wasser verbindet, wenn die Temperatur der Brennmaterialien auf zirka 500° C erhöht wird.

Es muß also der Brennstoff durch Entzünden anderer, leicht brennbarer Stoffe zuerst auf diese Temperatur gebracht werden.

Das entzündete Brennmaterial wird durch die Einwirkung der erzeugten Wärme zuerst destilliert, d. h. es werden die flüchtigen Teile vom festen Kohlenstoff getrennt. Der dadurch frei gewordene Kohlenwasserstoff — mit einer genügenden Luftmenge gemischt — brennt in hellen Flammen und bildet Kohlensäure und Wasser.

Werden die bei der Verbrennung entwickelten Gase unter die Entzündungstemperatur abgekühlt, bevor sie hinreichend mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommen, so entsteht eine Rauchentwicklung und in den Feuerkanälen ein Anlegen von Ruß (Kohlenstoff). Bei höherer Temperatur und genügendem Luftzutritt verbrennt der Rauch mit helleuchtender, gelber, roter oder weißer Flamme.

Bei den gegenwärtig gebräuchlichen Feuerungsanlagen ist die Verbrennung der Brennstoffe meist eine unvollkommene, indem ein Teil des Kohlenstoffes, wie vorerwähnt, unverbrannt als Rauch durch den Rauchschlot abzieht und sich teilweise als Ruß an die Wände des Schlotes ansetzt.

Der in den Brennstoffen enthaltene Sauerstoff macht einen Teil des Wasserstoffes unwirksam, vermindert daher den Wert der Brennstoffe. Auch ein größerer Wassergehalt, welcher zu seiner Verdampfung einen Teil der Wärme in Anspruch nimmt, setzt den Wert der Brennstoffe herab. Ein größerer Gehalt von mineralischen Stoffen, welcher sich bei der Verbrennung als Asche absondert, wird ebenfalls den Heizwert der Brennstoffe vermindern. Schwefelgehalt macht die Brennstoffe wegen der Bildung schwefliger Säuren für manche Verwendung unbrauchbar, z. B. durch Schwefel wird Eisen stark angegriffen.

Die natürlichen Brennstoffe enthalten oft viele solcher Bestandteile, welche den Heizwert herabsetzen. Bei der Umwandlung natürlicher in künstliche Brennstoffe werden diese Bestandteile größtenteils entfernt, wodurch der Heizwert der Materialien erhöht wird.

Zur Bestimmung und Messung von Wärmemengen dient die Wärmeinheit oder Kalorie. Als solche bezeichnet man jene Wärmemenge, welche notwendig ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C zu erhöhen.

Im folgenden sei auf einige beim Verbrennungsprozeß häufig auftretende Erscheinungen aufmerksam gemacht:

1. Da Holz beim Brennen viel Kohlenwasserstoff entwickelt, welcher in der über das brennende Holz hinstreichenden Luft verbrennt und andererseits, weil Holz nur eine sehr geringe Menge Asche zurückläßt, so daß immer genügend Luft zutreten kann, sind für gewöhnliche Holzfeuerungen Roste überflüssig.

2. Die in den Feuerraum von unten eintretende Luft gibt ihren Sauerstoff für die dort beginnende Verbrennung ab und die hierbei entwickelte Kohlensäure verhindert das Brennen des oberen Teiles der Kohlen, wodurch letztere oft unten glühen und oben schwarz bleiben.

Zur Erzielung eines kräftigen Feuers darf man daher nie zu große Brennmaterialstücke in den Feuerraum einbringen.

3. Die Steinkohle erweicht beim Verbrennen und sintert (backt) zusammen; dadurch wird der Luftzutritt in das Innere des Brennstoffes erschwert. Befeuchtet man die Steinkohle vor dem Gebrauche, so wird durch das Verdampfen des Wassers, infolge der damit verbundenen Ausdehnung das Zusammenbacken der Kohle verhindert, sonach die Luftzirkulation im Brennstoffe erhalten und auch der Brennprozeß gefördert.

4. Die zuweilen bei Kohlenfeuerungen eintretenden kleinen Explosionen, welche ein Zurückschlagen von Rauch und Flammen in den zu erwärmenden Raum hervorrufen, entstehen dadurch, daß durch Aufschütten von Brennstoff auf bereits brennende Kohle der Luftzutritt zu der letzteren unzureichend wird, sich somit Gase entwickeln, welche sich mit der zutretenden Luft vermengen und in dem Momente, als die Flamme durchschlägt, plötzlich zur Gänze verbrennen, d. h. explodieren. Hiedurch bildet sich auf einmal eine so große Menge von Gasen, daß dieselben durch das Ofenrohr nicht rasch genug in den Schornstein abgeführt werden können und sich daher einen anderen Abzugsweg, eventuell sogar durch Zertürmung des Ofens oder Herausschleudern eines Ofenteiles oder Abheben des Ofendeckels verschaffen. Das Zulegen von frischem Brennstoff soll daher in geringen Mengen und so erfolgen, daß das brennende Material vom frischen nie ganz bedeckt werde, auch ist beim Zulegen für genügenden Luftzutritt zu sorgen.

C. Bestandteile einer Feuerungsanlage.

Jede Feuerungsanlage besteht aus dem Feuerraum, in dem die Verbrennung vor sich geht, dem Rauchschlot zur Abfuhr der schädlichen Verbrennungsgase und aus jenem Teile, in welchem die erzeugte Wärme für den jeweiligen Zweck nutzbar gemacht wird (Heiz-, Kochvorrichtung usw.).

1. Der Feuerraum.

Dieser besteht aus dem eigentlichen **Verbrennungsraum**, welcher für Holzfeuerung im allgemeinen größer sein muß als für Kohlenfeuerung, dann aus dem **Roste**, welcher bei einer Holzfeuerung nicht unbedingt nötig ist und aus dem nur bei vorhandenem Rost anzulegenden **Aschenfall**.

Für kleinere Feuerungsanlagen besteht der Rost aus einem aus Gußeisen hergestellten kleinen Gitterwerk, dessen Roststäbe zu einem Ganzen verbunden sind. Bei größeren Feuerungsanlagen werden die einzelnen, gußeisernen oder schmiedeeisernen Roststäbe auf die Bodenfläche des Feuerraumes in einen Falz parallel nebeneinander gelegt.

Je nach der Form des Rostes unterscheidet man den **Flach- oder Planrost**, welcher mit der Sohle des Feuerraumes in einer geraden Ebene liegt und zumeist nur für Holzfeuerung dient, den **Korbrost**, welcher eine muldenförmige Vertiefung bildet und für Kohlenfeuerung besser ist als der Planrost, ferner den **Treppenrost**, welcher stufenförmig gegen das Heiztürk ansteigt und nur für Kohlenfeuerung dient.

Durch die Zwischenräume der Roststäbe wird dem Feuerraum Luft zugeführt und gleichzeitig auch die Asche in den Aschenfall hinabfallen.

Ein gut konstruierter Treppenrost verhindert das Durchfallen der kleineren Kohlenstücke fast vollständig und ermöglicht auch einen größeren Luftzutritt zum Feuerraume.

Die Roststäbe erhalten einen trapezförmigen Querschnitt und liegen mit der schmalen Seite nach unten, so daß die Zwischenräume ebenfalls trapezförmig sich nach unten erweitern, damit kleinere Kohlenstücke sich zwischen den Stäben nicht einzwängen und die Zwischenräume verstopfen.

Die obere, kleinste Fläche aller Zwischenräume nennt man die **freie**, und die obere, größte Fläche aller Roststäbe die **bedeckte Rostfläche**, beide zusammen bilden die **Gesamtrostfläche**.

Die freie Rostfläche muß so groß sein, daß so viel Luft durchströmen kann als zur Verbrennung des auf dem Roste angehäuften Brennstoffes notwendig ist. Die Entfernung der einzelnen Roststäbe voneinander muß andernteils so bemessen sein, daß möglichst wenig Brennstoff unverbrannt durchfallen kann.

Das Verhältnis der freien zur gesamten Rostfläche ist nach dem Brennstoff verschieden und liegt zwischen $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$.

2. Der Rauchschtot.

Durch den Rauchschtot (Schornstein) entweichen die bei der Verbrennung erzeugten Feuergase bis über Dach, in welcher Höhe sie für die Bewohner unschädlich sind. Andererseits wird durch das rasche Aufsteigen der im Rauchschtot befindlichen, durch die Feuergase erwärmten Luft ein Nachsaugen der Zimmerluft durch den Verbrennungsraum bewirkt und dadurch der nötige Luftzug hergestellt (Zug des Rauchschtotes).

Dieser Zug wächst im Rauchschtot mit der Zunahme der Temperatur und mit der Höhe des Schornsteines, dann mit der Glätte der Rauchschtotwände. Auch hat das Material der Rauchschtotwände großen Einfluß auf den Zug im Rauchschtot, weil z. B. ein guter Wärmeleiter wie Eisenblech die Wärme der Luft des Rauchschtotes rasch aufnimmt und nach außen abgibt, wodurch die Temperatur und damit auch der Zug im Schlotte abnehmen muß.

Die gewöhnlich auftretenden Zugstörungen im Rauchschtot können verschiedene Ursachen haben. Vor allem muß schon bei der Konstruktion der Rauchschtote darauf gesehen werden, daß der Querschnitt des Schlototes im richtigen Verhältnisse zur Größe und Zahl der Feuerungsstellen stehe (siehe Seite 154), daß alle zu scharfen Richtungsänderungen vermieden werden, daß die Einmündung

zweier oder mehrerer Feuerstellen immer in ungleichen, mindestens 0·3 m voneinander verschiedenen Höhen erfolge und daß die Ausmündung des Rauchschlotes mindestens 0·50 m über dem Dachfirst, bei angrenzenden, höheren Gebäuden aber bis über die Dächer derselben emporgeführt werde. Auch sollen nie mehr als drei, höchstens vier gewöhnliche Feuerstellen in einen 15/17 cm großen Rauchschtot münden, die aber in ein und demselben Geschoße liegen müssen, da sonst bei vorkommenden Zugstörungen die Verbrennungsgase der unteren Geschoße durch die Einmündungen der oberen Geschoße in die Wohnräume eindringen würden.

In Wohngebäuden sollen die Rauchsclote möglichst gruppenweise in einer Mittelmauer angeordnet werden und nahe dem Dachfirst ausmünden. In den Außenmauern würden Rauchsclote zu rasch abkühlen.

Manchmal müssen Rauchsclote auch an Feuermauern frei emporgeführt werden, wozu sich Poterien oder Röhren aus Steinzeug besser eignen als eisenerlecherne Röhren, welche zu rasch abkühlen.

Die Ansicht, daß die auf den Rauchfangkopf einwirkende Sonnenhitze die Rauchgase zurückdrängt, ist eine irrigc; die dadurch im Rauchsclot allerdings entstehende, unbedeutende Verminderung des Zuges kann nur darauf beruhen, daß durch die von der Sonne erwärmte Luft vor der Ausmündung des Schlotcs die Temperaturdifferenz zwischen der Außenluft und den Rauchgasen herabgemindert wird und dadurch ein trägerer Abzug der Rauchgase eintritt.

Zur Verstärkung des Zuges dienen verschieden konstruierte R a u c h f a n g a u f s ä t z e und R a u c h s a u g e r, welche entweder bloß eine Erhöhung der Ausmündung bezwecken oder auch eine saugende Wirkung durch Ausnützung des Windes hervorrufen (siehe Fig. 1—5 und 9, T. 93).

Sämtliche Rauchsclote müssen mit den Nummern der Lokale, zu welchen sie gehören, numeriert und diese Nummern sowie die betreffende Geschoßbezeichnung auch auf den zugehörigen Putztürchen angeschrieben sein.

Die Reinigung der Rauchsclote, welche stets rechtzeitig durchgeführt werden muß, besorgt der Kaminfeger in der Weise, daß er in den schließbaren Schlot einsteigt und den Ruß von den Wänden abkratzt und abkehrt, bei den russischen Schloten aber am oberen Ende des Schlotcs eine entsprechend große, steife, durch eine eiserne Kugel beschwerte, an einem Seile befestigte Bürste einführt. Durch die eiserne Kugel wird die Bürste in den Schlot herabgezogen und der an den Wänden angesetzte Ruß durch öfteres Aufziehen und Herablassen vollkommen abgekehrt. Der Ruß fällt beim Kehren in den Schlot hinab und wird am unteren Ende durch eine zirka 40 cm hohe Putzöffnung entfernt. Am oberen Ende können die Putzöffnungen entweder zirka 1 m über dem Dachbodenpflaster angelegt und die Bürste bei diesen Öffnungen eingeführt werden oder es müssen — wie manche Bauordnungen vorschreiben — die Schlote vom Dache aus gereinigt werden, wozu dann vor den Schloten Laufbrücken angeordnet werden müssen. Dasselbe gilt bei flachen Holzzementdächern, die gewöhnlich keine betretbaren Dachräume haben.

Der ober dem oberen Putztürchen liegende Teil des Schlotcs wird mit einer an einem steifen Drahtseile befestigten Bürste gereinigt, welche in den Schlot bis zur Ausmündung desselben hinaufgestoßen und dann wieder herabgezogen wird.

Alle Rauchsclote sollen womöglich bis in das unterste Geschoß (Keller) führen und dort in einem Gange oder Vorräume ausmünden, wodurch die Verunreinigung beim Putzen bloß auf eine Stelle beschränkt bleibt, an der sie weniger Schaden verursacht.

Sämtliche Putzöffnungen müssen einen feuersicheren Verschluß mit doppelten, eisernen Putztürchen erhalten.

Bei größeren Feuerungsanlagen sollen die Rauchsclotausmündungen über Dach mit F u n k e n f ä n g e r n aus engmaschigen Drahtgeflechten versehen werden. Manchmal können auch R a u c h v e r z e h r e r notwendig werden.

D. Die Heizanlagen.

Jede Heizanlage muß folgenden Hauptbedingungen entsprechen:

- a) Der zur Verwendung gelangende Brennstoff muß möglichst vollständig, also mit wenig Rauchentwicklung verbrennen können;
- b) die durch den Brennprozeß entwickelte Wärme soll dem zu erwärmenden Raume mit wenig Verlust mitgeteilt werden;
- c) die Wärmemitteilung soll möglichst gleichmäßig im ganzen Raume erfolgen.

Bezüglich Erwärmung eines Raumes ist zu berücksichtigen, daß die warme Luft stets nach oben steigt und zwischen der Temperatur am Fußboden und jener an der Decke bei über 3^m hohen Räumen eine Differenz bis 12° C auftreten kann. Um nun diese Temperaturdifferenz möglichst herabzudrücken, ist eine zweckmäßige Verbindung der Heizanlage mit einer fortgesetzt tätigen Luftzirkulation erwünscht. Eine derartige Heizung nennt man Heizung mit Luftzirkulation zum Unterschied von der Heizung mit Aufspeicherung der Wärme. Letztere besteht darin, daß die den Feuerraum umgebenden schlechten Wärmeleiter die entwickelte Wärme allmählich aufnehmen, auf den ganzen Heizkörper ausbreiten und langsam wieder an die Umgebung abgeben.

Bei den gewöhnlichen Öfen wird die Aufspeicherung der Wärme zumeist von den Ofenwänden allein oder von diesen in Verbindung mit an den Feuerraum anschließenden Tonkörpern besorgt.

Die Beheizung der Räume kann auf zweierlei Art erfolgen:

1. Durch die Lokalheizung (Einzelheizung), bei welcher der Heizapparat (Kamin oder Ofen) in dem zu beheizenden Raume aufgestellt ist, und
2. durch die Zentralheizung, bei welcher der Heizkörper zumeist in einer Kammer (Heizkammer) aufgestellt ist und die hier erzeugte Wärme als Heizluft oder Heißwasser oder als Dampf mittels Kanälen, bzw. Röhren in die zu beheizenden Räume geleitet wird.

1. Die Lokalheizung.

a) Die Kaminheizung.

Bei dieser wird in einem großen, offenen Feuerraum ein Feuer mit starker Flamme oder Glut erzeugt und die Luft des Raumes durch die direkte Ausstrahlung der vom Feuer erzeugten Hitze erwärmt. Es muß daher eine Seite des Feuerraumes gegen das Zimmer offen sein. Die hohe Temperatur der Feuergase wird hiebei aber nur ganz unbedeutend ausgenützt, weshalb diese Art der Heizung die unökonomischste ist.

Fig. 1, T. 82, zeigt den einfachen Wälschen Kamin. Eine dünne, durchlochte Ziegelmauer *a* schützt die Hauptmauer vor Anbrennen und ermöglicht auch den Luftzutritt zum Feuer von rückwärts. Der aus Metall oder Mauerwerk bestehende Rauchmantel *b* (Schild oder Vorhang) leitet die Feuergase nach dem Rauchfange. Die in den Schornstein abgehende erwärmte Luft wird durch die durch die Spalten der Fenster und Türen einströmende frische Luft ersetzt, wodurch ein unangenehmer Luftzug entsteht.

Eine verbesserte Art zeigt Fig. 2, T. 82. Hiebei ist der Feuerraum gegen den Schornstein durch eine Eisenplatte *e* abgeschlossen. Nach vorne ist derselbe durch den Vorhang *v*, nach unten zu durch den Korbrost *r* begrenzt. Nach oben verengt sich der Feuerraum und läßt sich bei seiner Einmündung in den Rauchschlot gegen diesen durch eine Klappe *k* absperren. Letztere kann nach dem Verlöschen der Glut geschlossen werden, wodurch verhindert wird, daß die im Wohnraume angesammelte Wärme unausgenützt entweicht.

Eine bessere Ausnützung der erzeugten Wärme gestattet der in Fig. 3, T. 82, dargestellte Ventilationskamin. Bei diesem werden die Verbrennungsgase durch eiserne Rohre in den Rauchschlot abgeführt. Diese Eisenrohre sind auf Zimmerhöhe in einem, mit größerem Durchmesser gemauerten Schlote geführt, welcher oben mit der Zimmerluft und unten mit der Außenluft durch entsprechende Öffnungen *a* und *b* verbunden ist. Nach erfolgter Anfeuerung erwärmt sich die Luft im gemauerten Schlote an den Eisenröhren und strömt durch die obere Öffnung *b* in den zu beheizenden Raum. Gleichzeitig wird frische Luft bei der unteren Öffnung *a* angesaugt und so der Raum mit frischer erwärmter Luft erfüllt, welche, sich langsam abkühlend, wieder zu Boden fällt und entweder durch den Kamin oder durch entsprechende Ventilationsöffnungen entweicht. Auf diese Art wird nicht nur eine gleichmäßige Erwärmung des Raumes, sondern auch eine stete Lüfterneuerung (Ventilation) bewirkt. Gleichzeitig erfolgt auch die Erwärmung des Raumes an der unteren Seite durch direkte Ausstrahlung der Wärme bei der Kaminöffnung.

b) Die Heizung mit Öfen.

Jeder Ofen besteht im allgemeinen aus dem Feuer- oder Heizraum mit Rost und Aschenfall und aus den Feuer- oder Rauchzügen, welche vom Feuerraum entweder direkt oder mit einigen Biegungen (Windungen) in den Rauchschlot führen.

Der Feuerraum ist ganz geschlossen und nur mit einem Türchen zum Anheizen und Zulegen versehen. Die Erwärmung des Raumes erfolgt durch die Wärmeausstrahlung der Ofenwände, die entweder aus Ton (Kacheln) oder aus Eisen oder aus beiden Materialien zugleich, manchmal auch aus Mauerwerk bestehen.

Die Konstruktion der Öfen ist sehr verschieden. Bei den alten Öfen (Schüröfen) mußte fortgesetzt neues Brennmaterial zugelegt (geschürt) werden, um den Brand längere Zeit zu unterhalten. Die Feuergase wurden durch mehrfach gebrochene, horizontale und vertikale Feuerzüge des Ofens oder der Rauchrohre geführt und auf diese Weise auch die Wärme der Verbrennungsgase für die Beheizung nutzbar gemacht. In den alten Tonöfen (Kachelöfen) war bei der Einmündung der Feuerzüge in den Rauchschlot eine Absperrvorrichtung (Klappe) angebracht, um dadurch nach dem Erlöschen des Feuers das Entweichen der in den Ofenwänden aufgespeicherten Wärme in den Rauchschlot zu verhindern. Bei frühzeitigem Schließen der Klappe wird aber auch den schädlichen Gasen der Weg in den Rauchschlot abgesperrt und die Luft im Wohnraume mehr oder weniger von diesen lebensgefährlichen Gasen verunreinigt, so daß die Anbringung solcher Absperrvorrichtungen an vielen Orten verboten werden mußte.

Die neueren Öfen werden zumeist als Füllöfen oder Dauerbrandöfen konstruiert. Bei diesen muß der Feuerraum so beschaffen sein, daß ein größeres Brennstoffquantum auf einmal eingelegt und durch entsprechende Regulierung des Luftzutrittes längere Zeit in Brand gehalten werden kann.

Die Regulierung des Luftzutrittes geschieht zumeist durch ein beim Aschenfall angebrachtes Türchen (Reguliertüre), welches auf den Heizkörper genau passend angeschliffen ist, so daß bei geschlossenem Türchen der Luftzutritt gänzlich abgesperrt ist. Dadurch wird die im Feuerraum erzeugte Wärme größtenteils zurückbehalten und für Heizzwecke besser ausgenützt, während die schädlichen Verbrennungsgase ungehindert durch das Rauchrohr entweichen können.

Bei vielen neuartigen Öfen wird der Heizkörper noch mit einem Mantel umgeben (Mantelöfen), wodurch beim Anheizen die erwärmte, daher leichtere Luft zwischen Mantel und Heizkörper emporsteigt, an der Zimmerdecke sich über dem ganzen Raume ausbreitet, sodann infolge langsamer Abkühlung und Gewichtszunahme wieder zu Boden herabsinkt und durch die saugende Wirkung der zwischen Ofenmantel und Heizkörper emporströmenden Heißluft am unteren Teile des Mantels wieder zwischen diesem und dem Heizkörper eintritt. Die auf diese Weise im Zimmer

entstehende Luftzirkulation bewirkt eine gleichmäßige Erwärmung des ganzen Raumes, auch wenn der Ofen in einer Zimmerecke oder in einer Nische steht. Man nennt eine solche Art der Heizung Heizung mit Luftzirkulation.

Bei Öfen ohne Mantel findet nur eine strahlende Erwärmung des Raumes statt, daher ist die Temperatur in der Nähe des Ofens immer bedeutend höher als an den entfernteren Teilen des Raumes.

Der Mantelofen besitzt auch noch den großen Vorteil, daß mit der Heizung gleichzeitig eine kräftige Ventilation erzielt werden kann, wenn man in den unteren Teil des Ofenmantels durch einen Kanal reine Außenluft einleitet. Eine solche Art der Heizung nennt man dann Heizung mit Ventilation.

Nach dem zur Verwendung gelangenden Brennstoff hat man im allgemeinen Holz-, Kohlen-, Petroleum- und Gasöfen zu unterscheiden, welche je nach der äußeren Form als Säulen-, Kasten- oder Kaminöfen, aus Ton (Kacheln) oder Eisen oder aus beiden Materialien gleichzeitig konstruiert werden können und dann entweder Kachelöfen oder eiserne Öfen oder kombinierte Öfen genannt werden. Primitive Öfen werden manchmal auch bloß gemauert und außen verputzt.

Bezüglich der Wahl zwischen Ton- und Eisenöfen sind verschiedene Umstände maßgebend. Tonöfen geben im allgemeinen eine angenehmere Wärme und haben ein gefälligeres Ansehen, sind aber für kalte Räume, in denen es sich um eine bedeutende Temperaturerhöhung handelt, meistens ungenügend. Die Eisenöfen geben eine rasche und intensive Wärmentwicklung, kühlen aber bald wieder ab und machen niemals den Eindruck der Behaglichkeit. Für Holzfeuerung verdient ein guter Kachelofen unter Umständen den Vorzug vor dem eisernen.

a) Ton- oder Kachelöfen.

Bei diesen erfolgt die Erwärmung des Raumes in der Regel durch Aufspeicherung und direkte Ausstrahlung der Wärme.

In Fig. 4, T. 82, ist der sogenannte russische Ofen im Grundriß und Höhenschnitt dargestellt, der aus Ziegeln gemauert wird und nur für Holzfeuerung eingerichtet ist. Das Mauerwerk nimmt bei kräftiger Feuerung viel Wärme auf und gibt sie dann langsam an den Raum ab.

Der Heizraum *a* ist auf eisernen Schienen überwölbt und durch eine Öffnung in der Gewölbedecke mit dem Feuerkanal *1* verbunden. Die Stichflamme zieht vom Feuerraum durch den Feuerzug *1* zur Ofendecke und im weiteren Verlaufe durch die Züge *2* bis *6* in der Richtung der Pfeile nach ab- und aufwärts, um schließlich durch das Rauchrohr *r* in den Schornstein zu entweichen. Nach dem Erlöschen des Brandes kann der Rauchschlot durch einen Schuber abgesperrt werden, damit die im Ofen aufgespeicherte Wärme nicht entweichen kann und der Ofen längere Zeit warm erhalten bleibt.

Fig. 5, T. 82, zeigt den Berliner Kachelofen, bei welchem zur raschen Erwärmung der Luft in der Höhenmitte eine eiserne Wärmeröhre eingesetzt und zur raschen Absaugung der abgekühlten Zimmerluft eine entsprechende Konstruktion unter dem Feuerraum eingeschaltet ist.

Wie aus den Figuren zu entnehmen ist, steigen die Flammen und Feuergase vom Feuerraum *a*, Fig. 5 *B*, in einem vertikalen, sich bald verengenden, bald erweiternden Feuerzug nach aufwärts, erhitzen zuerst die in der Höhenmitte des Ofens eingeschaltete, eiserne Wärmeröhre *b* und dann erst allmählich die Ofenkacheln.

An der Decke des Ofens teilen sich diese Züge und fallen zu beiden Seiten durch die Feuerkanäle *1, 1* vorne nach abwärts bis auf eine Eisenplatte *c*, *e*, welche die unter dem Feuerraum angebrachten, mit Gittern geschlossenen Luftkanäle *l*₁, *l*₂ überdeckt. Durch die Erwärmung dieser Platte wird die am Fußboden befindliche, also kälteste Luft ebenfalls bald erwärmt.

Auf der Platte *c*, *c* gehen die Feuerzüge gegen die hintere Ofenseite, steigen dort wieder durch die Züge 2, 2 nach aufwärts und vereinigen sich unter der Ofendecke, um von dort aus durch den Schornstein *e* abgeführt zu werden.

Die Fig. 6, 7 und 8, T. 82, bringen einige gebräuchliche Kachelöfen in der Ansicht zur Darstellung, welche sich bloß durch verschiedenartige Führung der Feuerzüge voneinander unterscheiden. In Öfen für Kohlenfeuerung werden die Feuerzüge vorzugsweise horizontal geführt (Fig. 7 und 8), da Kohle nur mit kurzen Stichflammen brennt. Bei anderer Führung der Feuerzüge würden diese nicht genügend erwärmt und es könnte kein kräftiger Zug entstehen, auch würden die Feuerkanäle bald verrußen. In Öfen für Holzfeuerung werden die Feuerzüge meistens vertikal auf- und abwärts geführt, wie dies in Fig. 6 angedeutet ist.

Die Fig. 21, T. 82, zeigt einen Kachelofen, welcher mit einer Einrichtung zur Beheizung mit Luftzirkulation versehen ist. Die Einrichtung besteht aus einem gußeisernen Rohreinsatz (Fig. 21 *a*), welcher in der Mitte eines voll gebauten Kachelofens, wie in der Fig. 21 *b* gezeigt, eingesetzt werden kann.

Nach dem Anheizen des Ofens erwärmt sich das Rohr und die in demselben eingeschlossene Luft sehr rasch, die erwärmte Luft tritt oben aus der Mündung in den Raum, während bei der unteren Mündung die kalte Zimmerluft in das Rohr einströmt. Diese Zirkulation bleibt so lange erhalten, als die Luft im Rohre wärmer ist wie die Zimmerluft. Schließt man die obere Mündung ab, so tritt die warme Luft bei der unteren Mündung, jedoch sehr langsam, aus dem Rohre und die Zirkulation hört ganz auf.

Dieser Einsatz kann auch in alle Kachelöfen eingebaut werden, er ist zu beziehen bei Ferdinand K a p f e r, Eisenhandlung in Judenburg, Steiermark.

Detailausführung der Kachelöfen. Die an der Außenseite glasierten Ofenkacheln sollen an den Rändern so abgeschliffen werden, daß sie genau aneinander passen und ein Verschmieren der Stoß- und Lagerfugen mit Lehm, der ohnehin bald herausfällt, überflüssig wird. Die Kacheln werden in Verband und in horizontalen Reihen aufeinander gesetzt, an den Stoß- und Lagerfugen mit Draht oder Flacheisen verbunden und an der Rückseite mit Lehm verschmiert, eventuell auch noch ausgemauert.

Der Heizraum soll mit Schamotteziegeln in Schamottemörtel gemauert werden, weil Lehmmauerwerk durch die Hitze bald zerstört wird.

Zum Reinigen des Kachelofens soll der Deckel desselben abnehmbar sein; bei den horizontalen Feuerzügen sollen an geeigneten Stellen Putztürchen angeordnet werden.

β) Eiserner Öfen.

Eiserne Öfen werden entweder ganz aus Gußeisen oder aus Blech mit einer Armierung von Gußeisenteilen hergestellt. Bei Blechöfen muß der Heizraum einen Einsatz von Gußeisen oder Schamotte erhalten. Bei den neuesten Öfen ist der aus Gußeisen hergestellte Heizkörper meistens von einem einfachen oder doppelten Blechmantel umgeben.

Von den vielen Konstruktionsarten der eisernen Öfen gelangen im folgenden einige Sorten zur Besprechung.

Der einfache Ofen (Kanonenofen, Fig. 9, T. 82).

Derselbe besteht aus einem zylindrisch geformten Feuerraum mit Planrost und Aschenfall usw. Die Verbrennungsgase ziehen, wie die Pfeile in der Figur andeuten, über eine in der Mitte des Ofens eingeschaltete Eisenplatte, bestreichen und erwärmen sonach die ganze Ofenfläche. Zur besseren Ausnützung der Verbrennungsgase wurden auch noch mehrfach gebrochene und gewundene Rauchrohre angewendet. Dieser Ofen gibt natürlich nur strahlende Wärme, welche den Raum trotz bedeutenden Brennstoffverbrauches nur ungleichmäßig und ungenügend erwärmen konnte, er wird daher nur mehr selten angewendet.

Einfacher Mantelofen (Fig. 10, T. 82).

Der Feuerraum ist mit einer zylindrischen, oben und unten offenen Umhüllung (Mantel) umgeben. Zwischen Mantel und Feuerraum wird beim Anheizen die erhitzte Luft infolge der Gewichtsverminderung nach oben steigen und unter dem Deckel bei *C* ausströmen. Gleichzeitig wird die abgekühlte Luft am Boden bei *A* angesaugt, erwärmt und wieder nach oben steigen, so daß zwischen Mantel und Heizkörper ein beständiger Luftstrom nach oben zieht, welcher dem Heizkörper Wärme entnimmt und diese dem zu beheizenden Raume zuführt.

Unter dem Ofendeckel ist ein mit Wasser gefüllter Behälter *H* angebracht, damit die über die Wasseroberfläche hinziehende Heißluft Wasserdämpfe aufnimmt, wodurch die Luft für das Atmen angenehmer und auch gesünder wird.

Regulierfüll- und Mantelöfen.

Die neueren Öfen sind so konstruiert, daß der Ofen mit einem größeren Brennstoffquantum gefüllt, dieses dann in Brand gesetzt und der Brand durch Regulierung des Luftzuges längere Zeit erhalten wird.

Die Mantelöfen gestatten auch die Heizung mit Luftzirkulation und Ventilation.

Der Meidinger Regulierfüll- und Doppelmantelofen.

Dieser von Professor Meidinger konstruierte und heute schon vielfach verbesserte, teilweise auch umgestaltete Ofen ist in der Fig. 17, T. 82, in einer verbesserten, dem alten Meidingerofen aber ziemlich nahe kommenden Form dargestellt.

Der Ofen besitzt einen gußeisernen Feuerzylinder, welcher von zwei, unten und oben offenen Blechmänteln (Doppelmantel) umgeben ist. Der äußere Mantel reicht vom durchbrochenen Sockel bis zu dem kuppelartig geformten, durchbrochenen Deckel. Der innere Mantel ist kürzer. Der Feuerzylinder besteht aus den in der Figur beschriebenen Teilen; dieselben sind mit Falzen versehen und werden zur besseren Abdichtung der Verbindungsstellen mit sandfreiem Lehm verstrichen. Die einzelnen Teile des äußeren Eisenblechmantels (der innere besteht aus einem Stücke) werden auf den Sockel aufgesetzt, sodann wird der Heizzylinder und auch der Mantel mit zwei Verbindungsstangen zu einem Ganzen zusammenschraubt.

Zur Regulierung des Luftzuges sind die beiden Türchen an den Regulier-, bezw. Füllhals genau passend angeschliffen und so befestigt, daß man sie entweder seitwärts verschieben oder nach oben ganz aufklappen kann. Bei geschlossenen Türchen ist der Luftzutritt in den Heizraum ganz abgesperrt, durch Seitwärtsverschieben der Türchen kann man mehr oder weniger Luft dem Brande zuführen und diesen nach Bedarf regulieren; das Aufklappen der Türchen geschieht nur beim Anheizen und Nachfüllen, bezw. beim Reinigen des Ofens.

Am unteren Teile des Rauchrohres ist ein Ventilationsknie *k* mit einer drehbaren, durchlocherten Kappe angebracht. Wird letztere mit den Öffnungen über die korrespondierenden Durchlochungen des Ofenrohres gestellt, so kann die Zimmerluft in das Ofenrohr einströmen und durch den Rauchschlot abziehen. Dadurch wird die saugende Wirkung und naturgemäß auch der Zug im Ofen vermindert; der Luftzutritt durch die Reguliertür kann infolgedessen nur spärlich erfolgen.

Zur Befeuchtung der Luft kann am Deckel des Heizkörpers ein mit Wasser gefülltes Gefäß aufgestellt werden, eventuell kann der durchbrochene Manteldeckel im oberen Teile eine Vase zur Aufnahme des Wassers erhalten.

Zum Beheizen wird der Ofen durch die Fülltür mit Kohle oder Koks bis auf Handbreite unter der Fülltür angefüllt und von oben wird dann mit Holz und etwas kleiner Kohle angezündet. Die Regulier- und auch die Fülltür werden durch Seitwärtsschieben geöffnet, sobald aber das Feuer gut brennt, wird die Fülltür geschlossen, die Luft strömt dann nur mehr durch die Reguliertür in den Heizzylinder. Der Brand schreitet nun von oben nach unten langsam vorwärts. Ist die

ganze Kohlsäule in Brand, so wird auch die Reguliertür bis auf eine kleine Spalte (1—3 mm) geschlossen, so daß durch die offene Spalte nur so viel Luft dem Brande zugeführt wird, daß derselbe 6—8, bei großen Öfen selbst bis 12 Stunden anhält. Will man den Brand fortsetzen, so wird die Spalte bei der Reguliertür vergrößert und neuer Brennstoff durch die Fülltür nachgeschüttet. Bei Verwendung von Koks kann der ganze Heizkörper auf einmal, bei Kohle aber zur Vermeidung zu vieler Gasentwicklung nur allmählich nachgefüllt werden. Sobald die neue Füllung vollständig in Brand gesetzt ist, wird wieder reguliert, d. h. die Reguliertür bis auf eine kleine Spalte geschlossen.

Der Meidingerofen soll ohne Rost geheizt werden. Der jedem Ofen beigegebene Gabelrost (Fig. 18, T. 82) dient nur zum Reinigen des Ofens von der angesammelten Asche, wenn der Ofen als Dauerbrandofen verwendet, d. h. ununterbrochen geheizt wird. In diesem Falle wird täglich einmal gereinigt, indem man den Rost durch die Reguliertür auf die im untersten Zylinderteil angebrachten Schienen einschiebt; dabei muß der oben befindliche Brennstoff mit einer kleinen Schaufel bis über die Schienen gehoben werden, damit der Raum zum Einschieben des Rostes frei wird.

Der Meidingerofen kann auch mit klein geschnittenem Holze oder mit Braunkohle beschickt werden, dann ist aber ein permanenter, geschlossener Rost (Fig. 19) zu verwenden.

Der Ofen darf nicht überheizt werden, da die unteren Rippenringe sich bei Glühhitze verkrümmen, der Ofen dann undicht werden und nicht mehr gut funktionieren würde. In diesem Falle müßte er auseinander genommen und frisch mit Lehm gedichtet werden, wobei es vorteilhaft wäre, die unteren und oberen Rippenringe zu verwechseln, nachdem die unteren Ringe von der größeren Hitze stets mehr zu leiden haben.

Um Überheizungen möglichst zu vermeiden, darf der Ofen nicht zu klein sein. Bei der Bestellung ist daher stets der Luftraum des zu beheizenden Raumes bekanntzugeben.

Der Meidingerofen zur Beheizung mehrerer Räume.

Die Meidingeröfen und auch alle ähnlich konstruierten Mantelöfen lassen sich leicht zur Beheizung mehrerer nebeneinander liegender Räume einrichten.

Die Fig. 1, T. 83, zeigt eine solche Einrichtung. Im oberen und unteren Teile des Ofenmantels sind Wärmeleitungsrohre w und w_1 eingesetzt, welche durch die Scheidewand reichen und verschließbare Klappen kl besitzen. Unter dem Manteldeckel ist ein fester Blechdeckel mit einer verschließbaren Öffnung eingesetzt. Wird diese Öffnung geschlossen, so zieht die zwischen Mantel und Heizkörper erwärmte Luft durch die offene, obere Wärmeleitung w in den angrenzenden Raum, die abgekühlte Zimmerluft strömt dann durch die untere Wärmeleitung w_1 zum Ofen. Auf diese Weise wird der angrenzende Raum mittels Luftzirkulation erwärmt. Läßt man nun die Öffnung unter dem Ofendeckel etwas offen, so tritt durch diese Öffnung ein Teil der Wärme auch in den Raum, in welchem der Ofen steht, so daß auch dieser noch genügend erwärmt wird.

Auf diese Art können, wie der Grundriß der Figur zeigt, auch drei anschließende Räume miteinander verbunden und gleichzeitig geheizt werden. Durch Schließen der in den Wärmeleitungsrohren angebrachten Klappen können nach Belieben einzelne Räume von der Beheizung ganz ausgeschlossen werden.

Der Heizkörper kann auch in eine in der Wandkreuzung angeordnete Nische gestellt und der Ofen außerhalb der Nische angeheizt und nachgefüllt werden, wie dies die Fig. 2, T. 83, zeigt. Von dieser Nische (Heizkammer) sind gegen die anstoßenden, zu beheizenden Räume verschließbare Öffnungen nahe der Decke und dem Fußboden anzubringen, um die erzeugte Wärme von der Heizkammer in die anstoßenden Räume leiten zu können (kleine Zentralheizung).

Die Fig. 7—13 auf T. 83 zeigen einige Grundrisse solcher kleiner Zentralheizungsanlagen mit von der Firma Leschetizky in Wien umgestalteten Meidingeröfen.

Der Meidingerofen zur Beheizung mit Ventilation.

Jeder Mantelofen kann zur Beheizung mit Ventilation eingerichtet werden.

Die Fig. 3, T. 83, zeigt ein solches Beispiel im Höhenschnitt und Grundriß. Der Ofensockel ist hier gegen den zu beheizenden Raum mit einer verschließbaren Öffnung versehen, sonst aber geschlossen. Zum Sockel führt zumeist unter dem Fußboden ein Luftkanal, welcher mit der Außenluft in Verbindung steht und bei der Einmündung in den Sockel mit einer beweglichen Klappe geschlossen ist.

Bei dieser Einrichtung kann sowohl mit Zirkulation als auch mit Ventilation geheizt werden. Beim Anheizen wird gewöhnlich mit Zirkulation geheizt, indem man die Klappe des Luftkanales schließt und die zum Zimmer führende öffnet. Ist der Raum einmal erwärmt, so wird die Klappe des Luftkanales geöffnet und die zum Zimmer führende geschlossen. Es strömt nun durch den geöffneten Kanal Frischluft ein, erwärmt sich zwischen Heizkörper und Ofenmantel und steigt als erwärmte, frische Luft durch den durchbrochenen Ofendeckel zur Decke des Zimmers, von wo sie, sich langsam abkühlend, zu Boden fällt.

Durch einen nahe dem Fußboden ausmündenden Ventilationsschlot kann die verdorbene Zimmerluft bis über Dach abgeführt werden. Eine zweite, nahe der Decke angebrachte Öffnung des Ventilationsschlotes (Sommerventilation) bleibt geschlossen und wird nur behufs Ventilierung des Raumes im Sommer geöffnet (siehe hierüber das Kapitel Ventilation).

Die Fig. 3 zeigt den Ofen in einer ausgesparten Mauernische stehend und von außen (Gang oder Vorzimmer) zum Beheizen eingerichtet, wie dies bei Schulen, Spitälern u. dgl. häufig vorkommt. Die Ofenkonstruktion ist ein von der Firma Leschetizky in Wien umgestalteter Meidingerofen.

Es können auch zwei oder mehrere Räume mit Ventilation geheizt werden. In diesem Falle steht der Ofen in einer kleinen Heizkammer, wie dies die Fig. 2, 7—13, T. 83, darstellen. Zur Heizkammer muß dann ein verschließbarer Frischluftkanal führen. Die Fig. 1, T. 84, zeigt ein solches Beispiel zur Beheizung zweier Arrestzellen, *a* im Vertikalschnitt, *b* im Grundrisse und *c* im Detailschnitt durch den Ventilationskanal. Die Klappenstellung I im Detailschnitt *c* zeigt die Beheizung mit Ventilation, jene II (gestrichelt) die Beheizung mit Zirkulation.

Idealofen von H. Ehrlich (Fig. 20, T. 82).

Dieser Ofen besitzt statt der beim Meidingerofen angeordneten Fülltür und statt des Deckels einen Füllkopf, woselbst ein zweiter Rost eingelegt ist, welcher es ermöglicht, bei geringem Wärmebedarf (Frühjahr und Herbst) bloß den Füllkopf zu heizen. Letzterer ist oben mit Ringen abgedeckt, um nach Abnehmen derselben auch einen Kochtopf einsetzen zu können.

Wird der obere Rost entfernt, so kann dieser Ofen wie der Meidingerofen behandelt werden, nur ist die Füllung und das Anzünden desselben bei der am Füllkopfe angebrachten Klappe *kl* zu bewirken.

Die im Heizzylinder angegossene, mit Löchern versehene Wand (Reformeinsatz) bewirkt eine bessere Luftzuströmung zum Brennstoffe in jeder Höhe des Heizzylinders und dadurch eine vollständige Verbrennung der Heizgase.

Dieser Reformeinsatz wird von der betreffenden Firma auch bei den Meidingeröfen neuester Konstruktion ausgeführt.

Der Idealofen wird in kleinerer und mittlerer Größe erzeugt; für größere Öfen ist diese Konstruktion nicht verwendbar. Die kleinsten derartigen Öfen werden bloß mit Schamotteausfütterung ohne Mantel hergestellt, sind daher für Zirkulationsheizung nicht geeignet.

Regulierfüll- und Unterfüllöfen von R. Geburth (Fig. 11, T. 82).

Dieser Ofen besteht aus dem zylindrischen, gußeisernen, meistens mit Schamotte ausgefüllten Heizschachte *H*, mit dem Regulierhals *r*, dem Füllhals *f*, dem Unterfüllhals *u* und dem eisenblechernen Mantel *m*.

Man kann diesen Ofen wie einen gewöhnlichen Ofen heizen, indem man bei dem Unterfüllhals anheizt und je nach Bedarf Brennmaterial nachlegt. Es kann aber auch der Füllschacht durch den Füllhals *f* ganz angefüllt und von oben geheizt werden, in welchem Falle durch entsprechende Regulierung des Luftzuges durch den Regulierhals *r* der Brand längere Zeit unterhalten werden kann.

Der im unteren Teile angebrachte Mantel gestattet eine gleichmäßige Erwärmung des Raumes mit Luftzirkulation.

Regulierfüllöfen verbesserten irischen Systems.

Der in Fig. 12, T. 82, dargestellte Ofen besteht aus dem mit Schamotte ausgekleideten Heizschacht *a* mit einem drehbaren Rüttelrost *b*, dem Treppenrost *d*, der Reguliertür *e*, dem Aschenfall mit Regulierrosette *f*, der Fülltür *h* und dem Rauchabzug *i*. Dieser Ofen hat keinen Mantel und gestattet daher nicht die Heizung mit Luftzirkulation.

Der in Fig. 13, T. 82, dargestellte Ofen hat dieselbe Einrichtung wie der vorher beschriebene, ist jedoch mit einem Mantel versehen und hat außerdem eine Vorrichtung zur besseren Ausnützung der Heizgase. Diese besteht aus der Zwischenwand *i*, welche nach Schließen des Schiebers *k* die Rauchgase zwingt, nach abwärts zu gehen und eine Erwärmung im unteren Teile des Ofens zu bewirken; *l* ist ein Schieber zur Regulierung des Kaminzuges, *m* eine Reinigungstür, *n* der innere, *o* der äußere Ofenmantel und *p* eine Vase für Wasser zur Verdunstung desselben.

Regulierfüll- und Mantelöfen von Leschetizky in Wien.

Dieser in Fig. 14, T. 82, dargestellte Ofen besteht aus dem Aschenkasten *a*, dem Feuerkorb *b*, dem Heizring *c*, dem Ofenhals *d*, der Rauchkappe *e* und ist im unteren Teile mit einem Blechmantel *g* umgeben, welcher die Heizung mit Luftzirkulation, eventuell auch mit Ventilation ermöglicht. Der obere Teil *f* ist aus Blech und dient zur besseren Ausnützung der Feuergase, gibt daher bloß strahlende Wärme.

Regulierfüll- und Mantelöfen von Viktorin in Wien.

Die Fig. 15, T. 82, zeigt den Durchschnitt dieses Ofens, welcher aus einem gußeisernen Heizzylinder mit Füll- und Regulierhals *a* und *b* besteht, der mit einem Blechmantel umgeben ist; es ist also ein Mantelofen für Zirkulationsheizung. Zur besseren Ausnützung der Heizgase ist vor dem Rauchrohr eine Wand angeordnet, welche die Feuergase bis zum Deckel des Ofens leitet, bevor diese in das Rauchrohr entweichen.

Retortenöfen von Bode.

Dieser in Fig. 16, T. 82, im Durchschnitte dargestellte Ofen besteht im wesentlichen aus der Retorte *R*, dem Aschenfall *A* und den Feuerzügen *F*. Beim Öffnen der Fülltür *t* öffnet sich gleichzeitig auch die oberhalb derselben angebrachte Klappe *k*, die Retorte wird nun mit Brennstoff gefüllt und derselbe angezündet, sodann die Fülltür und damit gleichzeitig auch die Klappe *k* geschlossen. Die Feuergase werden nun gezwungen, nach abwärts zum Roste und von dort durch die etwas verengten Feuerzüge zum Rauchschlot zu ziehen, wie dies die Pfeile andeuten. Die Regulierung des Zuges wird durch die an der Reguliertür *t*₁ und an der Fülltür *t* angebrachten Schraubenventile bewirkt.

Zum Nachlegen öffnet man die Fülltür, wodurch gleichzeitig auch die Klappe *k* sich öffnet und die Verbrennungsgase durch die offene Klappe direkt in die Feuerzüge gelangen; dadurch soll verhindert werden, daß die Gase durch die offene Fülltür in den zu beheizenden Raum eindringen.

Der Siemens'sche Kasernenofen von H. Ehrlich.

In der Fig. 4, T. 83, ist *a* der Zirkulationssockel, *b* der Regulierhals, *c* ein starker, beweglicher Lagerrost und *k* der mit inneren und äußeren Rippen versehene, starkwandige Brennkorb. Unmittelbar ober dem Regulierhals befindet sich der Füllhals *d*. Auf letzteren ist dann das Rauchrohrsystem aufgesetzt. Dieses besteht aus einem unteren, gußeisernen Trommelstück *i*, einem oberen, durch den Deckel *p* geschlossenen Trommelstück *o* und vier vertikalen, starkwandigen Blechröhren, welche die beiden Trommelstücke derart miteinander verbinden, daß durch die Rohre *l*₃ und *l*₄ die Feuergase direkt aus dem Feuerraum vertikal emporsteigen und durch jene *l*₁ und *l*₂ wieder zum Trommelstück *i* herabfallen und durch das an diesem seitlich angebrachte Abzugsrohr *g* in den Rauchschlot geleitet werden.

Der Ofen ist von einem äußeren, zwischen Sockel *a* und Mantelkranz *m* eingesetzten Blechmantel *x* umgeben. Sämtliche Ofenteile sind durch die Verbindungsstangen *n* zu einem Ganzen vereinigt. Durch das Zurückführen der Feuergase bis oberhalb des eigentlichen Flammenherdes wird die nahezu vollständige Verbrennung derselben erzielt. Hiedurch und durch das Rohrsystem wird die Heizkraft des Brennmaterials möglichst voll ausgenützt. Die Anheizung kann entweder von oben oder von unten erfolgen und kann jeder feste Brennstoff zur Beschickung des Ofens in kleinerer oder größerer Quantität verwendet werden.

Vulkan-Kasernenofen von Ehrlich (Fig. 5, T. 83).

Dieser Ofen wurde vom k. u. k. Reichskriegsministerium als Kasernenofen zur Beheizung kleinerer Räume (von 200 m³ abwärts) vorgeschrieben. Er besteht im wesentlichen aus dem Sockel *a*, dem Regulierhals *b* mit dem Roste, dem Rippenring *d*, dem Füllhals *e* und dem Rohrsystem *f*, *g*, *h* samt Deckel. Der Rippenring *d* hat Verstärkungsrippen (siehe Schnitt III—IV), welche die Deformation desselben ausschließen und auch die Heizfläche vergrößern. Regulierhals *b* und Füllhals *e* haben denselben Querschnitt wie der Rippenring *d*. Das Rohrsystem *f*, *g*, *h* hat eine doppelte Teilungswand *i* (Schnitt I—II), wodurch einerseits die Verbrennungsgase gezwungen werden, bis zum Deckel des Ofens emporzusteigen und dann wieder bis zum Rauchrohr herabzufallen, bevor sie durch dieses in den Schlot entweichen, andererseits auch die Heizfläche durch die Teilungswand *i* bedeutend vergrößert wird.

Der Heizkörper ist von einem starken, mit Wulsten versteiften Blechmantel umgeben und das ganze System mit den Verbindungsstangen *k* zusammengeschraubt.

Dieser Ofen kann mit jedem Brennstoff beschickt werden.

Von Ehrlich verbesserter Siemens'scher Ofen.

Dieser Ofen hat den gleichen Vertikalschnitt wie der Vulkan-Kasernenofen; das Rohrsystem *f*, *g*, *h* ist auch im Grundrisse ganz gleich mit dem des Vulkanofens, nur der untere Teil des Ofens, nämlich der Regulier- und Füllhals *b* und *e* sowie der Rippenring *d* haben den in Fig. 6, T. 83, dargestellten Grundriß.

Dauerbrandofen amerikanischer Systeme.

Dieser in Fig. 14, T. 83, dargestellte Ofen besitzt bei *a* eine Klappe, die beim Anfeuern nach rechts umgelegt wird, wodurch ein direkter Zug zum Rauchschlot *r* entsteht. Sobald die Kohle in Brand ist, wird die Klappe nach links umgelegt, dadurch wird der direkte Zug zum Rauchschlot (siehe gestrichelte Linie) geschlossen und die Feuergase werden gezwungen, durch den Feuerkanal *b* nach abwärts zu ziehen, um dann durch den Kanal *b*₁ wieder aufwärts zu steigen und in den Rauchschlot zu entweichen. Bei *c* ist eine Regulierwalze eingesetzt (in der Figur nicht dargestellt), durch deren Drehung nach unten starkes und nach oben schwaches Feuer erzielt wird, *d* ist die Aschenfalltür, durch welche das Aschengefäß *f* behufs Entleerung herausgenommen wird, *e* ist ein Schiebe- und Rüttelrost; durch Herausziehen desselben wird der Rostkorb von Schlacken und sonstigen Rückständen befreit.

Der Ofen wird von oben durch den Füllhals *g* nach Abnehmen des Deckels gefüllt und der Brennstoff bei der Türe *h* angezündet. Der Ofen kann dauernd in Brand erhalten bleiben, nur muß zeitweise die angehäuften Asche entfernt werden. Die mittleren Ofenwände sind mit Türen (Mikatüren) mit eingesetztem Marienglas geschlossen, so daß man den Brand durchleuchten sieht.

Die äußere Ausstattung dieses Ofensystems ist sehr verschieden, im allgemeinen aber mit sehr reichen, zumeist vernickelten Verzierungen versehen. Der Ofen kann im Grundriß eine runde oder rechteckige Form erhalten.

Normalkasernofen Imperial.

Dieser von den „Fürsterzbischöflichen Berg- und Hüttenwerken“ in Friedland erzeugte Ofen wurde vom k. u. k. Reichskriegsministerium in drei Größen für Kasernen vorgeschrieben.

Der in Fig. 2, T. 84, gezeichnete Ofen besteht aus dem Sockel *a*, bei welchem der vordere Teil geschlossen, der seitliche und rückwärtige Teil jedoch durchbrochen ist; aus dem Aschenkasten *b* mit einem Korb- bzw. Kammrost, einem Schieberost und einer Aschenschublade; dem Feuerstück *c* mit dem innen eingesetzten, starkwandigen Futter *d*, welches am oberen Rande durch einen Ring so abgedeckt ist, daß zwischen diesem und dem Futter ein Luftspalt entsteht, welcher die zwischen Feuerstück *c* und Futter *d* vorgewärmte Luft durchpassieren läßt. Diese vorgewärmte Luft vermischt sich mit den aufsteigenden Verbrennungsprodukten und bringt dieselben zur vollständigen Verbrennung.

An das Feuerstück *c* schließt das Füllstück *e* mit der Fülltür an, auf diesem sitzt das konische Übergangsstück *e*₁, das außen mit 24 Rippen versehen ist.

In dem dreiteiligen Oberteil ist zur Erzielung größerer Heizflächen in der Mitte ein Wärmerohr *h* mit dem rückwärts ausmündenden Kniestück eingeschaltet; Außerdem ist der Oberteil *f* so wie das Übergangsstück *e*₁ außen mit 24 Rippen versehen.

Der ganze Heizkörper ist mit einem oben, unten und in der Mitte in gußeisernen Gesimsen gefaßten Blechmantel umgeben, der oben mit einer durchlocherten Zierkuppel abgedeckt ist.

Die einzelnen Ofenteile sind unter sich verschraubt.

Die Heizgase steigen in der Richtung der Pfeile im Oberteile *f* vorne bis zur Decke empor, ziehen unter der Decke in die rückwärtige Hälfte *g* des Oberteiles und fallen dort hinab, um durch das Rauchrohr in den Schlot zu entweichen. Die Wärmeabgabe erfolgt wie bei jedem Mantelofen durch Luftzirkulation zwischen Mantel und Heizkörper, wird aber noch verstärkt durch das in der Mitte des Oberteiles eingeschaltete Wärmerohr *h*, in welches die kühle Zimmerluft unten eintritt und oben als Heißluft austritt.

Zur Beheizung des Ofens wird das Unterzündholz durch die Fülltür eingebracht und Kohlen werden nachgeschüttet, dann das Ganze bei der Reguliertür angezündet. Sind die Kohlen in Brand, so füllt man durch die obere Tür Brennstoff nach und reguliert durch die Reguliertür, indem man diese bis auf einen kleinen Luftspalt schließt.

Bei mageren, stückreichen Kohlen kann man den Ofen bis zur Fülltür füllen, bei fetten, zusammenbackenden Kohlen oder bei Kohlengrus darf nur in geringen Mengen nachgefüllt werden.

Zur bequemen Reinigung des Ofens von Asche ist der Rost zum Schütteln eingerichtet; zur gänzlichen Entleerung aber zieht man den horizontalen Rost ganz heraus, worauf die Kohlenrückstände in die unterhalb befindliche Aschenschublade fallen.

Der Ofen kann auch zur Heizung mit Ventilation eingerichtet und mit jedem anderen Brennstoff beschickt werden.

γ) Kombinierte Kachel- und Eisenöfen.

In neuerer Zeit ist man bestrebt, den Vorzug der auch als Dekorationsstücke beliebten Kachelöfen, das ist die lang anhaltende, gleichmäßige und angenehme Wärmeabgabe mit jenem der neueren, eisernen Öfen, das ist rasche, gleichmäßige Erwärmung der Räume mittelst Luftzirkulation bei bedeutender Brennstoffersparnis in eine Konstruktion zu vereinigen.

Man verwendet z. B. statt der gewöhnlichen, bei den alten Öfen üblichen Heizvorrichtung eine Füll- und Reguliervorrichtung. Dadurch wird der Verbrennungsraum für den heute meistens üblichen Brennstoff (Kohle oder Koks) geeigneter und kann bei entsprechender Regulierung die erzeugte Wärme besser im Ofen zurückbehalten werden.

Eine Erwärmung des Raumes durch Luftzirkulation kann man durch Einsetzen eines Zirkulationsrohres, Fig. 21, T. 82, bei jedem vollgebauten Kachelofen erreichen (siehe hierüber Seite 465, „Kachelöfen“).

Patentkachelofen der Firma H. Ehrlich in Wien (Fig. 3, T. 84).

Dieser Ofen besitzt einen Meidingerofen als Heizkörper, welcher mit einem Mantel aus Tonkacheln umgeben ist. Letzterer besteht aus passend zugeschliffenen Tonkacheln, deren einzelne Reihen mit kleinen Schraubenbolzen an ein Eisengerippe befestigt werden, so daß sowohl das Aufstellen als auch das Abtragen der Kacheln mit Leichtigkeit erfolgen kann. Der Ofen funktioniert ganz so wie ein gewöhnlicher, eiserner Mantelofen und kann sowohl für Zirkulations- als auch für Ventilationsheizung eingerichtet werden. Der Kachelmantel kann im Grundriß eine rechteckige oder auch eine andere, beliebige Form haben. Häufig wird die besonders in eine Ecke gut passende, fünfeckige Form gewählt, wie dies in Fig. 4, T. 84, dargestellt erscheint. Diese Figur zeigt auch, wie ein derartiger Ofen mit Wärmeleitungsrohren w zur Beheizung von drei Zimmern eingerichtet werden kann.

Häufig gibt man den Öfen die Form eines Kamins und verschließt den unteren Teil des Heizraumes mit durchbrochenen, mit Marienglas versehenen Türen, durch welche der Brand durchleuchtet.

Alle diese Öfen sehen behaglicher aus als die eisernen Öfen, erwärmen auch die Zimmer gleichmäßig gut, gestatten aber keine Wärmeeinspeicherung, da die dünnen Ofenkacheln nur wenig Wärme aufnehmen und diese auch nicht lange halten.

Kachelofen mit Heizungs-multiplikator.

Für dieses Ofensystem (Patent Gasseleder und Nemeček) hat die Firma Robert Kauder, Wien, I. Parkring 2, die Generalvertretung für Österreich.

Dieser in Fig. 5, T. 84, dargestellte Kachelofen hat im unteren Teile einen von drei gußeisernen Platten und dem Heiztürchen eingeschlossenen Heizraum mit Rost und Aschenfall. Die an der Außenseite mit vorstehenden Rippen versehenen Eisenplatten sind von je einem Luftkanal k_{1-3} umgeben, welche durch je zwei Öffnungen δ und δ_1 mit der Zimmerluft in Verbindung stehen. An der Sohle der drei Kanäle befindet sich je ein mit Wasser gefüllter Wassersack S . Der obere Teil des Ofens ist so wie der eines gewöhnlichen Kachelofens konstruiert, nur sind behufs längerer Erhaltung der Wärme die Ofenwände und auch die Ecken des unteren Ofenteiles mit Kieselsteinen in Lehmörtel ausgemauert (siehe Grundriß).

Wird der Ofen angeheizt, so erhitzen sich die Eisenplatten des eingebauten Heizkastens (Multiplikatorkastens) sehr rasch und erwärmen auch die in den anschließenden drei Kanälen befindliche Luft, welche dann infolge des verminderten Gewichtes emporströmt und durch die Öffnungen δ in das Zimmer eindringt. Gleichzeitig wird durch die unteren Öffnungen δ_1 die kalte Zimmerluft angesaugt und dadurch eine Zirkulationsheizung herbeigeführt, welche den Raum in kurzer Zeit erwärmt.

Nach einem $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden dauernden Brande ist der Kachelofen genügend erhitzt, so daß der obere Teil des Ofens durch Wärmeausstrahlung den Raum erwärmt, während im unteren Teile des Ofens die Heizung mit Luftzirkulation noch so lange funktioniert als die Luft im Kasten wärmer ist wie die Fußbodenluft.

Die stets mit Wasser gefüllten Wassersäcke *S* bewirken durch das infolge der Wärme eintretende Verdampfen des Wassers ein Befeuchten der zirkulierenden, erwärmten Luft und im Vereine mit der in die drei Kanäle von unten einströmenden Luft auch ein mäßiges Abkühlen des Multiplikatorkastens, so daß die durchziehende Luft bei vollem Brande im Ofen eine Temperatur von höchstens 130° C erreicht. Bei dieser Temperatur sollen noch die in der durchströmenden Luft etwa befindlichen Bakterien getötet werden, die Staubteilchen jedoch nicht verbrennen, was einen großen Vorteil gegenüber den meisten eisernen Mantelöfen bedeuten würde, welche die Zimmerluft stets mit verbrannten Staubteilchen mehr oder weniger verunreinigen.

Ein solcher Multiplikatorkasten läßt sich in jedem gewöhnlichen Kachelofen leicht anbringen.

Diese Ofenkonstruktion kann auch zum Beheizen eines zweiten oder dritten anstoßenden Raumes benützt werden, in welchem Falle die Ausmündungen der Kanäle durch die Scheidewände in die anstoßenden Räume geführt werden. Die Beheizung der anstoßenden Räume kann dann nur durch die Luftzirkulation erfolgen, während dem Raume, in welchem der Ofen steht, auch die strahlende Wärme des Ofens zugute kommt.

Der Multiplikator-Kachelofen kann auch für Ventilationsheizung eingerichtet werden, indem man den Multiplikatorkasten durch einen entsprechenden Kanal mit der Außenluft verbindet und die Ausmündung desselben verschließbar einrichtet.

Ofentype Composit vom k. u. k. Major Rieger.

Dieses in Fig. 15, T. 83, dargestellte Ofensystem besteht aus zwei übereinander angeordneten und miteinander rauchdicht verbundenen Öfen. Der untere Ofen ist ein gewöhnlicher, oben offener, gußeiserner Säulenofen niederer Konstruktion. Über demselben wird ein gewöhnlicher Ton- oder Kachelofen aufgebaut, welcher beliebige Feuerzüge haben kann und auf vier verstreuten, eisernen Eckpfeilern ruht, welche letztere auch umkacheln sein können. Der Raum zwischen den Eckpfeilern ist an der vorderen Seite mit einer Gittertür zur Beschickung des eisernen Ofens, an den anderen drei Seiten aber mit fix eingesetzten Eisengittern abgeschlossen; Gittertür und Eisengitter können beliebige Verzierungen und auch eine Vernickelung erhalten.

Der Anschluß des eisernen Ofens an die eiserne Bodenplatte des oberen Tonofens erfolgt mittels einer am oberen Teile des Eisenofens verschiebbar angebrachten, gußeisernen Muffe, welche mit Flügelschrauben an die eiserne Bodenplatte befestigt wird. Die Zwischenräume dieser Verbindung (Kupplung) sind mit eingelegten Asbestschnüren abgedichtet. Diese Kupplung kann durch Lüftung der Flügelschrauben und Herablassen der Muffe jederzeit leicht gelöst werden, sie ist außerdem derart sinnreich konstruiert, daß die ungleiche Ausdehnung der verschieden erhitzten Konstruktionsteile keinen Einfluß auf die Festigkeit und Dichte derselben haben kann.

Beide Öfen besitzen eigene Feuerstellen mit abnehmbarem Roste und aufgeschliffenen Heitztürchen zur Regulierung des Zuges, so daß jeder der beiden Öfen für sich allein geheizt werden kann.

Beim Beginn der Heizung wird zuerst der eiserne Ofen beschickt, welcher durch die abstrahlende Wärme den Wohnraum und durch die abströmenden Feuer-gase gleichzeitig auch den Tonofen vorwärmt. Ist der Wohnraum genügend erwärmt, so kann der obere Rost bei *r* eingelegt und für die weitere Beheizung der Tonofen beschickt werden.

Die Herstellung und Lieferung dieser Öfen erfolgt von der Tonofenfabrik *R a u s*, Wien, VI. Eszterházygasse 8, in verschiedenen Größen und Ausführungen.

c) Zimmerheizung durch Sparherde.

Die in einem Sparherde erzeugte Wärme, welche sonst zum großen Teile nutzlos vom Sparherdmauerwerk aufgenommen und teilweise durch den Rauchschlot abgeführt wird, kann auch zur Beheizung eines anstoßenden Zimmers benützt werden. Hierzu kann der Heizraum des Sparherdes ganz oder teilweise mit entsprechenden Eisenplatten oder mit einem Sparherdmultiplikator (siehe kombinierte Öfen) eingeschlossen und ein entsprechender Luftkanal im Sparherdmauerwerk angeordnet werden, welcher unten und oben durch die Wand mit dem anstoßenden Raume verbunden ist (siehe Fig. 1, 2 und 3, T. 91).

Wird der Sparherd geheizt, so erwärmen sich zunächst die den Heizraum einschließenden Eisenplatten und in weiterer Folge die sie umgebende Luft, welche dann als Heißluft durch die obere Öffnung \bar{o} (Fig. 1 c, T. 91) des Kanales in das anstoßende Lokal einströmt, gleichzeitig wird durch die untere Öffnung \bar{o}_1 die kalte Zimmerluft angesaugt. Auf diese Weise wird also das anstoßende Lokal so lange vermittle Zirkulation der Zimmerluft durch den Herd geheizt, als die Luft im Herdkanale wärmer ist wie die am Boden befindliche Zimmerluft.

Die Fig. 2, T. 91, zeigt einen für die Beheizung des Nebenraumes eingerichteten Aufsatzherd, bei welchem seitwärts der Brat- und Backröhre eine Heizplatte eingebaut ist, die die Luft im Heizkanal l erwärmt und dadurch die Luft des Nebenraumes zur Zirkulation durch den Heizkanal bringt.

Der in Fig. 3, T. 91, dargestellte Aufsatzherd besitzt infolge der vermehrten gußeisernen Heizplatten h , h^1 und h^2 eine größere Heizkraft; bei den Platten h und h^1 wird die Heizfläche noch durch Rippen vermehrt, welche in den Luftkanal hineinragen. Bei der Öffnung t wird ein Wasserverdunstungsgefäß w eingesetzt, das stets mit reinem Wasser gefüllt werden muß. Zur Reinhaltung des Luftkanales l und auch der Feuerzüge z dienen die Öffnungen \bar{o} , t und p ; die Reinigung muß häufiger und gründlich vorgenommen werden.

Vor der oberen Einmündung \bar{o} wird eine verschließbare Klappe kl angebracht und ein zweiter Kanal von dort zum Rauchschlot geführt. Wird die Öffnung \bar{o} durch die Klappe im Sommer geschlossen, so strömt die Heißluft durch den zweiten Kanal zum Rauchschlot und saugt gleichzeitig durch die untere Öffnung Zimmerluft an, wodurch eine Ventilierung des Zimmers bewirkt wird. Im Winter wird dann wieder der Kanal zum Rauchschlot durch die Klappe kl geschlossen und jener zum anstoßenden Lokal geöffnet.

d) Beheizung mit Leuchtgas.

Die zunehmende Verbilligung des Leuchtgases, besonders aber der reinliche Betrieb einer Gasheizung erklären die umfangreiche Verwendung der Gasöfen.

Das Prinzip der Gasöfen ist der Hauptsache nach von jenen der Zimmeröfen nicht wesentlich verschieden. Man hat auch bei diesen Öfen den Verbrennungsraum und die Feuerzüge, die zur Ausnützung der durch die Gasflamme erzeugten Wärme dienen. Zur Ableitung der gesundheitsschädlichen Verbrennungsgase und des etwa ausströmenden unverbrannten Leuchtgases muß jeder Gasofen durch ein entsprechend weites Rohr mit einem Rauchschlot verbunden sein.

Man unterscheidet Gasöfen mit offenem und solche mit geschlossenem Verbrennungsraum, dann solche mit Heizung durch Strahlung der Wärme und solche mit Zirkulationsheizung, eventuell in Verbindung mit Wärmestrahlung durch Reflektion.

Jeder Gasofen soll folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Möglichst vollständige Verbrennung des Gases ohne Bildung von Ruß;
2. möglichst vollständige Ausnützung der Verbrennungswärme;
3. gleichmäßige Wärmeabgabe ohne lästige Wärmestrahlung;
4. Sicherheit vor Explosion;
5. leichte Reinigung des Heizkörpers und der Kanäle von Staub u. dgl.

Wenn die Gasflamme auf einen kalten Körper trifft, so bildet sich an dieser Stelle Ruß, wird aber das Gas, ehe es zur Verbrennung gelangt, mit einer hinreichenden Menge Luft innig vermischt, so daß jedes einzelne durch die Hitze ausgeschiedene Kohlenstoffteilchen den zur vollständigen Verbrennung nötigen Sauerstoff vorfindet, so brennt die Flamme bläulichgrün und ohne Rußbildung. Durch die auf diese Art erzielte, vollständige Verbrennung wird auch eine größere Flammentemperatur erzielt, welche noch dadurch gesteigert werden kann, daß das Gas vor der Verbrennung entsprechend vorgewärmt wird.

Der Bunsenbrenner, in Fig. 6, T. 84, im Prinzip dargestellt, erfüllt diese Bedingungen zum größten Teile. In demselben wird die Gasflamme in einer entsprechend weiten und langen Metallröhre zur Verbrennung gebracht, so daß die erhitzte Luft in der Röhre rasch nach aufwärts steigt, wodurch im unteren Teile der Röhre frische Luft mitgerissen wird, welche sich an den Wänden der Röhre erwärmt, sich im weiteren Verlaufe mit dem Gase rasch und innig vermischt und dieses zur vollständigen Verbrennung bringt. Will man eine größere Wärmemenge erzeugen, so verbindet man zwei bis drei Brenner miteinander.

Nach diesem Prinzip bestehen in Form und Einrichtung verschiedenartig konstruierte Brenner, teils für Heiz- und teils für Kochzwecke (siehe Gaskochapparate).

Konstruktion der Gasöfen.

Von den verschiedenen Gasöfen werden im nachstehenden einige Systeme besprochen.

Die Fig. 7, T. 84, zeigt einen vom Leiter der städtischen Gaswerke in Wien, G. W o b b e, konstruierten Gasofen, *a* im Schnitt und *b* in der Ansicht. Im Schnitte sieht man, wie die von der Flamme *x* kommenden Verbrennungsgase bei *a* aufsteigen und sich oben horizontal nach rückwärts zum Kühlelement *b* ziehen, durch welches sie abwärts fallen, um dann durch den Kanal *c* in den Rauchsclot *d* zu entweichen. Wird der bei *f* eingebaute Schieber geöffnet, so entweichen die Verbrennungsgase direkt in den Schlot, ohne das Kühlelement zu durchziehen. Durch diese Ausschaltung des Gegenstromes wird nach Notwendigkeit die Vorwärmung kalter, schlecht ziehender Rauchsclote bewirkt.

Die im Innern *g* des Ofens erzeugte Heißluft strömt nach oben und gelangt durch den durchbrochenen Deckel und durch die offene Vorderwand in das Zimmer. Gleichzeitig strömt die abgekühlte Zimmerluft durch den offenen Sockelteil dem Innern des Ofens zu, um sich neuerdings zu erwärmen und auf diese Weise die Beheizung mit Luftzirkulation zu bewirken. Durch den unter der Gasflamme angebrachten, kupfernen Reflektor *R* wird auch strahlende Wärme in das Zimmer geleitet. Bei *h* sind einige Glasstäbe horizontal eingesetzt, womit eine Lichtbrechung, somit auch ein schöner Anblick hervorgerufen wird.

Nach diesem Prinzip können auch Kachelöfen durch Rekonstruktion zur Beheizung mit Gasfeuerung eingerichtet werden, indem man entweder im unteren Teile des Kachelofens einen solchen Gasofen-Reflektoreinsatz einbaut, oder auf folgend beschriebene Art: Über dem Roste des Kachelofens wird eine entsprechend regulierbare Gasflamme angebracht, welcher durch den Aschenraum das zur Verbrennung nötige Luftquantum zugeführt wird. Am Verbindungsrohre vom Ofen zum Rauchsclot wird das vorbeschriebene Kühlelement eingeschaltet, welches eine rationelle Ausnützung der erzeugten Wärme bewirkt. Beim Einheizen können durch Öffnen des Schiebers die Verbrennungsgase wieder direkt in den Rauchsclot

geleitet werden, um den anfänglich abgekühlten und schlecht ziehenden Rauchschlot zu erwärmen und somit den nötigen Zug für den Gegenstrom herzustellen. Um die durch verspätetes Entzünden des Gases entstehende Explosionsgefahr unschädlich zu machen, wird seitlich in der Ofenwand eine nach außen bewegliche Klappe — die Explosionsklappe — angebracht. In die Feuertür wird eine Glimmerplatte eingesetzt, um die leuchtende Flamme bei geschlossener Türe beobachten zu können.

Die Fig. 8, T. 84, zeigt einen Gasofen, welcher bloß im Innern von dem in Fig. 7 dargestellten Ofen verschieden ist. Die Verbrennungsgase ziehen bei dieser Ofenkonstruktion in den etwas geneigt angeordneten Kanälen, sich abwechselnd nach rechts und links wendend, nach oben zum Rauchschlot und erhitzen die dazwischen eingeschalteten Luftkanäle, an deren Wänden die in der Richtung der Pfeile durchströmende Zimmerluft sich erwärmt. Die kalte Luft strömt unter dem Reflektor zur Gasflamme, passiert aber früher einen unterhalb der Flamme angebrachten Vorwärmer.

Die Strahlen der leuchtenden Flamme werden von einem gegenüber liegenden, emaillierten Reflektor auf den kupfernen, polierten Reflektor und von diesem gegen den zu beheizenden Raum geleitet.

Glühballen-Gaskamine von Hugo Burger in Wien, I. Getreidemarkt 10. Bei diesen Gasöfen sind unmittelbar über der Bunsenbrennerflamme Schamotte-Asbestballen angebracht, welche durch die Flamme in Glut versetzt werden und gegen den Fußboden des zu beheizenden Raumes strahlende Wärme abgeben. Die sonst nutzlos in den Rauchschlot entweichenden Heizgase werden bei diesem System zuerst durch einen mit Tonkugeln gefüllten Kasten und erst dann in den Rauchschlot geführt. Die auf diese Weise erhitzten Tonkugeln halten die Wärme lange und geben sie allmählich an die anschließenden Kastenwände ab, so zwar, daß der Ofen nach Ablöschen der Flamme noch längere Zeit Wärme an den zu beheizenden Raum abgibt (Dauerwärmer). Jeder dieser Gasöfen hat einen Sicherheitszündhahn mit abnehmbarem Griff, damit unbefugte Personen mit demselben nicht hantieren können. Die genannte Firma erzeugt auch Reflektoren-Gasöfen, ferner Einsätze beider Systeme für Kachelöfen.

2. Die Zentralheizung.

Bei dieser werden die einzelnen Räume eines Gebäudes oder Gebäudekomplexes von einer Zentralstelle aus beheizt. Die an dieser Stelle erzeugte Wärme wird entweder mittels Heißluft in Kanälen oder mittels Heißwasser oder Dampf durch Rohre in die zu beheizenden Räume geleitet. Man unterscheidet also die Luftheizung, die Wasserheizung und die Dampfheizung.

a) Die Luftheizung.

Die Hauptbestandteile einer Luftheizungsanlage sind: Die Heizkammer, der Heizkörper und die Luftleitungs Kanäle.

Die Heizkammer ist ein geschlossener, feuersicher überdeckter Raum, der gewöhnlich im Souterrain oder Keller liegt und so groß sein soll, daß der Heizofen von allen Seiten zugänglich ist. — Sie soll mit scharf gebrannten Ziegeln (Klinkern) verkleidet und zur Verhütung von Staubentwicklung nicht verputzt, sondern bloß verfügt werden. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten empfiehlt sich die Herstellung von Luftschlitzen in den die Kammer umschließenden Mauern und in der Decke. Der Zugang zur Kammer soll möglichst klein und mit Doppeltüren abgeschlossen sein.

Der Heizkörper (Kalorifer) kann gemauert oder aus Eisen hergestellt werden. — Meistens sind gußeiserne Rippenöfen gebräuchlich (siehe Fig. 2, 3 und 4, T. 85).

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Zentralschachtofen erfolgt das Anheizen und Zulegen durch den Fülltrichter t . Die Verbrennung geht in dem unten mit einem Planrost abgeschlossenen Verbrennungsraum v vor sich und gelangen die Heizgase durch den Feuerraum F in sechs gußeiserne, nach rückwärts sich erweiternde Röhren R in den Rauchsammler S und von dort in den Rauchsclot. Unter dem Roste befindet sich der Aschenfall a mit der Reguliertür r zum Regulieren des Luftzuges; außerdem führen zum Verbrennungsraum noch zwei Luftkanäle k .

Sowohl beim Feuerraum F als auch beim Rauchsammler S ist eine hermetisch verschließbare Putztür p zur Reinigung des Ofens von außen angebracht.

Sämtliche Konstruktionsteile müssen luftdicht miteinander verbunden sein, damit ein Ausströmen der Heizgase in die Heizkammer nicht möglich sei. Auch wird der Ausdehnung des Materiales dadurch Rechnung getragen, daß die Röhrenkonstruktion bei m auf einer Eisenwalze ruht und sich auf dieser nach Belieben vor- und rückwärts bewegen kann, ohne daß der Verband der Ofenteile gelockert wird. Bei W beginnen die in die zu beheizenden Räume führenden Warmluftkanäle.

Die Fig. 3, T. 85, zeigt den von der Firma W. Brückner in Wien konstruierten Kalorifer, bestehend aus gußeisernen, im Querschnitt quadratischen Rippenröhren, welche nach einigen horizontalen Windungen die im Feuerraume F erzeugten Verbrennungsgase in den Rauchsclot R leiten. Durch die mehrfachen Windungen werden die Heizgase zur Erwärmung der Röhren vollständig ausgenützt, bevor sie in den Schlot entweichen. Der Feuerraum ist gemauert, ober demselben befindet sich ein Wassergefäß g , welches durch Verdampfung des Wassers die erwärmte Luft mit Wasserdampf erfüllt. Unter der Decke münden die Warmluftkanäle W ein, welche zu den zu beheizenden Räumen führen. Der Frischluftkanal K mündet unter dem Heizkörper in die Kammer.

Die Fig. 4, T. 85, zeigt einen nach System Meidinger von der Firma Leschetzky in Wien konstruierten Kalorifer, welcher in verschiedenen Größen erzeugt wird. Der als Regulierfüllofen konstruierte Kalorifer wird wie ein Meidingerofen behandelt, gestattet also durch entsprechende Regulierung des Brandes eine lange Brenndauer und gibt eine rasche und ziemlich gleichmäßige Wärme.

Gemauerte Kalorifers sind wohl gute Wärmespeicher, aber die Erwärmung derselben erfolgt nur sehr langsam und mit bedeutendem Wärmeverlust; deren Verwendung ist daher eine sehr beschränkte.

Von den Luftleitungs Kanälen unterscheidet man (Fig. 1, T. 85):

1. Solche, durch welche frische Luft zu der Heizkammer geleitet wird — Frischluftkanäle — F, F_1 .

2. Kanäle, durch welche die erwärmte Luft aus der Heizkammer in die zu heizenden Räume gelangt — Warmluftkanäle — W, W_1 .

3. Kanäle, durch welche die verdorbene Luft der Räume ins Freie entweichen kann — Ventilationskanäle — V, V_1 .

4. Kanäle, durch welche die abgekühlte, aber noch nicht stark verunreinigte Luft der zu beheizenden Räume zur neuerlichen Erwärmung zurück zur Heizkammer geführt werden kann, wie dies beim Anheizen eines großen Raumes vor dessen Benützung geschieht — Zirkulationskanäle — Z, Z_1 .

Alle diese Kanäle sind zur Verhütung von Staubentwicklung mit möglichst glatten Wänden zu versehen (Poterien) und so anzulegen, daß sie leicht gereinigt werden können.

Die frische Luft wird von staubfreien Orten (Gärten oder großen Höfen) durch den Frischluftkanal zur Heizkammer geführt. In den Frischluftkanal werden oft Luftkammern eingeschaltet (L , Fig. 5 b, T. 85) in welchen, infolge der in derselben herrschenden geringeren Luftbewegung, der in der Luft etwa vorhandene Staub sich ablagert. Eventuell können im Frischluftkanal auch Luftfilter (feine Gewebe) eingeschaltet werden.

ein an der höchsten Stelle offenes Rohrsystem an, wodurch die Gefahr eines Überdruckes im Kessel und in den Leitungsröhren ausgeschlossen ist, da sich das Wasser ausdehnen kann. Nachdem aber die Temperatur des Wassers eine verhältnismäßig geringe ist, so sind auch entsprechend große Heizflächen zu schaffen.

Bei der Warmwasserheizung mit Mitteldruck wird die Temperatur des Wassers in einem geschlossenen Röhrensystem bis auf 140°C und dadurch auch der Druck im Kessel und in der Rohrleitung wesentlich gesteigert. Die höhere Temperatur des Wassers gestattet die Anwendung geringerer Heizflächen und engerer Röhren, welche aber, so wie der Kessel für einen Druck von ungefähr 3 Atmosphären entsprechend stärker zu halten sind.

Die Heißwasserheizung mit Hochdruck, bei welcher das Wasser auf $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$ erhitzt wird, erfordert noch kleinere Heizflächen mit engeren Röhren und eine für einen Druck von ungefähr 6—8 Atmosphären entsprechend stärkere Anlage.

Die Bedienung der Warmwasserheizung mit Niederdruck erfordert keine besondere Kenntnis und Sorgfalt, kann daher von jedermann besorgt werden, während die Mitteldruck- und besonders die Hochdruckheizung eine fachkundige, sorgfältige Bedienung erfordern, welche nur durch geprüfte Heizer ausgeübt werden darf.

a) Die Warmwasserheizung mit Niederdruck.

Die Anlage für eine solche Heizung besteht nach Fig. 1, T. 86, aus dem zumeist im Kellergeschosse untergebrachten Heizkessel K , von dessen höchster Stelle das Hauptsteigrohr S möglichst vertikal auf den Dachboden führt, dortselbst in die Verteilungsleitung v übergeht, deren Stränge bis über alle diejenigen Stellen, unter welchen Heizkörper h angeordnet werden, führen. Von diesen Stellen zweigen wieder die vertikal abfallenden Zuleitungsrohre z zu den Heizkörpern ab, in welche sie im oberen Teile einmünden. Vom unteren Teile der Heizkörper führen die Rückleitungsrohre r in den Keller, werden in der Sammelleitung sa vereinigt und letztere mit dem unteren Teile des Kessels in Verbindung gesetzt.

Um der Ausdehnung des Wassers Rechnung zu tragen und etwaige Dämpfe abzuleiten, wird am Dachboden ein Expansions-(Ausdehnungs-)gefäß A aufgestellt und die Leitung durch ein Expansionsrohr e mit demselben verbunden. Das Gefäß wird mit einem lose aufliegenden Deckel bedeckt.

In der Fig. 2, T. 86, ist eine zweite Art der Anlage dargestellt, bei welcher das Hauptsteigrohr S entfällt und die Verteilungsleitung v schon im Kellergeschosse angeordnet ist, von welcher die Zuleitungsrohre z zu den Heizkörpern vertikal aufsteigen. Zum Zwecke der Entlüftung und Ausdehnung des Warmwassers werden in der Verlängerung der Zuleitungsrohre Luftrohre l bis auf den Dachboden geführt und dort mit einem Expansionsgefäß A verbunden. Die Rückleitungsrohre sind wie bei Fig. 1 angeordnet.

Vor dem Betrieb muß die ganze Anlage bis zu einer bestimmten Höhe im Ausdehnungsgefäße mit Wasser gefüllt werden.

Die Beheizung der Räume erfolgt durch Zirkulation des im Heizkessel erwärmten Wassers, hervorgerufen durch die Gewichtsverminderung desselben. Das kalte, also spezifisch schwerere Wasser der Rückleitungsrohre drängt im unteren Teile des Kessels ein und drängt das erwärmte, also leichtere Wasser nach oben in die Leitungsrohre.

Diese Zirkulation nimmt mit der Abkühlung des Wassers in den Rücklaufrohren immer mehr zu, wodurch eine Regulierung der Heizung bis zu einem gewissen Grade von selbst erfolgt, denn je kälter das Wasser im Rückleitungsrohre, desto rascher sinkt es zur neuerlichen Erwärmung zum Heizkessel und desto rascher steigt das heiße Wasser auf.

Wird die Feuerung eingestellt, so wird die Zirkulation allmählich langsamer vor sich gehen und erst dann ganz aufhören, bis das Wasser in allen Teilen die gleiche Temperatur erreicht hat.

Die horizontale Ausdehnung der Warmwasserheizung mit Niederdruck soll 80 m nicht überschreiten, weil die horizontalen Leitungsrohre, trotzdem sie mit einem entsprechenden Gefälle angelegt und auch isoliert, d. h. mit schlechten Wärmeleitern umgeben werden müssen, zu rasch abkühlen und die Zirkulation des Wassers verlangsamen, eventuell ganz hemmen. Man wird also für jeden Fall den Heizkessel möglichst in der Mitte der ganzen Anlage anordnen und bei längeren Strecken lieber mehrere Kessel anlegen.

Als Heizkessel verwendet man für größere Anlagen stehende, meistens aber liegende Rohrkessel, größtenteils jedoch Röhrenkessel (siehe Fig. 7, T. 86). Für kleinere Heizanlagen dürfte der in Fig. 8 dargestellte amerikanische Kessel ökonomischer sein.

Als Heizkörper dienen zylindrische Säulenöfen (Fig. 9, T. 86), welche in der Achsenrichtung mit einem Rohre oder auch mit mehreren Röhren durchzogen sind, durch welche die kalte Zimmerluft unten durch den offenen Sockel ein- und als warme Luft oben austritt. Hiedurch wird also der Raum mit Zirkulation erwärmt.

Vielfach sind stehende oder liegende Rohr- oder Rippenregister, Radiatoren, Gliederöfen usw. (Fig. 10—14, T. 86) in Anwendung, welche behufs Ermöglichung der Heizung mit Ventilation häufig in einem in der Fensterbrüstung ausgesparten Kasten stehen, der sowohl eine verschließbare Öffnung ins Freie als auch eine durchbrochene Wand gegen das Zimmer hat. Dadurch kann die Beheizung mit Ventilation und nach Schließen der ins Freie führenden Öffnung auch mit Zirkulation erfolgen. Fig. 14, T. 86, zeigt eine ähnliche Anordnung zur Beheizung mit Ventilation.

Anstatt der Heizkörper kann man auch ein kontinuierliches Rohrsystem mit entsprechender Heizfläche durch die zu beheizenden Räume führen. Fig. 10, T. 86, zeigt ein solches Rohr mit vergrößerter Heizfläche (Rippenrohr).

Die Heizkörper haben bei der Zu- und Rückleitung Ventile, Schieber u. dgl., um sie nach Bedarf von der Leitung ganz oder teilweise absperrern zu können (Fig. 19, T. 86).

Die Leitungsrohre, gewöhnlich aus Schmiedeeisen, werden bei kleinerem Durchmesser mit Muffenverschraubung (Fig. 15 und 16), bei größerem Durchmesser mit Flanschenverschraubung (Fig. 17) und mit Asbest- oder Kupferdichtung verbunden. Diejenigen Rohre, welche keine Wärme abgeben sollen, sind meistens frei verlegt und werden isoliert, d. h. mit schlechten Wärmeleitern umgeben, während die zumeist vertikal angeordneten Rohre, welche Wärme abgeben sollen, größtenteils in einem Mauerschlitze liegen, welcher seitwärts mit einem Gitterwerk abgeschlossen ist.

Die Fig. 22—33, T. 86, zeigen die Formen und Benennungen der für die Heizanlagen gebräuchlichen Rohrfassonstücke.

Das am höchsten Punkte der Leitung angeordnete Ausdehnungsgefäß hat einen bloß lose darauf liegenden Deckel und ein Überlaufrohr.

Die Warmwasserheizung mit Niederdruck läßt sich auch für einzelne Wohnungen einrichten, indem man den Heizkessel in den Küchenherd einbaut und das Ausdehnungsgefäß nahe der Decke anbringt. Der Küchenherd muß aber entweder in dem zu beheizenden Geschoß oder unterhalb desselben liegen.

Ein solcher Heizkochherd hat dieselbe Einrichtung wie ein gewöhnlicher Kochherd, besitzt aber einen regulierbaren Füllschacht unterhalb des gewöhnlichen Feuerraumes. Durch Einlegen eines Rostes in obersten Teile des Füllschachtes wird der Feuerraum entsprechend verkleinert und dient dann zum gewöhnlichen Kochen, während der Füllschacht als Aschenfall dient.

β) Die Warmwasserheizung mit Mitteldruck.

Bei dieser ist die Detaileinrichtung ganz dieselbe wie bei jener mit Niederdruck, nur ist im Ausdehnungsgefäße an der Mündung der Rohrleitung ein Doppelventil (Expansionsventil) mit einer dem erlaubten Drucke entsprechenden Belastung g (Fig. 4, T. 86) eingeschaltet. Bei vorhandenem Überdruck wird das Druckventil a mit der Belastung g gehoben und das überschüssige Wasser tritt aus, wodurch der Druck in der Leitung wieder vermindert wird. Ein zweites Ventil b (Saugventil), das sich nach innen öffnet, gestattet wieder den Eintritt des im Ausdehnungsgefäß vorhandenen Wassers, sobald die Leitung sich derart abkühlt, daß der Druck unter den normalen herabsinkt.

Um etwaigen Unregelmäßigkeiten im Betriebe bei zufälliger Untätigkeit des Ventiles vorzubeugen, ist es ratsam, statt eines Ventiles zwei solcher Doppelventile anzuordnen. Außerdem ist im Heizraume auch ein Manometer (Dampfdruckmesser) mit der Leitung zu verbinden, welches die in der Leitung jeweilig stattfindende Druckspannung anzeigt.

Diese Anordnung gestattet ein Erhitzen des Wassers bis zu 140° C, wodurch eine Druckspannung in der Leitung entsteht, welche der beim Sicherheitsventil angebrachten Belastung g und dem Gewichte der Wassersäule entspricht. Für diese Druckspannung, welche 3 Atmosphären nicht überschreiten soll, muß dann die Anlage mit einem entsprechenden Sicherheitskoeffizienten geprüft sein. Sowohl die Querschnitte der Rohrleitung als auch die Heizkörper und der Heizkessel können, wie bereits erwähnt, infolge der größeren Wärmeabgabe und des daraus resultierenden geringeren Wasserbedarfes entsprechend kleiner als bei der Niederdruckheizung gehalten werden.

γ) Die Heißwasserheizung mit Hochdruck.

Diese in Fig. 3, T. 86, schematisch dargestellte Heizanlage besteht aus einem ganz geschlossenen System von zirka 25 mm weiten, starkwandigen, geschweißten Schmiedeeisenrohren (Fig. 15), welche auf einen Druck von 40—150 Atmosphären geprüft sein müssen, nachdem bei dieser Heizanlage das Wasser auf 150 — 200° C erhitzt wird und einen Druck von 4—15 Atmosphären äußert.

Die überall gleich weiten Rohre sind sowohl im Heizkessel (Feuerschlange) als auch für die lokalen Heizkörper (Heizschlange) spiralförmig gebogen. In der Fig. 2 sind zwei geschlossene Rohrsysteme dargestellt, die von je einer Feuerschlange versorgt werden. Die ganze Rohrlänge eines von einer Feuerschlange versorgten Systems soll 180 m nicht überschreiten; darnach wird die Zahl der für ein Gebäude erforderlichen Rohrsysteme bestimmt, deren Feuerstellen vereinigt oder voneinander getrennt sein können.

An die in den Heizkesseln untergebrachten Feuerschlangen f schließen sich oben die bis zu den Heizkörpern der obersten Geschosse führenden Zuleitungen z an. Von jedem unteren Ende der oberen Heizschlangen läuft die Zuleitung hinab zum oberen Ende der nächst unteren Heizschlange. Von der untersten Heizschlange führt sodann die Rückleitung zum unteren Ende der Feuerschlange.

Zur Entlüftung und Ausgleichung eines Überdruckes führt vom oberen Ende jedes Rohrsystems ein Expansionsrohr e zu einem im Dachraum aufgestellten Expansionsgefäß A , in welchem jedes Rohr durch ein auf den erforderlichen Druck eingerichtetes Expansionsventil (Doppelventil nach Fig. 4) abgeschlossen ist.

Das Rohrsystem wird mit Wasser vollgefüllt. Beim Heizen wird das in der Feuerschlange erhitzte Wasser durch den Druck des kälteren, nach abwärts sinkenden Rücklaufwassers nach aufwärts geleitet und zirkuliert so, sich abwechselnd abkühlend und wieder erhitzend, ununterbrochen im geschlossenen Rohrsystem, so lange die Heizung dauert. Bei zu raschem Anheizen kann ein verkehrter Rundlauf eintreten, den man durch Abschwächen des Feuers wieder beheben kann. Bei richtigem Wasserumlauf muß sich das Rücklaufrohr kühl anfühlen.

Im Heizraum muß ein Manometer (Dampfdruckmesser) in die Leitung eingeschaltet werden.

Statt der Heizschlangen können die Heizrohre in horizontale, unmittelbar über dem Fußboden ausgesparte Mauerschlitze oder in Hohlräume des Fußbodens verlegt werden, die mit durchbrochenen, zum Abheben oder Öffnen eingerichteten Deckeln geschlossen werden. Es können aber auch Rohr- oder Rippenregister usw. (Fig. 10—14) als Heizkörper Verwendung finden.

Zur Vermeidung zu hoher Druckspannungen und zu stark ausstrahlender Wärme führt man in neuerer Zeit die Hochdruckheizung auch nur bis zu einer Wassertemperatur von 150° C aus und nähert sich so mehr einer Mitteldruckheizung.

Die Anlage von Heißwasserheizungen soll nur von sehr bewährten Firmen, unter vollständiger Garantie ausgeführt und von diesen auch projektiert werden.

δ) Die Schnellumlauf-Warmwasserheizung der Firma W. Brückner in Wien.

Diese in Fig. 6, T. 85, schematisch dargestellte Heizanlage unterscheidet sich von der Warmwasserheizung im Prinzip bloß dadurch, daß man das Wasser im Kessel etwas über 100° C erhitzt, wodurch im Steigrohre eine bedeutende Ausdehnung und Gewichtsverminderung der Wassersäule bewirkt wird, welche ein rasches Aufsteigen des Wassers und dadurch auch eine größere Umlaufgeschwindigkeit in der ganzen Anlage hervorruft. Beim Aufwärtssteigen der stark erhitzten und mit Dampfblasen vermengten Wassersäule nimmt der Wasserdruck im Steigrohre allmählich ab und kurz vor dem Eintritt in das Expansionsgefäß wird sich durch Vereinigung der Dampfblasen Dampf entwickeln, so daß daselbst ein Gemisch von Wasser und Dampf entsteht. An dieser Stelle — der sogenannten Dampfausscheidungsstelle — ist in das Steigrohr eine zylindrische Erweiterung, der Regler *R*, eingeschaltet, welcher die Wasserzirkulation der Anlage zu regeln und eine zu starke, stoßweise Dampfbildung, die unzulässiges Geräusch verursachen würde, zu verhindern hat.

Wasser- und Dampfgemisch gelangt nun vom Steigrohr in das dampfdicht geschlossene Ausdehnungsgefäß *A*. In diesem scheidet sich der Dampf vom Wasser, das nach unten durch die Verteilungsleitung zu den Heizkörpern fließt, während der Dampf durch ein Rohr vom oberen Deckel des Expansionsgefäßes aus nach dem Verdichter *V* geführt wird. In diesem Apparat wird der Dampf geräuschlos kondensiert, indem er durch eine oder mehrere, aus perforiertem Kupferblech hergestellte Brausen mit dem kühleren Rücklaufwasser gemischt wird. Dadurch wird das Rücklaufwasser um einige Grade erwärmt, bevor es zum Kessel zurückfließt und auf diese Weise die durch die Dampfbildung entzogene Wärme dem Rücklaufwasser wieder zugeführt.

Durch den Verdichter entweicht auch die zu Beginn der Heizung im Expansionsgefäße befindliche Luft in das Sicherheitsgefäß *S* und von hier aus ins Freie. Dieses Sicherheitsgefäß hat auch das etwa durch Luft, bezw. Dampfdruck aus dem System herausgedrückte Wasser aufzunehmen, das nach Beseitigung des Druckes wieder in das Rücklaufrohr zurückfließt.

Durch diese Anordnung steht somit das ganze System in unmittelbarer Verbindung mit der Atmosphäre, so daß in den Rohrleitungen selbst bei stärkster Dampfbildung nur der statische Wasserdruck herrschen kann.

Die Regulierung der ganzen Heizanlage erfolgt wie auch bei der Warmwasserheizung durch den Feuerregulator *F*, einen eisernen, zirka 1·5—2·00 m langen Rahmen, welcher am Rücklaufrohre eingespannt ist, so daß er jede Ausdehnung des Rohres empfindet. Sobald das Wasser im Rücklaufrohre auf eine gewisse Temperatur steigt, wird durch diese erhöhte Temperatur das Rücklaufrohr eine größere Ausdehnung erfahren und dadurch auch eine Bewegung des Rahmenoberteiles nach aufwärts hervorrufen, welche sich dem am oberen Rahmenende eingeschalteten

Hebelarm h mitteilt, worauf dieser bei c etwas sinkt und die in Verbindung gebrachte Zugklappe z am Kessel schließt; bei weiterem Steigen der Temperatur wird auf dieselbe Art noch eine Klappe geöffnet, welche Luft in den Schornstein einströmen läßt und den Zug in dem Schlothe gänzlich aufhebt.

Mit Hilfe des Feuerregulators ist es demnach möglich, die Heizungsanlage dem Wärmebedarfe entsprechend zentral zu regulieren, indem man den Regulator so einstellt, daß er bei höherer Temperatur des Rücklaufwassers die Zugluftklappe schließt.

Bei sehr geringem Wärmebedarfe wird dann nicht dauernd, sondern nur in gewissen Zwischenräumen Dampfbildung eintreten, so daß die Anlage nur periodischen Schnellumlauftbetrieb erhält und die Heizkörper entsprechend weniger Wärme abgeben.

Infolge der bedeutenden Umlaufgeschwindigkeit des Wassers können die Rohrquerschnitte und auch die Heizkörper wesentlich kleiner dimensioniert werden als bei der gewöhnlichen Warmwasserheizung.

Die Schnellumlauftheizung gestattet auch solche Räume zu beheizen, welche wesentlich tiefer als der Kessel liegen (siehe Fig. 6, unteres Geschob).

c) Die Dampfheizung.

Bei der Dampfheizung ist der Träger der Wärme Wasserdampf. Derselbe wird in einem Dampfkessel erzeugt und mittels Rohrleitung in die lokalen Heizkörper eingeleitet. Der eingeleitete Dampf gibt zunächst seine sehr bedeutende Wärme an die Heizflächen ab und kondensiert sich dabei zu Wasser, welches dann wieder zur neuerlichen Dampferzeugung in einem Behälter und von dort in den Dampfkessel rückgeleitet wird.

Man unterscheidet die Hochdruck- und die Niederdruckdampfheizung. Die Anlage beider Arten unterscheidet sich nur wenig von jener für die Warmwasserheizung.

Die rasche Fortleitungsfähigkeit und die große Wärmeabgabe des Dampfes gestatten die Anwendung von verhältnismäßig engen Rohren und eine sehr bedeutende, horizontale Ausdehnung des Rohrsystems. Die Dampfrohrleitung muß aber immer so angelegt werden, daß das sich bildende Kondensationswasser nur in der Richtung der Dampfströmung abfließt, weil sonst in der Leitung Stauungen eintreten, welche Explosionen verursachen, die sich durch Schlägen und Knallen in den Rohren nach außen bemerkbar machen.

Die Dampfleitungsrohre werden daher meist so geführt, daß vom Dampfkessel bis zum höchsten Punkte der Leitung ein Steigrohr möglichst vertikal emporgeführt wird. Vom höchsten Punkte des Steigrohres zweigen dann die Verteilungsrohre ab, welche mit möglichstem Gefälle bis zu jenen Stellen geführt werden, unter welchen die Heizkörper stehen, dort fallen die Zuleitungsrohre ab und münden in den Oberteil der Heizkörper. Von den tiefsten Stellen der Heizkörper führen dann die Kondensationsröhren in ein im untersten Geschosse angebrachtes Sammelrohr, welches wieder mit einem automatisch wirkenden Kondensationswasserableiter verbunden ist, der nur das Kondensationswasser in eine Zisterne ableitet, das Ausströmen von Dampf aber verhindert. Von der Zisterne wird das Kondensationswasser wieder in den Dampfkessel gepumpt, um dort neuerdings verdampft zu werden.

Bei einer derart ausgeführten Leitung sind sowohl Entlüftungsvorrichtungen als auch Rückschlagventile, die den Rücklauf des Kondensationswassers zum Heizkörper verhindern sollen und alle Absperr- und Reguliervorrichtungen überflüssig.

Um die Bildung von Kondensationswasser und die dadurch entstehenden Wärmeverluste zu verhindern, sind jene Teile der Dampfrohre, welche keine Wärme abgeben sollen, gut zu isolieren.

Um die durch die Erwärmung unvermeidliche Ausdehnung der Rohre un-
schädlich zu machen, sollen bei längeren Rohrsträngen gebogene Kupferrohrteile
(Kompensatoren), Fig. 5, oder Expansionsverbindungen Fig. 6, T. 86, eingeschaltet
werden.

Die Heizkörper sind im allgemeinen gleich jenen für Warmwasserheizung,
jedoch dem Drucke entsprechend stärker zu halten. Bei der Beheizung von Fabriks-
räumen u. dgl. ist es zweckmäßig, entsprechend große Heizröhren unterhalb der
Decke anzuordnen.

Die Dampfheizung mit Hochdruck wird meistens nur dort
zweckmäßig angewendet, wo genügend überflüssiger Fabriksdampf (Abdampf)
vorhanden ist. Der Dampfdruck muß hiebei durch ein Reduktionsventil (Fig. 20,
T. 86) derart herabgemindert werden, daß der Dampf die Leitungsröhren und
Heizkörper mit einem Drucke von nur 2—3 Atmosphären passiert.

Bei der Dampfheizung mit Niederdruck wird entweder ein
mit einem vom Wasserraum ins Freie führenden Standrohr von max. 5 m Höhe
versehener, sogenannter offener Kessel zur Dampferzeugung verwendet oder es
wird für größere Anlagen ein gesetzlich konzessionierter, gewöhnlicher Dampf-
kessel benützt, in welchem der Dampf mit höherer Spannung erzeugt wird als zur
Dampfheizung zulässig ist. In diesem Falle muß der Dampfdruck vor der Ein-
leitung in die Rohrstränge erst mittels Reduktionsventil auf die für die Leitung
zulässige Spannung von 0.1—0.5 Atmosphären herabgemindert werden.

Nachdem die baupolizeilichen Vorschriften die Anlage von Hochdruckdampf-
kesseln unterhalb Wohnräumen verbieten, so kann für solche Anlagen nur die
Anwendung von Niederdruckdampfkesseln in Betracht kommen, die eine Dampf-
spannung in der Rohrleitung von höchstens 0.5 Atmosphären hervorrufen.

Eine sehr wirksame Pumpe muß die Speisung des Dampfkessels besorgen,
damit die verhältnismäßig geringe und rasch verdampfende Wassermenge recht-
zeitig ersetzt wird.

Ein Beispiel einer Niederdruckdampfheizung ist in
Fig. 7, T. 85, dargestellt; dieselbe arbeitet maximal mit 0.15 Atmosphären Über-
druck. Dabei ist die Dampf-Kondens- und Luftleitung zu unterscheiden.

Die Dampfleitung S führt vom Kessel zur Kellerdecke, von dort mit Gefälle
zu den Steigleitungen, woselbst an den Enden nach abwärts führende Entwässerungs-
rohre (Siphons S_2) angebracht sind. Die Steigröhren S' führen dann vertikal durch
die einzelnen Geschosse bis zu den Heizkörpern, in welche sie oben einmünden.
Der in den Heizkörpern kondensierte Dampf fließt durch Fallstränge (Rückleitung r)
nach der Kondensleitung r' , welche mit Gefälle gegen den Kessel zu angelegt ist,
so daß das Kondenswasser stets in der Richtung des Dampfes fließt. Die Luft wird
von den Fallsträngen durch eine separate Leitung nach dem Kesselhaus geleitet,
wo sie durch ein Luftventil v zentral entweicht.

Bei jedem Heizkörper ist ein Niederschraubventil mit regelbarem Hub
angebracht (Fig. 21, T. 86), welches nur so viel Dampf in den Heizkörper zuströmen
läßt, als derselbe kondensieren kann; es kann daher sowohl in die Rückleitung
als auch in die Luftleitung kein Dampf einströmen.

Die Anlage ist ökonomisch und arbeitet auch geräuschlos.

Bei entfernten Kesselanlagen muß die Dampfleitung vor dem Eintritt in
die Verteilungsleitung durch einen Wasserabscheider (Fig. 18, T. 86) entwässert
werden, wodurch Schläge in der Leitung verhindert werden.

d) Vor- und Nachteile der verschiedenen Zentralheiz- anlagen.

Die Luftheizung gestattet eine rasche und gleichmäßige Erwärmung
der Räume in Verbindung mit einer kräftigen Ventilation ohne Anbringung von
lokalen Heizkörpern; die Anlagekosten sind gering, Frostschäden sind ausgeschlossen,

der Betrieb ist gefahrlos. Sie hat aber wieder den Nachteil, daß die Anlage bloß eine geringe, horizontale Ausdehnung gestattet, daß die Wärmeaufspeicherung gering ist, bei starkem Winde zu heftiger Zug in der Ventilation entsteht und daß die Gefahr des Eindringens von Rauch und Staub durch die Warmluftkanäle in die Wohnräume nicht ganz ausgeschlossen ist; auch läßt sich die Anlage in alten Gebäuden schwer anbringen, da sie viele Kanalmauerungen fordert.

Die **Warmwasserheizung** gibt eine milde und gleichmäßig anhaltende Wärme, welche sich in den einzelnen Lokalen nach Belieben regulieren läßt; die Anlage gestattet eine größere, horizontale Ausdehnung (bis etwa 80 m), einen einfachen, gefahrlosen Betrieb, fordert wenig Brennmaterial und läßt sich in alten Gebäuden leicht einrichten. Die Anlage ist jedoch teuer, braucht große Heizkörper, erfordert häufig Reparaturen und kann auch leicht einfrieren.

Die Heizung mit Mitteldruck hat kleinere Heizflächen, ist daher billiger; dagegen ist das Rohrnetz infolge der größeren Spannung mehr beansprucht, daher auch mehr Veranlassung zu Undichtheiten.

Die **Heißwasserheizungsanlage** kommt beiläufig um die Hälfte billiger wie die der Warmwasserheizung (wegen geringen Rohrquerschnitten, kleinen Heizkörpern usw.), sie ist auch leichter in alten Gebäuden einzurichten; die Heizung erfolgt rascher, dagegen kühlen die Heizkörper schnell wieder ab. Die Beheizung ist aber zu intensiv und daher die Verunreinigung durch versengten Staub an den Heizflächen nicht ausgeschlossen; auch sind infolge der hohen Druckspannung Rohrspaltungen möglich. Es können ferner infolge Luftansammlung in den Röhren oder infolge von Ablagerungen in den Feuerschlangen (bei Verwendung von unreinem Wasser) leicht Betriebsstörungen entstehen. Außerdem besteht auch die Gefahr des Einfrierens.

Bei der **Dampfheizung** läßt sich die Anlage derart ausdehnen, daß von einem Dampfkessel selbst mehrere Gebäude beheizt werden können. Auch in alten Gebäuden ist sie leicht einzurichten. Die Erwärmung erfolgt rasch, aber auch sehr intensiv mit strahlender, nicht sehr angenehmer Wärme, welche nach Einstellung des Betriebes schnell aufhört.

Die Anlagekosten sind bedeutend und bei Anwendung eines Hochdruckkessels ist auch der Betrieb ein kostspieliger und nicht ganz gefahrloser; diese Anlage empfiehlt sich daher nur für Fabriken, wo genügend Abdampf vorhanden ist.

Bei Anwendung eines Niederdruckkessels ist jedoch der Betrieb billig und gefahrlos, so daß eine solche Anlage sich in den meisten Fällen, besonders aber in Verbindung mit einer Warmwasserheizung empfehlen wird, bei welcher die erzeugte Wärme, wie im folgenden beschrieben, aufgespeichert werden kann.

e) Kombinierte Heizsysteme.

Durch vereinigte Anwendung verschiedener Heizsysteme lassen sich die Mängel des einen durch die Vorzüge des anderen Systems beseitigen oder doch wenigstens herabmindern, z. B.:

1. Die Heizkammer der Luftheizung wird durch Heizkörper der Wasser- oder Dampfheizung erwärmt, wodurch eine Verunreinigung der Luft mit Kohlen gasen ausgeschlossen und auch die Möglichkeit geboten ist, von einer Zentralstelle aus mehrere Heizkammern zu erwärmen. Dieses System — **Warmwasser-, Heißwasser- oder Dampf-Luftheizung** genannt — eignet sich besonders für Theater, Versammlungssäle usw.

2. Die Heizkörper einer Warmwasserheizung können statt durch direkte Feuerung auch mittels Dampf erhitzt werden, indem man das Wasser des Heizkörpers entweder durch eingebaute Heizspiralen oder durch direktes Einleiten von Dampf in die nur teilweise mit Wasser gefüllten Heizkörper erwärmt (**Dampf-wasserheizung**). Dadurch wird eine rasche Erwärmung der Heizkörper erzielt und bei Anwendung eines Niederdruckkessels die Anlage infolge der engeren

Röhren bei geringerem Wasserbedarf vereinfacht. Auch bei vorhandenem Abdampf empfiehlt sich die Dampfwasserheizung, namentlich zur Erwärmung von Wohnräumen.

E. Herdanlagen.

Man unterscheidet im allgemeinen: 1. Offene Herde, 2. Platten- und Sparherde, 3. Kesselherde und 4. Gaskochherde usw.

1. Offene Herde.

Der in Fig. 1, T. 87, dargestellte Herd besteht im wesentlichen aus einem gemauerten Herde mit dem Herdgrübchen *h*, in welchem das Feuer unterhalten wird, und der nach unten ausgesparten Nische *n*; der Herd ist mit einem gewölbten Rauchmantel überdeckt.

Die Kochtöpfe stehen entweder auf einem über dem Herdgrübchen aufgestellten Dreifuß oder es wird zu diesem Zwecke auf einer über dem Herdgrübchen herabhängenden Kette ein kleiner Kessel aufgehängt.

Bei dieser nur für Brennholz geeigneten offenen Herdanlage ist das direkte Bespülen der Kochgeschirre durch die Flamme unangenehm, verursacht Unreinlichkeit, außerdem ist die Ausnützung der Verbrennungswärme und auch die Rauchabfuhr keine vollkommene, es wird daher diese Herdkonstruktion fast nicht mehr ausgeführt. Man findet sie nur noch in manchen Bauernhäusern.

2. Platten- und Sparherde.

Ein einfacher Plattenherd ist in Fig. 2, T. 87, dargestellt. Im Herdmauerwerke ist der Heizraum *h*, der Aschenfall *a* und der Rauchkanal *k* ausgespart und mit feuerfestem Mauerwerk verkleidet. Je nach der Größe des Herdes kann im Mauerwerk auch eine Nische *n* für das Brennholz geschaffen werden. Heizraum und Rauchkanal sind mit gußeisernen Platten *p* abgedeckt, welche in den Falz eines Herdreifes *r* passen. Zwischen dem Heizraum und Aschenfall, die mit eisernen Türchen abgeschlossen sind, liegt ein gußeiserner Planrost, auf welchem das Feuer brennt. Die Flamme bespült und erhitzt die eisernen Herdplatten, auf welchen die Kochtöpfe stehen. Um letztere direkt der Flamme auszusetzen, ist die Herdplatte über der Feuerstelle mit einem kreisrunden Loche versehen, welches mit mehreren Herdringen geschlossen werden kann.

Der Plattenherd, welcher mit Holz oder Kohle gefeuert werden kann, verhindert zwar das Einrauchen in die Küche, gestattet aber noch keine vollkommene Wärmeausnützung, nachdem bei starkem Zuge viel Wärme unbenützt in den Rauchschlot entweicht.

Bei den Sparherden wird der Rauchkanal nicht direkt in den Rauchschlot, sondern im Herdmauerwerk selbst um eingesetzte, eisenblecherne Brat- oder Backrohre *b*, *b'* geführt (Fig. 3, T. 87), welche teils von der Flamme, teils von den erhitzten Feuergasen umspült werden, so daß in den kastenförmigen Rohren, bei geschlossenem Türchen das Braten oder Backen bewirkt werden kann. Meist wird auch noch zum Vorwärmen von Wasser ein Gefäß *w* vor dem Rauchschlot eingeschaltet.

Die sonstige Konstruktion der Sparherde ist sehr verschieden. Im allgemeinen unterscheidet man Tischherde oder unterschlächtige Herde (Fig. 3, 5 und 6, T. 87) und aufgesetzte oder Aufsatzherde (Fig. 4, T. 87).

Die Tischherde benötigen weniger Raum zum Aufstellen, aber einen sehr guten Zug im Rauchschlot, da die Feuergase nach abwärts ziehen müssen.

Fig. 5, T. 87, zeigt einen kleinen, gemauerten Tischherd mit einem Bratrohre *c*, einer Wasserwanne *d*, zwei Lochplatten *h₁* und zwei Herdplatten *h*. Die Verbrennungswärme gelangt vom Feuerraum *a* zunächst an die untere Fläche der

Herdplatten, umspült dann das Bratrohr *c* und das zur Aufnahme einer kupfernen Wasserwanne dienende Rohr *d* und entweicht sodann durch den Rauchkanal *e* in den Rauchschlot *r*. Zum Reinigen des Herdes vom Ruße dienen die Putztürchen *f*, zum Ansammeln und Entfernen der Asche der Aschenfall *b* samt Verschlussbüchsen, das einen Luftschlitz und darüber befindlich einen Schuber zur Regulierung des Zuges besitzt. Das Herdmauerwerk wird durch einen Herdreif *i* nach oben abgeschlossen, welcher die mit Falzen versehenen Herdplatten *h* in ihrer Lage erhält.

Die in der Figur angegebenen Dimensionen des Heizraumes und der Feuerzüge sollen nicht überschritten werden, weil sonst unnütz viel Brennstoff für die Feuerung notwendig wäre.

Fig. 6, T. 87, bringt einen größeren, gemauerten Tischherd mit einem Brat- und einem Backrohre, einer Wasserwanne und einem Bügelofen zur Darstellung. Die aus den Schnitten ersichtlichen Rauchkanäle sind so angeordnet, daß zuerst die Brat- und Backrohre *c* und *c'* (Fig. 6 *F*) und dann die Wasserwanne *d* (Fig. 6 *E* und *H*) von den Feuergasen umspült werden, ehe diese in den Rauchschlot gelangen.

Im rückwärtigen Teile des Herdes ist eine zweite Feuerstelle *l* mit Rost, Aschenfall und eigenem Rauchkanal angebracht, welche bloß zum Erhitzen der Bügeleisen dient, wenn der Sparherd außer Gebrauch ist (Fig. 6, *D*, *E* und *G*).

Ober der Sparherdplatte ist zum Vorwärmen der Teller an der Wand ein eiserner, stellagenartiger Tellerrost angebracht.

Die Wände des Herdes und auch die anschließenden Mauerflächen sind mit glasierten Kacheln verkleidet, die Ränder der Verkachelung stecken in dem Falze eines Eisenrahmens.

An den Herdreif ist eine Schutzstange aus Rundeisen oder Messing befestigt, welche ein direktes Anlehnen an den Herd verhindert.

Ähnlich wie gemauerte werden auch eiserne, transportable Tischherde hergestellt, welche eine ähnliche Einrichtung wie der in Fig. 3, T. 87, im Schnitt dargestellte gemauerte Herd besitzen.

3. Kesselherde.

Beim Kesselherd werden größere Blechgefäße (Kessel) in den Herdraum, ganz oder teilweise versenkt, eingesetzt und entweder fix eingemauert oder zum Ausheben eingerichtet.

Kesselherde dienen zum Abkochen größerer Mengen von Speisen, für Waschküchen zum Auskochen der Wäsche, ferner für mancherlei gewerbliche Zwecke u. dgl.

a) Mannschaftskochherd, System Pongratz.

Die Fig. 1, T. 88, zeigt einen solchen Herd mit vier Kochkesseln *k*, welche in entsprechende Öffnungen der Herdplatten derart eingesetzt und um eine Feuerstelle gruppiert sind, daß sie im unteren Teile von der Flamme direkt bespült werden.

Die vier 39×39 cm großen, gußeisernen Herdplatten ruhen in der Mitte des Herdes auf einem gußeisernen Tragkreuz *f* und seitlich auf dem Herdmauerwerk. Ein Flammenteiler *t* leitet die Flammen über die rückwärtigen Kessel zum Rauchschlot. Die Kessel können nach Belieben ausgehoben und die Öffnungen in den Platten mit dazu passenden Deckeln geschlossen werden.

Die vier Kessel sind aus Weißblech erzeugt und besitzen je 36 l Inhalt, sie genügen für den Stand einer Unterabteilung. Für einen größeren Mannschafftsstand können auch sechs Kessel um eine Feuerstelle gruppiert werden (Fig. 2, T. 88), während für kleinere Abteilungen auch Herde mit zwei Kesseln (Fig. 3 *a*, T. 88) gebaut werden können.

Für mehrere Unterabteilungen können diese Herde den räumlichen Verhältnissen entsprechend, je nach Bedarf verschiedenartig gruppiert werden, wie dies in Fig. 3 *b* bis *g*, T. 88, schematisch dargestellt erscheint.

b) Mannschaftskochherd, System Grasern.

Dieser in Fig. 4 und 5, T. 88, dargestellte Herd ist solider gebaut und für Kohlenfeuerung zweckmäßiger eingerichtet wie der Pongratz-Herd.

Für eine Unterabteilung sind vier Stück verzinnte Stahlblechkessel zu 32 l Inhalt (Fig. 5 E) notwendig, welche um eine Feuerstelle gruppiert werden. Die Fig. 5 zeigt einen Herd mit acht Kesseln (für zwei Unterabteilungen).

Für den Bau des Herdes benötigt man folgende Eisenbestandteile.

1. Die gußeiserne Einheize (Fig. 5 C), welche aus dem Gestelle, dem Treppen- und Planrost und zwei Türchen besteht. Für Holzfeuerung ist die Einheize nach Fig. 5 D bloß mit einem Planrost und einem Türchen konstruiert.

2. Der Herdreif aus 7/50 mm Flacheisen liegt an der äußeren Flucht des Herdmauerwerkes an. Er ist mit angenieteten Prätzen gleichen Profiles in das Mauerwerk versetzt (Fig. 4 C). Eine Versteifung erhält der Herdreif einerseits durch das aus T-Eisen gebildete Herdkreuz *l* und andererseits durch 7/50 mm starke, 600 mm lange Bänder *l* (Fig. 5 A). Herdkreuz und Bänder sind mit dem Herdreif so vernietet, daß der Plattenbelag 6 mm unter der Herdreifenoberfläche zu liegen kommt.

3. Der Plattenbelag ist aus gußeisernen, 9 mm starken Platten derart angeordnet, daß er überall bis an den Herdreif reicht und von diesem umspannt wird. Die Platten selbst ruhen zum Teile auf dem Herdkreuz und zum Teile auf der mit einer Mörtelschichte horizontal abgeglichenen, obersten Ziegelschar.

Für den Bau des Herdes wird zuerst der Umfang desselben durch Vorreißen des Herdreifes auf dem Fußboden trassiert (siehe in Fig. 4 und 5 A die gestrichelte Linie).

Das Herdmauerwerk wird mit gut gebrannten Ziegeln in Weißkalk-, bei den Feuerstellen in Lehm- oder Schamottemörtel ausgeführt und an der Außenseite verbrämt. Gleichzeitig mit dem Aufmauern müssen die Räume für Aschenfall und Feuerstelle ausgespart und die Eisenkonstruktionsteile versetzt werden. Der Flammteiler *c* wird als selbständiger Mauerkörper auf die sechste Ziegelschar aufgesetzt; dieser leidet am meisten vom Feuer und muß häufig neu aufgemauert werden.

Die Kochkessel sind nach Fig. 5 E im oberen Teile aus 1 mm dickem und im unteren Teile aus 2 mm dickem Stahlblech erzeugt und ganz verzinkt. Nach Bedarf kann der obere Teil des Kessels auch höher als 20 cm gemacht werden.

Zur Herstellung der Mehlspeisen dienen eigene Kasserolle.

c) Vereinigter Kessel- und Plattenherd, System Grojer.

Dieser in Fig. 1, T. 89, dargestellte Herd besteht aus einem Kesselherd mit angeschlossenen Plattenherd.

Der Kesselherd hat zwei verzinnte Stahlblechkessel mit je 60 l Inhalt, welche in entsprechende Öffnungen des gußeisernen Herdplattenbelages bis zur halben Höhe nebeneinander eingesetzt und nach Bedarf wieder ausgehoben werden können. Der angebaute Plattenherd hat zwei Lochplatten zum Einsetzen von kleineren Kesseln oder Kasserols. Beide Herde haben eigene Feuerstellen, so daß jeder Herd für sich allein benützt werden kann.

Der Kesselherd dient gewöhnlich zum Abkochen von Fleisch und Gemüse, während der Plattenherd zum Rösten der Einbrenn, Herstellen von Mehlspeisen usw., ferner zum Bereiten der Frühsuppe benützt wird.

Das Herdmauerwerk wird in 10 Ziegelscharen mit Weißkalkmörtel ausgeführt und an der Außenseite verbrämt oder verputzt. Der Feuerraum erhält eine entsprechende Bekleidung mit Schamotteziegeln in Schamottemörtel (Fig. 1 E). Gleichzeitig mit dem Aufmauern muß der Raum für Aschenfall und Feuerstelle ausgespart und mit den nötigen Eisenkonstruktionsteilen versehen werden.

Für den Kesselherd ist ein Treppenrost und für den Plattenherd ein Korbrost (Fig. 1 *E* und *F*) angeordnet. Die beiden Heitzürchen, beim Plattenherd auch das Aschenfalltürchen, sind an einem gußeisernen Halse befestigt, welcher die Öffnung teilweise auskleidet (Fig. 1 *E* und *F*).

Bei diesen Herden ist stets anzustreben, daß neben dem Rauchsclot ein entsprechender Ventilationschlott geführt werde, welcher unterhalb der Küchendecke ausmündet und dort mit einer verschließbaren Klappe versehen ist (Fig. 1 *E*).

Ein solcher Herd ist für eine Unterabteilung (100 Mann) bestimmt. Derselbe kann den jeweiligen Raumverhältnissen entsprechend nach Fig. 2 *a*, *b* oder *c* aufgestellt werden. Für 200 oder 400 Mann können 2 oder 4 solcher Herde nach Fig. 2 *d*, *e* oder *f* nebeneinander hergestellt werden.

d) Mannschaftskochherde, System de Mori-Maisner.

Dieses Herdssystem wird sowohl als transportabler, eiserner Kochherd für den Feldgebrauch als auch als gemauerter Kochherd in mehreren Typen hergestellt. Er gestattet die größte Ausnützung der Verbrennungsgase, ein rasches Abkochen und eine leichte Reinigung.

a) Eiserner, transportabler Kochherd.

(Fig. 3 und 4, T. 89.)

Zum Zwecke leichter Transportfähigkeit ist dieser Herd derart konstruiert, daß mehrere Teile (Elemente) zu einem größeren Herde zusammengefügt und mit leicht lösbaren Klinken *k* (Fig. 3 *a* und 4 *a*) verbunden werden.

Fig. 3 zeigt einen aus zwei Elementen zusammengesetzten Herd für 100 Mann mit vier Kesselöffnungen, zwei Feuerstellen und einem Rauchabzug, Fig. 4 einen Herd für 200 Mann, bestehend aus zwei Elementen zu zwei Kesselöffnungen und einem Elemente mit vier Kesselöffnungen, also zusammen mit acht Kesselöffnungen, drei Feuerstellen und zwei Rauchabzügen.

Jedes Element besteht aus einem mit einem Winkeleisengerippe verstärkten Blechkasten, welcher auch doppelwandig sein kann. Im unteren Teile des Kastens ist der nach unten sich trichterförmig verengende, mit Schamotte oder Lehm ausgemauerte Feuerraum mit Planrost eingesetzt. Ober dem Feuerraum sind an den Innenwänden des Elementes Winkeleisenschienen angenietet, auf welchen ein Blechzylinder (Tambour, Fig. 5) ruht. Dieser Tambour hat am oberen und unteren Rande und in der Mitte nach innen vorstehende Eisenränder (unten aus Flach-, in der Mitte und oben aus angenieteten Winkeleisen gebildet), welche an die Wand des eingesetzten Kessels anschließen, so daß zwischen der Wand des Tambours und der des eingesetzten Kessels zwei übereinander liegende, ringförmige Räume entstehen, durch welche die Feuergase geleitet werden. Hiefür sind die unten und in der Mitte des Tambours nach innen vorstehenden Ränder bei *a* und *b* (Fig. 5) auf 8 cm Länge durchbrochen, ferner ist zwischen diesen beiden Öffnungen eine die beiden Ringräume teilende Blechwand *c—d* (von der Breite der vorstehenden Ränder) eingesetzt und endlich hat der Tambour bei *e* eine 8 × 10 cm große Öffnung für den Rauchabzug.

Der Tambour wird so eingesetzt, daß die Öffnung *e* mit der gemeinsamen Rauchabzugöffnung *RA* (Fig. 3 und 4 *b*) zusammenfällt.

Durch die vorbeschriebene Einrichtung werden die im Feuerraume erzeugten Verbrennungsgase gezwungen, bei *a* in den unteren Ringraum einzutreten, diesen in der Richtung der Pfeile zu durchziehen, sodann bei der eingesetzten Blechwand durch die Öffnung *b* in den oberen Ringraum aufzusteigen, diesen wieder zu durchstreichen, um dann bei der Blechwand durch den Rauchabzug abzuziehen, wie dies in den Schnitten Fig. 3 und 4 *c* durch Pfeile angedeutet erscheint.

Bei der Aufstellung des Herdes werden zuerst die Tambours durch die offene Seite der Herdelemente eingeschoben, sodann werden die einzelnen Elemente zusammengefügt, mit den Klinken *k* (Fig. 3 und 4 *a*) verbunden und die leeren Räume zwischen den Tambours und Blechkästen mit Ziegeltrümmern in Schamotte- oder Lehmörtel ausgefüllt und auch der Feuerraum mit Ziegeln in Schamotte- oder Lehmörtel verkleidet. Hierauf werden die Teile der Herdplatte aufgelegt und schließlich wird das Rauchrohr auf den an der Herdplatte befindlichen Rohrhals aufgesetzt.

Der Herd kann im Freien oder in einem geschlossenen Raume aufgestellt werden, in letzterem Falle muß das Rauchrohr in einen Rauchschlot einmünden, bei Aufstellung im Freien genügt ein 1,2 *m* langer Rohrstützen mit einem Rauchsauger.

Der aufgestellte Herd kann sofort benützt werden, besser ist es jedoch, denselben bei mäßigem Feuer etwa vier Stunden auszuheizen.

Zum Abkochen der Suppe werden gewöhnlich große Kessel mit 38 *l* Inhalt (Fig. 5 *a*, T. 90) verwendet, für die Bereitung von Zuspeisen u. dgl. dienen kleinere Kessel mit 25 *l* Inhalt (Fig. 5 *b*, T. 90) oder Kasserolle zu 20 *l* Inhalt (Fig. 5 *c*, T. 90).

Die großen Kessel werden bei den unteren Türchen *u* und die kleinen Kessel oder Kasserolle bei den oberen Türchen *o* (Fig. 3 und 4 *a*, T. 89) angeheizt; in letzterem Falle muß oben ein Sekundärrost eingelegt werden.

β) Gemauerter Kochherd.

Dieser Herd kann je nach Bedarf mit zwei, vier, sechs oder acht Löchern zum Einsetzen der Kochkessel hergestellt werden (Fig. 1—4, T. 90).

Das 80 *cm* hohe Herdmauerwerk wird in Weißkalkmörtel und bei den Feuerstellen in Schamottemörtel hergestellt.

Für den Bau des Herdes dienen die in Fig. 6—11, T. 90, dargestellten und auch benannten Herdbestandteile.

Der Herd muß im Küchenraume ganz frei stehen und von allen Seiten zugänglich sein. Von der nächststehenden Küchenwand soll er mindestens 1 *m* abstehen. Das Rauchabzugrohr ist in einen Rauchschlot einzuführen.

Die Fig. 1 zeigt einen Kochherd für 50 Mann. Die Aufmauerung desselben erfolgt unter Einhaltung des Ziegelverbandes so, daß in jeder Ziegelschar die notwendigen Hohlräume (Heizöffnung samt Aschenfall, Frischluftkanal usw.) ausgespart und gleichzeitig auch die erforderlichen Eisenbestandteile versetzt werden (siehe Fig. 1 *a* bis *i*). Die erste Schar wird als Pflasterung 45—60 *cm* über die Wandseiten des Herdes fortgesetzt, sie enthält den Frischluftkanal und kann auch aus Beton hergestellt werden. Die zweite Schar bildet die Überdeckung des Frischluftkanales und wird aus 2 *cm* dicken Pflasterziegeln bis auf die Öffnung für den Luftschlot *l* voll gemauert. In Ermangelung 2 *cm* dicker Ziegel würde auch eine entsprechende Betonschicht genügen. Die übrigen Scharen werden, wie die Figuren zeigen, mit normalen Mauerziegeln hergestellt.

Auf die zehnte Ziegelschar wird die gußeiserne Halbzwisehenplatte (Fig. 7 *c*) mit der Öffnung genau vertikal unter der Kesselöffnung verlegt (Fig. 1 *h* Grundriß). Die elfte, zwölfte und dreizehnte Schar enthalten die Aussparungen für die Kesselöffnungen, für den Rauchabzug und den Luftschlot. Auf die dreizehnte Schar wird die gußeiserne Herdplatte in Mörtel gelegt.

Beim Baue des Kochherdes für 100 oder 150 Mann ist im allgemeinen derselbe Vorgang zu beachten, nur die Lage der gußeisernen Halbzwisehenplatten muß so sein, daß die halbkreisförmigen Ausschnitte *a* (Fig. 2 und 3) gegeneinander gerichtet sind; außerdem hat der Herd für 150 Mann zwei Luftschlote und zwei Rauchabzüge.

Beim Baue des Kochherdes für 200 Mann werden die beiden seitlichen Herdteile mit den höher liegenden Heizräumen ebenso gemauert wie beim Herde für 100 und 150 Mann.

Der mittlere Herdteil mit vier Kesselöffnungen und einem gemeinsamen Feuerraum erhält auf der achten Schar die unteren Zwischenplatten (Fig. 7 b) aufgelegt, diese sind in der Mitte durch 90 cm lange, I-förmige Eisenschienen unterstützt. Sonst ist der Bau des Herdes gleich dem der früher besprochenen.

Der fertige Herd muß durch mehrere Tage mit gelindem Feuer ausgeheizt werden, bevor er in Gebrauch genommen wird.

Zum Abkochen werden die großen Kessel (Fig. 5 a) für Fleisch und Suppe in die tieferen und die kleinen Kessel oder Kasserolle (Fig. 5 b und c) in die höher liegenden Kesselöffnungen eingesetzt. Vor dem Anheizen müssen die Kessel mindestens auf $\frac{1}{3}$ ihrer Tiefe mit Wasser gefüllt sein, weil leere Kessel durch das Feuer leiden würden. Bei ausgehobenem Kessel wird das betreffende Loch mit einem gußeisernen Deckel geschlossen.

Das Heizen erfolgt anfangs mit mäßigem Feuer, welches allmählich verstärkt und fünf Minuten vor Beendigung des Kochens ganz eingestellt wird. Die Flamme bestreicht zunächst den Boden der Kessel, zieht dann durch die Ausschnitte *a* der Zwischenplatten in die durch die gemauerten Wände *w* abgeteilten, oberen, ringförmigen Räume zwischen den Kesseln und dem Herdmauerwerk, durchzieht diese in der Richtung der Pfeile (Fig. 3 und 4 a), um dann als abgekühlte Heizgase in den Rauchschlot zu entweichen.

Behufs Reinigung des Herdes müssen die Rauchrohre abgenommen werden, worauf sowohl diese als auch die Abzugöffnungen und Einheizen im Herd mit entsprechenden Bürsten oder Borstenbesen vom Russe befreit werden können.

e) Das Kochen nach dem Manometer bei direkter Feuerung, System Dr. Josef Kühn.

(Fig. 5 und 6, T. 91.)

Bei diesem Kochverfahren werden die Speisen in einem unter geringem Drucke stehenden Dampfkessel auf sehr einfache Art und mit wenig Brennstoffverbrauch zubereitet.

Die Kessel (Manometerkessel) werden von 50—400 l Inhalt aus Kupfer- oder Eisenblech mit einer Blechstärke, die dem Drucke einer Atmosphäre entspricht, erzeugt und innen — die Eisenblechkessel auch außen — verzinkt. Der Kesseldeckel ist mit einer Dichtung aus Gummiastbest versehen, durch eine Scharniere mit dem Kessel verbunden und mit einem Aufzug (Fig. 5 b) leicht zu heben. Kleine Kessel (Fig. 6 a) haben keine Scharniere und zum Heben bloß Handhaben. Zum Anpressen des Deckels an den Kesselrand dienen die Kesselschrauben *S*. Am Deckel ist ein Sicherheitsventil *v*, ferner 1 Manometer *m* und ein Dampfableitrohr *d* angebracht. Kessel über 80 l Inhalt haben zwei Sicherheitsventile. Das Sicherheitsventil ist auf 0.4 Atm. geprüft, das Manometer zeigt bis 0.7 Atm., wovon die ersten vier rot bezeichnet sind.

In der Regel werden die Manometerkessel in einen gemauerten Herd eingesetzt, können aber auch in einen mit Kieselgur ausgefüllten eisernen Herd eingehängt werden. Ganz kleine Kessel stehen bloß auf der Platte eines Sparherdes.

Um das Anbrennen von Hülsenfrüchten, Reis u. dgl. zu verhindern, wird in den Kessel ein siebartig durchlochtes Kocheinsatz *e* (Fig. 5 b und d) auf den Kesselboden gestellt. Zum Herausziehen des Kocheinsatzes dient der Haken (Fig. 5 e).

Das Garkochen im Manometerkessel muß unter fortwährender Beobachtung des Manometers langsam in möglichst niedriger Dampfspannung mit dem geringsten Bedarf an Brennstoff erfolgen.

In einer speziellen Anleitung (Kochtabelle) für das Kochen nach dem Manometer ist für jede Speisengattung das jeweilig erforderliche Quantum an Wasser, Zutaten usw. und auch die hiezu nötige Menge Brennstoff zu entnehmen oder leicht zu berechnen.

Der Kesselinhalt wird bei geschlossenem Deckel langsam auf den Siedepunkt gebracht, dann wird das eventuell noch am Roste befindliche, überflüssige Feuer weggeräumt und der Inhalt noch 15—20 Minuten unter einem Dampfdruck von 0·0—0·3 Atm., je nach der Gattung der Speise weiter gekocht. Sodann wird der Dampfablaßhahn geöffnet, der Deckel abgenommen und die Speise als gar gekocht herausgenommen, eventuell eingebrannt.

Von großer Wichtigkeit ist die Verwendung des geringsten in der Kochtabelle vorgeschriebenen Brennstoffquantums, um den Kessel nicht zu überhitzen und die sorgfältige Beobachtung des Manometers, um die vorgeschriebene Dampfspannung genau einzuhalten, auf keinen Fall aber zu überschreiten. Es muß daher das vorgeschriebene Brennstoffquantum vorgemessen oder vorgewogen und nicht auf einmal, sondern nur partieweise nach Bedarf zugelegt werden. Übersteigt das Manometer die vorgeschriebene Dampfspannung, so muß diese durch Öffnen des Dampfablaßhahnes wieder entsprechend herabgemindert werden.

Die Füllung der Kessel soll stets nach der Kochtabelle geschehen, dabei aber beachtet werden, daß 10% des Fassungsraumes als Dampfspielraum frei bleibe, der Kessel aber andererseits mindestens bis zur Hälfte gefüllt sei. Für manche Speisen muß der Kocheinsatz verwendet werden.

Zum Abkochen geringerer Quantitäten von Speisen als der halbe Fassungsraum des Kessels dient ein eigener, oben offener Einsatztopf, welcher in den Manometerkessel auf den Kocheinsatz gestellt wird. Die Zubereitung im Einsatztopf ist gleich wie bei halb gefülltem Kessel, sie dauert aber etwas länger und erfordert auch etwas mehr Brennstoff.

Für kleinen Betrieb hat man auch Kessel mit 50 l Inhalt (Fig. 6, T. 91), welche auf einen Plattenherd gestellt werden. Ein solcher Kessel hat außer der früher beschriebenen Einrichtung noch Handhaben *h* und *h'* am Kessel und am Kesseldeckel.

In außergewöhnlichen Fällen (Kriegs- und Notstandszeiten) kann man die Zubereitungsdauer durch gesteigerten Dampfdruck noch herabmindern (Schnellkochen) und zum Transporte der Speisen auf größere Entfernungen eigene Speisentransportgefäße verwenden, in welchen die Speisen sehr lange warm und geschmackvoll erhalten bleiben. Für diesen Zweck dienen auch verschiedene Küchenwagen. Näheres hierüber enthält die Broschüre über das Kochen nach dem Manometer von Dr. Josef Kühn.

f) Kesselherd für Waschküchen.

In Fig. 4, T. 91, ist ein kleiner Kesselherd dargestellt, bei welchem der aus Kupferblech erzeugte, innen verzinnete Kessel derart im Herdmauerwerk fix versetzt ist, daß derselbe an seiner Außenfläche fast ganz vom Feuer umspült wird.

Dem Rauchkanal wird ein kleiner Mauerkern *m* (Fig. 3b) an der unteren Seite vorgelegt, damit die Flamme vor dem Entweichen in den Schlot die ganze Kesselfläche bestreichen muß.

Feuerstelle und Aschefall sind mit eisernen Türchen abgeschlossen und diese mit regulierbaren Luftschlitzen versehen.

Der obere Herdrand ist mit einem eisernen Herdreif *h* eingesäumt. Es empfiehlt sich, die Fläche um den Kessel mit verzinnenden Eisenplatten besser mit einer Holzverkleidung zu belegen, um die Wäsche vor Rostflecken zu bewahren.

4. Gaskochapparate.

Das Leuchtgas eignet sich wegen des raschen und reinlichen Betriebes ganz besonders als Brennstoff. Die Gaskochapparate (Koch- und Bratherde) teilen sich in *o f f e n e*, nur für kleineren Betrieb geeignete Herde, bei welchen die schädlichen Verbrennungsgase die Luft im Küchenraum verunreinigen, und in *g e s c h l o s s e n e H e r d e*, bei welchen die Verbrennungsgase, ähnlich wie bei den Sparherden, durch entsprechende Blechrohre in einen Rauchschlot abgeführt, vorher aber noch zur Erwärmung der Herdplatte, Bratröhren usw. vollständig ausgenützt werden.

Die Heizquelle bildet ein regulierbarer Gasbrenner, wozu sich ebenfalls der im Kapitel Gasheizung und Beleuchtung beschriebene Bunsenbrenner im Prinzip eignet, welcher, dem besonderen Zwecke entsprechend, noch verschiedenartige Ausstattungen erhält.

Ein guter Brenner für Kochzwecke soll außer vollkommener Verbrennung des Leuchtgases und größtmöglicher Wärmeentwicklung auch eine Einrichtung zum Regulieren der Flamme besitzen, welche es ermöglicht, die Speisen rasch zum Kochen zu bringen und dann langsam kochend zu erhalten. Auch soll die Flamme derart reguliert werden können, daß sie den Boden des Kochgefäßes ganz bedeckt, über die Ränder desselben aber nicht emporschlägt. Auch darf beim Überfließen des kochenden Wassers die Flamme nicht erlöschen. Der in Fig. 7, T. 91, dargestellte Doppelbrenner von *J u n k e r* und *R u h* soll diese Vorteile besitzen. Das bei den halbrunden Öffnungen *o* vom Brenner ausströmende Luft- und Gasgemisch gibt schwaches Feuer und das bei dem unterhalb befindlichen durchlaufenden Schlitze *S* ausströmende Gas starkes Feuer. Der Hahn *h* dient zur entsprechenden Regulierung und Absperrung des Gaseintrittes.

Bei den Gaskochherden werden die Kochgefäße, Bratrohre u. dgl. von der Gasflamme oder von den abziehenden Verbrennungsgasen direkt erhitzt. Größere Kochapparate erhalten manchmal eine solche Einrichtung, daß die Kochgefäße indirekt durch mittels Gasflammen erhitztem Wasser oder durch Wasserdampf erwärmt werden.

Von den häufig in Verwendung stehenden, geschlossenen Gaskochherden sind in den Fig. 8 und 9, T. 91, zwei Familienherde dargestellt. Sie bestehen im allgemeinen aus einem Kasten aus Eisenblech, welcher oben mit der Herdplatte abgedeckt ist. Das Innere des Kastens ist durch ein Rohr mit dem Rauchschlot verbunden. Die Herdplatte hat je nach der Größe des Herdes eine entsprechende Anzahl mit Ringen geschlossener Kochlöcher, unter welchen sich je ein Gasbrenner befindet, der mit dem Gaszufuhrrohr in Verbindung steht. Für jeden Brenner ist außerhalb des Herdes ein Absperrhahn angebracht. Es können auch, wie in den Figuren dargestellt ist, ähnlich wie bei Sparherden, ein oder mehrere Brat- und Backröhren eingesetzt werden, welche mit je einem oder zwei Brennern versehen sind. Auch können im Sparherdkasten Wasserwannen und Wärmeschränke, wie in Fig. 9, T. 91, eingesetzt werden. Die Verbrennungsgase werden durch entsprechende Feuerzüge um die Wasserwanne und den Wärmeschrank geführt, bevor sie in den Schlot entweichen. Zu den Brat- und Backröhren hat man auch verschiedene Einrichtungen, um eine gleichmäßige Erhitzung der Speise zu erzielen und ein Anbrennen derselben zu vermeiden. Auch zur Erhitzung des Bügeleisens über dem Gasbrenner bestehen verschiedenartige Vorrichtungen.

5. Petroleumgas-Koch- und Heizapparate.

Nachdem Steinkohlengas nur an wenigen Orten vorhanden ist, wäre es von großem Vorteil, einen anderen, billigen Brennstoff sowohl für Koch- als auch für Heizzwecke zu verwenden. Man hat verschiedene Spiritus- und Petroleumgas-Koch- und auch Heizapparate konstruiert und vielfach verbessert, welche für kleinere Anlagen mehr oder weniger entsprechen.

Die Firma Kimping in Wien offeriert Petroleum-Gaskocher auch für größere Quantitäten und auch Heizapparate, welche eine derartige Einrichtung besitzen, daß sie mit wenig Petroleumverbrauch zweckentsprechend funktionieren. Der Apparat soll nach Angabe der Firma keinen Ruß, keinen Rauch oder Geruch und kein Geräusch verursachen; er soll auch absolut explosions sicher sein.

Die geringen Kosten dieser Apparate lassen einen Versuch mit denselben lohnend erscheinen.

F. Die Backöfen.

Man unterscheidet Backöfen für einen unterbrochenen und solche für einen ununterbrochenen Betrieb. Bei ersteren muß jeder Back- eine frische Heizperiode vorausgehen, während bei letzteren fortwährend geheizt und gebacken werden kann. Backöfen für unterbrochenen Betrieb werden zumeist nur mit Holz, jene für ununterbrochenen Betrieb auch mit Kohle oder mittels Heißwasser geheizt.

1. Backofen für unterbrochenen Betrieb.

Die einfachsten, alten Backöfen bestehen aus einem runden oder ovalen, flach überwölbten Herde, welcher mit nach vorne geneigter Sohle angelegt und ganz aus Ziegeln in Lehmörtel hergestellt ist. An der vorderen Seite ist eine verschließbare Öffnung, das Mundloch, angeordnet, welches sowohl zum Ausheizen des Ofens als auch zum Einschieben (Einschießen) des zu backenden Brotes dient. Die Feuergase entweichen durch den zum Absperren eingerichteten Schlot. Nach erfolgter Ausheizung wird der Rauchschlot abgeschlossen, damit die zum Backen nötige Wärme im Ofen zurückbleibt.

In Fig. 1, T. 92, ist ein noch teilweise in Verwendung stehender, sogenannter Garnisonsbackofen dargestellt.

Die Herdsohle ist eiförmig und hat 8—10% Neigung. Das unmittelbar anschließende Mauerwerk ist 30 cm stark und von den Umfassungsmauern durch 7 cm breite Luftkanäle getrennt. Die Decke ist mit einem flachen Gewölbe geschlossen.

Über dem Deckengewölbe ziehen sich strahlenförmig, in der Richtung gegen das Mundloch ansteigend und ober demselben sich vereinigend drei Rauchkanäle (Dippelzüge), von denen jeder für sich durch einen Schuber absperrenbar eingerichtet ist und eine Putzöffnung *d* (Fig. 1 *D*) besitzt. Diese von außen zu bedienenden Schuber (Fig. 1 *E*) dienen zur Regulierung der Flamme beim Ausheizen, behufs gleichmäßiger Erwärmung des Ofens und zum Ablassen der beim Backen sich entwickelnden Dämpfe.

Oberhalb der drei Schuber münden die Rauchkanäle in einen gemeinschaftlichen Schornstein, der unten eine Putzöffnung (mit Rauchfangtür) besitzt. Während des Betriebes wird diese Öffnung *b* (Fig. 1 *E*) bis auf ein $\frac{25}{25}$ cm großes Loch vermauert. Dieses Loch kann behufs Regulierung des Zuges im Kamin und behufs Ventilierung des Backkitchenraumes mit dem Rauchfangtürchen nach Bedarf geschlossen oder offen gehalten werden.

Die sonstigen aus der Figur ersichtlichen Detailkonstruktionen haben zumeist den Zweck, die erzeugte Wärme möglichst gleichmäßig auf den ganzen Ofen zu verteilen und möglichst lange zu erhalten. Auf die Decke des Ofens wird eine Sandschicht und auf diese eine Schicht Asche aufgeschüttet, festgestampft und darauf ein liegendes Ziegelpflaster ausgeführt. Auch unter der Herdsohle wird eine Sandschicht angeordnet, welche auf einer mehrfachen Unterlage aus Hohlziegeln ruht. Das Mauerwerk der Herdsohle, der Gewölbe und der Rauchkanäle ist vorteilhaft aus Schamotteziegeln in Schamottemörtel, das übrige Mauerwerk aus guten Hohlziegeln in Lehmörtel auszuführen.

2. Backöfen für ununterbrochenen Betrieb.

Bei diesen werden die Abschlußwände des Backraumes an ihrer Außenfläche beständig von der Feuerung bespült und in allen Teilen gleichmäßig erhitzt, so daß bei fortwährender Heizung jeder Backperiode sogleich die nächste folgen kann. Hierbei kann zur Feuerung auch Steinkohle verwendet werden.

Von einer Feuerstelle aus können auch zwei übereinander liegende Backräume gleichzeitig erhitzt werden, wie dies beim Etagebackofen, System Böhlinger (Fig. 2, T. 92) der Fall ist.

Unter den etwas ansteigenden, übereinander liegenden Backräumen b und b_1 befinden sich zwei nebeneinanderliegende Feuerungen f mit Treppenrosten r . Die Feuergase durchstreichen zunächst den Feuerkanal c , steigen rückwärts empor und gelangen durch mehrere kleinere Feuerkanäle c_1 unter die Herdsohle, steigen sodann wieder empor und ziehen durch eine Anzahl Feuerkanäle c_2 zwischen dem unteren und oberen Backraum, gehen dann wieder empor und entweichen durch die übereinander liegenden Kanäle c_3 und c_4 in den Rauchschlot, nachdem sie vorher die Außenfläche eines Wassergefäßes w umspült haben.

Zur Abführung der Wasserdämpfe aus den Backräumen dienen die Schwellabzüge a , welche indirekt mit dem Schornstein verbunden sind.

Um die Flugasche, den Ruß u. dgl. entfernen zu können, sind in den freistehenden Stirnmauern verschließbare Putzschlitze p angebracht.

3. Backöfen mit Heißwasserheizung.

(Firma Werner & Pfleiderer.)

Bei diesen Backöfen wird die Erwärmung des Backraumes durch zwei Reihen schmiedeeiserner, teilweise mit Wasser gefüllter und hermetisch abgeschlossener Röhren bewirkt, von denen die eine Reihe im oberen, die andere im unteren Teile des Backraumes angeordnet ist. Durch die Feuerungsanlage, mit welcher die Enden dieser zwei Reihen Röhren in Berührung stehen, kann das Wasser in den letzteren und damit auch der Backraum bis auf zirka 200° C erhitzt werden.

Zur Erleichterung und Beschleunigung der Manipulation ist bei dieser Gattung von Backöfen zumeist zwischen den beiden Rohrlagen, also im Backraume ein mit Rollen versehener und auf Schienen laufender, eiserner Bactisch angeordnet, welcher auf den über das Mundloch nach außen verlängerten Schienen ganz in den Ofen hinein-, bzw. herausgezogen werden kann.

Das Gebäck wird auf die Tischplatte gelegt, der Bactisch sodann in den erhitzten Backraum eingeschoben und das Mundloch geschlossen, worauf das Gebäck in zirka einer Stunde gebacken sein wird. Die Tür wird dann geöffnet, der Bactisch herausgezogen, abgeräumt und neues Gebäck zum Backen aufgelegt.

G. Die Schmiedeesen.

Zum Schmieden ist das Eisen vorerst auf der Esse glühend zu machen. Die Esse besteht aus einem gemauerten oder eisernen Herde, auf welchem in einer kleinen Grube ein Kohlenfeuer angefacht wird, dem man so viel Luft zubläst, daß ein intensives Brennen der Kohle und eine größere Wärmeentwicklung stattfindet. Die emporströmenden Feuergase werden durch einen über der Esse angebrachten Rauchmantel in den Schlot geführt.

In Fig. 3, T. 92, ist eine gemauerte Esse dargestellt. Im Herdmauerwerk ist die Feuergrube f , ein überwölbter Depotraum d für Brennmaterial, eine Schlacken-grube g samt Abwurföffnung h und der Raum für den Kohlen- und Wassertrog t und t' ausgespart. Vom Feuerraum führt ein eisernes Wind- oder Blasrohr b in die Düse eines Blasebalges oder Ventilators. Über die Einmündung des Rohres in die

Feuerstelle ist ein gußeisernes Eßeisen (Esseneisen) *e* geschoben und über dieses eine gußeiserne Eßplatte (Essenplatte) *p* (Fig. 3 γ) an der Wand befestigt. Eßeisen und Eßplatte schützen die Rohrmündung vor raschem Abbrennen; letztere kann viermal gewendet und beide können nach erfolgtem Ausbrennen leicht erneuert werden.

Ober dem Herde ist ein eiserner Rauchmantel *m* angebracht, welcher den Rauch in den Rauchsclot *r* führt.

Die in Fig. 4, T. 92, dargestellte eiserne Esse (Patent Schaller in Wien) ist leicht transportabel, nimmt wenig Raum ein, erfordert infolge der rationellen Luftzufuhr durch die Sohle der Herdgrube wenig Brennstoff und ist auch von großer Dauerhaftigkeit. Ihre Hauptbestandteile sind: Die Esse *E*, der Blasebalg (Schallerbläser) *B* mit der Windrohrleitung *L*, der Rauchmantel *R* und der Gebläsehandzug *H*. Die Esse besteht im wesentlichen aus der Herdplatte *p* mit Gestell, dem Unterwindeisen *u* mit Zungenregulierung und Doppelhebel *h* und *h*¹, dem Kohlen- und Wassertrog *t* und 2 Stück Kohlensparer (Feuerbrote) *k* und *k*¹.

Die Fig. 5 bringt eine ähnliche, eiserne Esse mit Rotationsgebläse (Ventilator) zur Darstellung.

Eiserne Essen nach Fig. 4 (Patent Schaller) werden von der genannten Firma auch in größerer Ausführung geliefert und nach Bedarf gruppenweise zu zwei oder vier Stück unter einem entsprechenden Rauchmantel aufgestellt. Der Betrieb der Esse kann mittels Blasebalg, Ventilator oder Rootsgebläse durch eine entsprechende Zuleitung erfolgen.

IX. Die Ventilation.

Unter Ventilation versteht man die Erneuerung der in einem geschlossenen Raume durch das Atmen der Bewohner und deren allgemeine Tätigkeit verunreinigten Luft. Die Ventilation erfolgt durch Abfuhr der verdorbenen und Zufuhr reiner Luft. Dies geschieht entweder auf natürlichem Wege teils durch die Poren der Wände, teils durch die Spalten bei den Fenstern und Türen (natürliche Ventilation) oder durch besondere, für diesen Zweck bestimmte Vorrichtungen (künstliche Ventilation).

1. Allgemeines über Zusammensetzung und Verunreinigung der Luft.

Die trockene, atmosphärische Luft ist nach ihrer chemischen Zusammensetzung ein Gemenge von durchschnittlich 21 Volumteilen Sauerstoff und 79 Volumteilen Stickstoff, worunter aber 0·03—0·04% Kohlensäure und geringere Mengen Wasserdampf sowie auch andere Stoffe enthalten sind.

Der Gehalt an Wasserdampf wechselt sehr stark, je nach der Berührung der Luft mit mehr oder weniger feuchten Landstrecken oder ausgedehnten Wasserflächen.

Der Sauerstoffgehalt ist gewissen Schwankungen unterworfen, er beträgt z. B. an der Seeküste oder auf offenem Heide-land u. dgl. 21%, in tiefen Schächten bloß 20·42%, in Brunnenschächten u. dgl. manchmal bloß 18·5%, so daß in solcher Luft das Atmen nicht mehr möglich ist und auch das freie Licht erlöscht.

Der Sauerstoff ist das Lebens-element der Menschen und der Tiere, er wird dem Körper durch das Einatmen zugeführt. Beim Ausatmen wird dafür Kohlen-säure an die Luft abgegeben und diese dadurch verunreinigt.

Außerdem erfährt die Luft in geschlossenen Räumen durch die Art der Be-nützung letzterer häufig noch andere Verunreinigungen, z. B. durch die Beleuchtung, Beheizung, durch die Zubereitung der Speisen, in Werkstätten, in Laboratorien durch das Hantieren mit Säuren u. dgl.

Da durch die Verunreinigung der Luft der Sauerstoffgehalt derselben verringert und das Atmen dadurch erschwert wird, so ist in bewohnten Räumen eine Ventilation, d. h. Erneuerung der Luft, unbedingt erforderlich.

2. Bestimmung der notwendigen Luftmengen.

Die Grundlage für die Berechnung einer Ventilationsanlage bildet die Bestimmung der pro Stunde ab-, bzw. einzuführenden Luftmenge.

Die Außenluft enthält 0·03—0·04% Kohlensäure. Die Luft in geschlossenen Räumen kann bei 0·06% Kohlensäuregehalt als verunreinigt und für das Atmen nicht mehr geeignet angenommen werden, obwohl ein Kohlensäuregehalt von 0·07—0·15% dem menschlichen Organismus selbst auf die Dauer nicht schadet. (Bergleute können kurze Zeit sogar bei 1% Kohlensäuregehalt arbeiten.)

Der erwachsene Mensch scheidet durchschnittlich stündlich $20\text{ l} = 0\cdot02\text{ m}^3$ Kohlensäure aus, daher soll in einen bewohnten Raum pro Kopf stündlich mindestens 100 m^3 Luft zugeführt werden, um die erwähnte Grenze nicht zu überschreiten. Zieht man jedoch die natürliche Ventilation, welche selbsttätig durch die Wandporen, Tür- und Fensterspalten erfolgt und auch die Art der Benützung der Räume in Betracht, so erhält man wesentlich verschiedene Forderungen.

Die militärischen Vorschriften schreiben folgende Lüfterneuerung pro Kopf und Stunde vor, und zwar: für Mannschafts- und Schulzimmer 15 m^3 in eingeschossigen und 20 m^3 in mehrgeschossigen Gebäuden, für Einzelarreste $30\text{—}34\text{ m}^3$, in Zimmern für Leichtkranke $40\text{—}50\text{ m}^3$. Für Krankenzimmer in Spitälern wird stündlich ein $1\frac{1}{2}$ maliger und speziell für Infektionskrankenzimmer stündlich ein 2maliger Wechsel des Gesamtluftvolumens des betreffenden Zimmers verlangt.

3. Ventilationseinrichtungen.

a) Die natürliche Ventilation, welche durch die Wandporen, Tür- und Fensterspalten erfolgt, wird hervorgerufen durch die Temperaturdifferenz der Innen- und Außenluft, indem die warme, spezifisch leichtere Zimmerluft durch die zumeist kältere und schwerere Außenluft nach oben verdrängt wird. Je größer der Temperaturunterschied, desto rascher wird dieser Luftwechsel stattfinden, also im Winter mehr als im Sommer.

Ist aber die Zimmerluft kälter als die äußere Luft, z. B. an warmen Sommertagen, so erfolgt der Luftwechsel in umgekehrter Richtung, indem durch die oben eindringende, wärmere Außenluft die kältere Zimmerluft nach unten verdrängt wird.

Dieser Luftwechsel kann nach Bedarf durch zeitweises Öffnen der Fenster, eventuell auch der Türen unterstützt werden.

Auch durch den Wind wird die natürliche Ventilation unterstützt, indem derselbe die Außenluft in die offenen Fenster hineinpreßt und bei zur Außenwand paralleler Windrichtung die Zimmerluft durch die offenen Fenster absaugt.

Bei gleicher Außen- und Innentemperatur und bei gänzlicher Windstille wird der natürliche Luftwechsel selbst bei geöffneten Fenstern ganz aufhören, daher wird im Sommer der Luftwechsel immer geringer sein als im Winter.

Die natürliche Ventilation ist also von dem Grade der Durchlässigkeit der Wände, von der Größe der Temperaturdifferenz und des Winddruckes abhängig. Sie läßt sich daher nicht nach Belieben regulieren und kann nur für gewöhnliche, nicht dicht bewohnte Räume genügen.

b) Die künstliche Ventilation kann entweder durch künstliche Lüfterwärmung oder durch Anwendung von Ventilatoren herbeigeführt werden.

Nach der ersteren Art (Ventilation durch Aspiration) verdünnt man durch Wärme die Luft in einem Abzugschlot (Lockkamin, Aspirationskamin) und bringt diesen mit dem zu ventilierenden Raume in direkte Verbindung. Die Erwärmung geschieht durch ein Feuer (Gasflamme), welches im untersten Teile des Schlotes

angezündet wird. Der entstehende Zug bewirkt die Ventilation, d. h. die Abfuhr der Zimmerluft. Die Zufuhr frischer Luft erfolgt dabei durch Luftzufuhrkanäle, Ventilationsöffnungen in den Fenstern oder Außenmauern oder nur durch die Spalten der Türen und Fenster.

Die maschinelle Ventilation erfolgt durch besondere Flügel- oder Schraubenventilatoren, entweder in der Art, daß frische Luft in den zu ventilierenden Raum eingetrieben wird (Ventilation mit Pulsion) oder dadurch, daß man die Luft des Raumes kräftig absaugt (Ventilation mit Exhaustation). Die hierzu nötigen Ventilatoren (Pulsometer oder Exhaustoren) lassen sich hiebei vorteilhaft als Elektroventilatoren einrichten.

Die beiden letzteren Arten der künstlichen Ventilation werden gewöhnlich derart kombiniert, daß auf einer Seite des Raumes frische Luft eingetrieben und auf der anderen die Zimmerluft abgesaugt wird.

Die Ventilation unter Anwendung von Ventilatoren hat gegenüber der natürlichen Ventilation und jener mit Luftverdünnung durch Wärme den Vorzug, daß man dabei die Luftzuführung mehr in der Gewalt hat und daß man in der warmen Jahreszeit nicht erst noch künstlich Wärme zur Luftabfuhr zu erzeugen braucht.

c) Verstärkung der natürlichen Ventilation. Das Öffnen der gewöhnlichen Fensterflügel verursacht besonders im Winter einen schädlichen Zug. Weniger empfindlich wird dieser Zug, wenn man bloß die oberen Fensterflügel, und zwar derart zum Öffnen einrichtet, daß die einströmende, kalte Außenluft gegen die Zimmerdecke emporsteigt, sich dort langsam erwärmt und erst dann im Zimmer zu Boden fällt. Solche eigens zum Lüften eingerichtete Fensterflügel (Lüftungs- oder Ventilationsflügel) werden vielfach angewendet. Für dicht bewohnte Räume, Schulen, Mannschaftszimmer u. dgl. ist es notwendig, daß einzelne solche Lüftungsflügel mit einer Vorrichtung versehen werden, welche es ermöglicht, sowohl die inneren als auch die äußeren Fensterflügel gleichzeitig und von unten (also ohne auf das Fensterbrett steigen zu müssen) öffnen und schließen zu können. Die Fig. 6, 7 und 10, T. 93, zeigen einige Beispiele von Ventilationsflügeln für Wohn- und Stallräume.

In Kasernen pflegt man bei Mannschaftswohnräumen jedes zweite Fenster, bei Zimmern für Leichtkranke, bei Küchen, Speise-, Wasch-, Dusch- und Baderäumen, Aborten, Werkstätten, Turnsälen, Arresten, Stallungen u. dgl. jedes einzelne Fenster mit Lüftungsflügeln zu versehen.

Da aber selbst durch das Öffnen dieser Lüftungsflügel besonders im Winter ein unangenehmer, kühler Luftstrom entsteht, so kann diese Art der Verstärkung der natürlichen Ventilation nicht ausschließlich empfohlen werden.

Die natürliche Ventilation kann auch durch Anlage besonderer Luftkanäle für die Zufuhr der reinen Luft (Ventilations- oder Luftzufuhrkanäle) und für die Abfuhr der verdorbenen Luft (Ventilations- oder Luftabzugsschloten) verstärkt werden, welche Einrichtungen für gewöhnliche Bauten im allgemeinen als genügend betrachtet werden können. Für größere Versammlungssäle, Theater u. dgl. wird aber eine künstliche Ventilationsanlage nicht zu umgehen sein.

Eine einfache Ventilationsvorrichtung zur Verstärkung der natürlichen Ventilation vom französischen Militärarzt Castaing ist in Fig. 8, T. 93, dargestellt. In den oberen Fensterflügeln sind doppelte Glastafeln mit 2—3 cm Zwischenraum eingesetzt; von denen die äußere nach unten und die innere Tafel nach oben eine 4—8 cm breite Öffnung freiläßt. Die Luft dringt, wie die Pfeile andeuten, in der unteren Öffnung ein, steigt zwischen den beiden Glastafeln empor und gelangt sodann langsam und etwa vorgewärmt ohne einen Zug zu verursachen, durch die obere Öffnung in den Raum. Zwecks Reinigung der Glastafeln muß der Fensterflügel aus zwei Teilen zum Zerlegen eingerichtet sein.

Bei eingeschossigen Gebäuden (z. B. Stallungen) kann die Lüftung auch durch das Dach erfolgen, indem man von der Geschoßdecke bis über Dach Ventilationsrohre anordnet, die am besten als Doppelrohre nach Fig. 5, T. 93, hergestellt werden. Das innere Rohr, welches zur Abfuhr der schlechten Luft dient, reicht unten und oben über das äußere Rohr vor; zwischen dem inneren und äußeren Rohre strömt die frische Luft ein. Die Tropfschale sammelt das abfließende Kondensationswasser und muß zeitweise entleert werden.

Auch können bei solchen Gebäuden Dachreiter (siehe Dachkonstruktionen) angeordnet werden, bei welchen die Fensterflügel oder eventuell auch bewegliche Jalousien mit geeigneten Vorrichtungen von unten zum Öffnen und Schließen eingerichtet sind (Fig. 7, T. 93).

Die Dachreiter ermöglichen selbst bei geringer Differenz der Außen- und Innenluft eine gute Lüfterneuerung, nur ist im Winter das Herabfallen der kalten Außenluft unangenehm.

4. Anlage von Ventilationskanälen und Ventilationschlotten.

Bei Anwendung dieser Ventilationseinrichtungen werden für die Abfuhr der verdorbenen Luft in den Mittelmauern — am zweckmäßigsten neben beständig geheizten Rauchsclotten — entsprechende Schlote von den zu ventilierenden Räumen bis über Dach geführt und für die Zufuhr der frischen Luft in den Außenmauern horizontale Kanäle angelegt.

Bei zu beheizenden Räumen werden die Luftzufuhrkanäle innerhalb der Deckenkonstruktion bis zum Ofen geführt und dort zwischen dem Heizkörper und dem Ofenmantel ausmünden gelassen. Wird der Ofen geheizt, so wird die zwischen Mantel- und Heizkörper erwärmte Luft rasch zur Decke emporsteigen, sich nach und nach über den ganzen Raum ausbreiten, dann allmählich als abgekühlte, daher schwerere Luft zu Boden fallen und schließlich bei dem über dem Fußboden ausmündenden Abzugschlotte entweichen (Winterventilation). Die unter der Decke angebrachte Öffnung des Schlotens (für die Sommerventilation) muß hiebei geschlossen sein.

Durch das rasche Emporsteigen der zwischen Mantel und Heizkörper erwärmten Luft entsteht im Luftzufuhrkanal eine saugende, im Raume selbst eine Zirkulationsbewegung (siehe Fig. 12, T. 93, unteres Geschoß).

Wenn nicht geheizt wird und die Zimmerluft noch wärmer ist als die Außenluft, so wird die durch den Aufenthalt der Bewohner mäßig erwärmte Zimmerluft langsam zur Decke aufsteigen und durch den unter der Decke ausmündenden Abzugschlot entweichen. Dadurch wird gleichzeitig eine saugende Wirkung im Zimmer hervorgerufen und frische Luft teils durch Tür- und Fensterspalten, teils durch die ober dem Fußboden einmündenden Ventilationskanäle angesaugt (Sommerventilation, Fig. 12, T. 93, oberes Geschoß). Die über dem Fußboden angebrachte Öffnung zum Abzugschlot muß in diesem Falle geschlossen sein. Durch diese Sommerventilation wird also auch eine angenehme Abkühlung des Raumes erfolgen.

Bei ungeheizten Öfen wird die Lüfterneuerung im Raume bedeutend herabgemindert und bei gleicher Innen- und Außenlufttemperatur schließlich ganz aufhören. Die kühlen Sommernächte sind aber immerhin geeignet, eine entsprechende Ventilation und Raumabkühlung herbeizuführen und es kann die Ventilation durch Öffnen der Lüftungflügel wesentlich unterstützt werden.

Bei nicht heizbaren Räumen sollen die Luftzufuhrkanäle durch die Außenmauer geführt und zirka 20 cm über dem Fußboden direkt in den Raum einmünden, dabei aber möglichst entfernt vom Abzugschlotte liegen, damit die einströmende frische Luft, bevor sie in den Abzugschlot entweicht, den ganzen Raum durchziehen muß.

Jeder zu ventilierende Raum muß einen besonderen Schlot erhalten. Die Ventilationsschlotte mehrerer Räume dürfen niemals in ein und denselben, wenn auch noch so großen Schlot münden, dagegen können zwei nebeneinander liegende Schlote zur Verminderung der Schlotdimension durch eiserne Platten (Zungen) voneinander getrennt werden. Diese Platten haben unten eine Feder und oben eine Nut zur Herstellung eines dichten Stoßes und werden in dem Mauerwerk stellenweise mittels Pratzen befestigt und die Stöße mit Ölkitt verkittet.

In Kasernen sollen alle Belagräume für leichtkranke Mannschaft und jene für gesunde Mannschaft mit einem Belage von mehr als vier Mann, ferner alle Nebenräume, in denen sich Dünste entwickeln können, entsprechende Ventilationschlotte erhalten.

a) Querschnitt der Ventilationskanäle und Ventilationschlotte.

In Militärgebäuden soll der Querschnitt der Luftzufuhrkanäle und der Luftabzugschlotte so groß sein, daß bei einer Temperaturdifferenz von 5°C zwischen der Innen- und Außenluft (für Krankenräume selbst bei 3°C Differenz) der auf Seite 497 vorgeschriebene Luftwechsel ermöglicht werde.

Die erforderlichen Querschnitte lassen sich annähernd aus nachfolgenden Formeln berechnen:

1. Für gesunde Mannschaft: a) In Wohnräumen:

$$x = \frac{n}{75 \sqrt{H}} \text{ bei ein- und } x = \frac{n}{55 \sqrt{H}} \text{ bei mehrgeschossigen Gebäuden;}$$

$$b) \text{ in Arresten: } x = \frac{n}{35 \sqrt{H}} \text{ bei ein- und } x = \frac{n}{30 \sqrt{H}} \text{ bei mehrgeschossigen Gebäuden.}$$

2. Für Unterkunftsräume der leichtkranken Mannschaft:

$$x = \frac{n}{20 \sqrt{H}} \text{ bei ein- und } x = \frac{n}{16 \sqrt{H}} \text{ bei mehrgeschossigen Gebäuden;}$$

hierin bedeuten für den betreffenden Raum x die Summe der für Luftzufuhrkanäle, bezw. für Luftabfuhrschlotte erforderlichen Querschnitte in m^2 , n die Anzahl der in dem Raume unterzubringenden Leute (Belagziffer) und H den Höhenunterschied zwischen dem Fußboden des betreffenden Raumes und der Ausmündung des Abfuhrschlotes über Dach.

Die Kanäle und Schlotte können einen runden, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt erhalten; letzterer ist meist üblich. Die Seiten der rechteckigen Schlotte sollen 15 cm oder ein Vielfaches der üblichen Ziegelbreite von 15 cm betragen, damit ein regelrechter Ziegelverband ohne Behauen der Ziegel und ohne Teilsteine möglich ist; dementsprechend kann der Schlot in 45 cm dicken Mauern 15 cm und in 60 cm dicken Mauern 30 cm breit und in beiden Fällen 15 , 30 , 45 cm usw. lang gemacht werden. Bei größeren Querschnitten ist es zweckmäßiger, zwei oder auch mehrere Schlotte anzulegen, deren Querschnittsumme dem erforderlichen Gesamtquerschnitt entspricht.

Die aus den angegebenen Formeln berechneten Querschnitte sollen den für die Konstruktion praktischen Querschnittsverhältnissen angepaßt werden, also z. B. statt des berechneten Querschnittes von $\frac{15}{33}$ muß für die Konstruktion in 45 cm starken Mauern ein solcher von $\frac{15}{45}$ oder besser ein Schlot zu $\frac{15}{30}$ und einer zu $\frac{15}{15}$, oder drei Schlotte zu $\frac{15}{15}$ beantragt werden.

Die Minimaldimensionen für Ventilationskanäle und Schlotte sind nach praktischen Erfahrungen mit 225 cm^2 Fläche oder $\frac{15}{15}\text{ cm}$ Seitenlänge, bei runden Schloten mit 17 cm Durchmesser festgesetzt.

Luftzufuhrkanäle, welche zu Heizkörpern führen, können um ein Drittel der berechneten Werte im Querschnitte kleiner gehalten werden, doch gilt auch für diese das festgesetzte Minimalausmaß.

b) Detailkonstruktion.

Die Luftzufuhrkanäle sollen unter Vermeidung aller scharfen Ecken und Kanten möglichst direkt durch die Außenmauern und die Deckenkonstruktion bis zum Heizkörper führen, wo sie zwischen Ofenmantel und Heizkörper ausmünden. Dabei sind aber unbedingt jene Stellen zu umgehen, an denen die Kanäle durch Feuchtigkeit oder angehäuftes Unrat u. dgl. eine Verunreinigung erfahren könnten. Müssen Luftkanäle dennoch durch feuchte Mauern oder Erde geführt werden, z. B. in Kellern, so sind sie entweder mit Klinkerziegeln in Portlandzementmörtel zu mauern und zu verputzen oder aus dicht verlegten Steinzeugröhren herzustellen.

Die Kanäle müssen glatte Wandflächen erhalten und möglichst dicht hergestellt werden, damit die Luft in denselben nicht an ungeeigneter Stelle austreten oder durch Eindringen schlechter Luft verunreinigt werden kann. Die Decke der Kanäle darf daher nicht gleichzeitig als Fußbodenbelag dienen. Behufs zeitweiser Reinigung sollen die Kanäle an geeigneten Stellen (Krümmungen) zugänglich gemacht werden.

Die Ausmündungen der Kanäle in der Gebäudefassade erfolgen mit Rücksicht auf die Architektur meistens in der Mitte der Fensterpfeiler, unterhalb oder auch oberhalb der Gurtgesimse. Im Erdgeschosse müssen die Ausmündungen mindestens 30 cm über den Bauhorizont gelegt werden.

Die Luftabzugschlote sollen in den Mittelmauern (eventuell Quermauern) unter Vermeidung scharfer Biegungen auf dem kürzesten Wege, also möglichst lotrecht über Dach geführt werden. Im Dachboden dürfen Ventilationschlote nicht ausmünden, weil die ausströmende Wärme im Winter einerseits auf den Dachflächen ein Schneeschmelzen und durch das Gefrieren des Schmelzwassers Beschädigungen der Dacheindeckung hervorrufen würde, andererseits durch Ansetzen von Kondensationswasser das Dachgehölze leiden könnte.

Die Ausmündungen der Schlote im Raume erfolgen 15—30 cm unter der Decke und über dem Fußboden (siehe Fig. 12, T. 93); sie sollen den Einmündungen der Luftzufuhrkanäle möglichst gegenüberliegen.

Müssen Ventilationschlote in kalten Außenmauern angelegt werden, so empfiehlt es sich, dieselben mit einem wärmehaltenden Material (Ton- oder Steinzeugröhren, Korksteinplatten u. dgl.) zu umkleiden. Ventilationschlote soll man niemals frei an Feuermauern emporführen.

Die Schlotausmündungen über Dach sollen gegen das Eindringen von Regen, Schnee und Wind geschützt werden, zu welchem Zwecke die in den Fig. 1—5 und 9, T. 93, dargestellten Sauger oder ein Mündungsabschluß nach Fig. 11, T. 93, angebracht sein können.

Sämtliche Ausmündungen der Luftzufuhrkanäle und auch der Luftabfuhrchlote sollen mit leicht abnehmbaren oder zum Öffnen eingerichteten Drahtnetzen mit 1—1,5 cm Maschenweite versehen sein, damit weder kleine Tiere eindringen, noch sonstige Verunreinigungen stattfinden können, andererseits aber auch der Durchzug der Luft ungehindert erfolgen könne.

Bei dem Eintritt der Luft in die Kanäle oder Schlote werden sich die Luftteilchen zusammendrängen (Fig. 1, T. 94), wodurch eine Querschnittverengung entstehen kann; diesem Übelstande könnte durch Abrundung der scharfen Ecken teilweise begegnet werden. Aus konstruktiven Gründen jedoch und um auch den durch die Drahtgitter hervorgerufenen Querschnittverlust aufzuheben, werden die Mündungen am Beginn der Schlote, wie Fig. 2 a und b zeigt, nach abwärts und nach beiden Seiten um ein Viertel der ganzen Schlotbreite vergrößert. An den Ausmündungen sind solche Einrichtungen nicht erforderlich.

Für die Herstellung der Luftzufuhrkanäle wird in den üblichen Deckenkonstruktionen in den meisten Fällen erst ein entsprechender Raum geschaffen werden müssen.

Bei Gewölbdecken ergibt sich in der Nachmauerung zunächst den Widerlagsmauern zumeist genügend Raum zur Anordnung des Kanales (Fig. 3, T. 94).

Bei Gewölbdecken zwischen Eisenträgern ist oberhalb der Eisenträger genügend Raum für den Kanal (siehe Fig. 4a, b oder c, T. 94); eventuell können, wie die Fig. 5, T. 94, zeigt, statt eines Trägers zwei schwächere Träger auf entsprechende Entfernung voneinander angeordnet werden, zwischen welchen sich der Raum für den Kanal ergibt. Dieselbe Anordnung kann auch bei Tramdecken zwischen Eisenträgern nach Fig. 6, T. 94, oder bei flachen Gewölbdecken nach Fig. 7, T. 94, getroffen werden. Die Trägerstege bilden in diesem Falle die Seitenwände des Kanales, die Sohle und Decke desselben wird am besten mit Eisenbetonplatten hergestellt.

Bei einfachen Tramdecken können die Luftzufuhrkanäle zwischen zwei Träme eingeschaltet werden, indem man dort entsprechende Blechschläuche an die Träme befestigt (siehe Fig. 8a und b, T. 94).

Zur entsprechenden Regulierung oder gänzlichen Einstellung der Luftzu- und Abfuhr werden die Aus- und Einmündungen im Raume mit verschließbaren Schiebern, Klappen, Jalousien u. dgl. versehen.

Zum Verschließen der unmittelbar über dem Fußboden ausmündenden Öffnungen dienen horizontal oder vertikal verschiebbare Verschlüsse (Fig. 9a und b) oder Jalousie-Klappenverschlüsse (Fig. 10 und 11, T. 94). Für den Verschluss der unter der Decke ausmündenden Öffnungen werden zumeist Jalousieverschlüsse (Fig. 10 und 11) oder Klappenverschlüsse (Fig. 12 und 13) verwendet. Diese Verschlüsse müssen aber durch eine entsprechende Vorrichtung (meistens durch Ziehen an einer herabhängenden Schnur oder Kette) von unten aus ganz oder teilweise verschließbar sein.

In bestehenden Gebäuden, welche keine Ventilationskanäle besitzen, kann eventuell der Rauchschtlot gleichzeitig als Ventilationschtlot benützt werden, doch muß bei der Einmündung in den Schlot eine Vorrichtung eingebaut werden, welche das Eindringen von Rauch und Ruß in den Raum vollständig verhindert. Die Fig. 14, T. 94, zeigt einen solchen, von Leschetitzky in Wien konstruierten Verschluss, bei welchem die Zimmerluft vor dem Eintritt in den Schlot Glimmerventile *G* passieren muß, welche beim geringsten Gegenzug die Einmündung in den Schlot dicht abschließen. Solche Vorrichtungen sind stets auf ihre Verlässlichkeit und Wirkung zu prüfen.

Nachdem die Wirksamkeit jeder guten Ventilationsanlage größtenteils von der richtigen Handhabung derselben abhängt, so ist es notwendig, die Benützer des Objektes hierüber genau zu instruieren. Es wäre also in der Nähe der Ventilationsvorrichtung eine kurz gefaßte Instruktion anzubringen.

5. Künstliche Ventilation.

Für eine ausgiebige, sicher und rasch wirkende Ventilation sind Ventilatoren notwendig, welche die verdorbene Luft absaugen und frische, gute Luft dem Raume zuführen. In den meisten Fällen genügt es, bei der Einmündung des Abzugschlotes einen Schraubenventilator anzubringen, dessen Flügel- oder Schraubenrad je nach Bedarf durch Handbetrieb oder Federkraft, zumeist aber durch elektrische Kraft zeitweise in rotierende Bewegung gesetzt wird. Die Zufuhr der frischen Luft, welche im Winter noch erwärmt werden soll, erfolgt durch Nachsaugen in den Luftzufuhrkanälen, oft auch nur durch die Spalten der Fenster und Türen. In Versammlungssälen, Theatern usw. sind außerdem noch Ventilatoren zum Eintreiben der frischen Luft durch die Zufuhrkanäle notwendig.

In dicht bewohnten Städten sollte die einem Raume zugeführte Luft vorher gereinigt werden; dies ist jedoch mit solchen Kosten verbunden, daß man für gewöhnlich darauf verzichtet und sich bloß damit begnügt, die Luft aus staubfreien Gärten, luftigen Hofräumen u. dgl. zu entnehmen. Für Theater usw. wird die Frischluft meist dennoch gereinigt (siehe Punkt 7).

In Fig. 16, T. 94, sind zwei gebräuchliche Ventilatoren dargestellt, und zwar zeigt *a* den Blackmon-Ventilator und *b* den Fächerventilator. Der Schraubenventilator hat ein ähnlich geformtes Flügelrad wie der Blackmonsche, jedoch sind die Flügel bei *a* schärfer gebogen. Die Leistungsfähigkeit beträgt bei einem Flügeldurchmesser von 30 cm bei 1500 Umdrehungen beim Fächerventilator 25 m³, beim Blackmon- und Schraubenventilator 50 m³ Luft pro Minute. Der Fächerventilator kann bei 40 cm Durchmesser bis auf 45 m³, der Blackmon- und Schraubenventilator jedoch bei 75 cm Durchmesser bis auf 200 m³ gesteigert werden. Daraus ergibt sich also, daß der Fächerventilator bloß für kleinere Räume verwendet werden kann, während die beiden anderen Systeme für größere Ventilationsanlagen geeignet und sowohl als Saug- wie auch als Druckventilatoren verwendbar sind.

6. Ventilations- und Rauchschlotaufsätze.

Die Ausmündung der Ventilationsschlote und auch der Rauchschlote über Dach muß so erfolgen, daß durch den Wind keine Rückströmung im Schlote entstehen kann. Dies zu verhindern, dienen verschiedene Aufsätze auf die Mündung der Schlote, durch welche auch gleichzeitig die Saugkraft des Windes zur Erhöhung des Zuges im Schlote mehr oder weniger ausgenützt wird. In den Fig. 1—4 und 9, T. 93, sind einige solcher Aufsätze gezeichnet und auch benannt. Von diesen kann als für alle Fälle wirksam der in Fig. 2 *b* dargestellte Aufsatz mit Saugstutzen bezeichnet werden, doch müssen die Saugstutzen *s* entsprechend lang sein und mit einer ziemlichen Neigung (etwa 30° zur Vertikalen) angesetzt werden, damit der eindringende Wind unbedingt eine aufsteigende Richtung bekommt, weil nur auf diese Art ein Nachsaugen der Luft aus dem Schlote erfolgen kann. Dieser Aufsatz wird selbst bei der ungünstigsten Lage der Schlotausmündung, z. B. neben einer hohen Wand gut wirksam sein.

Die in Fig. 4 *a* und *b* dargestellten, drehbaren Konstruktionen mit Windfahne sind auch gut, wenn die Drehvorrichtung für die Dauer verläßlich funktioniert; die in Fig. 4 *b* gezeichnete Konstruktion von John oder Beschorner in Wien besitzt eine sehr ausgedehnte Verwendung.

Auch die anderen dargestellten Aufsätze sind unter normalen Verhältnissen genügend wirksam. Ihre Wirkung beruht gewöhnlich darauf, daß der Wind durch den Anprall an eine schiefe Ebene eine solche, zumeist aufsteigende Richtung bekommt, daß er die Luft aus dem Schlote nachsaugt.

7. Luftreinigung und Befeuchtung.

Für einen angenehmen und gesunden Aufenthalt in geschlossenen Räumen ist es unbedingt notwendig, daß eine reine, staubfreie, mit wenigstens 40% Feuchtigkeitsgehalt geschwängerte Luft in denselben stets vorhanden sei. Unreine, mit verschiedenen Staubteilchen versetzte Luft hat oft verschiedene Krankheiten, z. B. Tuberkulose u. dgl. im Gefolge, während trockene Luft selbst bei höherer Temperatur ein gewisses Frösteln hervorruft, da die trockene Luft den Atmungsorganen und der Haut zu viel Feuchtigkeit entzieht, wodurch Verdunstungskälte entsteht. In beheizten Räumen, wo die Luft selten über 20% Feuchtigkeitsgehalt besitzt, soll durch entsprechende Wasserverdunstung der Zimmerluft die nötige Feuchtigkeit mitgeteilt werden.

Es ist daher von großer Tragweite, daß bei Ventilationsanlagen nur reine, staubfreie mit 40% Feuchtigkeitsgehalt geschwängerte Luft zugeführt werde. Wo hiezu die nötigen Bedingungen fehlen, muß die Luft durch geeignete Luftfilter geleitet werden.

Die Fig. 15, T. 94, zeigt im Grundriß das Prinzip eines Luftfilters. In einem entsprechend großen Rahmen sind wollene Filzstreifen so gespannt, daß die durch die Zwischenräume der Filzstreifen durchziehende Luft einen mehrfach gebrochenen Weg zurücklegen muß, wie dies die Pfeile in der Figur andeuten. Die Filzstreifen werden mit herabfließendem Wasser beständig gespült. Die die Filterflächen passierende Luft stößt sich mehrfach an den gebrochenen Zwischenräumen, setzt an den rauhen, befeuchteten Filzstreifen den Staub ab und nimmt Feuchtigkeit von denselben auf. Der an die Filterflächen abgesetzte Staub wird vom herabfließenden Wasser wieder abgespült.

X. Küchenanlagen.

1. Einrichtung der Küchen.

Jede Wohnungsküche erhält einen Herd zur Bereitung der Speisen, größere Küchen außerdem einen Ausguß zur direkten Ableitung der Küchenwässer; wünschenswert ist auch eine Wasserzulaufstelle.

In kleineren Küchen kann der Fußboden eine Bretterdielung erhalten, muß aber um den Sparherd herum auf mindestens 60 cm Breite feuersicher gepflastert werden. Größere Küchen erhalten ein wasserdichtes Pflaster, das eventuell gegen eine Kanalausmündung geneigt angelegt werden kann, damit Flüssigkeiten rasch abgeleitet werden.

Die Deckenkonstruktion soll bei großen Küchen unverbrennlich sein; für kleinere Küchen ist auch eine stukkaturte Tramdecke zulässig.

In großen Küchen und Waschküchen ist auch für die Abfuhr der Dünste, eventuell auch für die Zufuhr von frischer Luft durch eine entsprechende Ventilationsanlage vorzuzorgen.

Jede Waschküche muß einen genügend großen Kessel zum Auskochen der Wäsche sowie eine Wasserzu- und Ableitung erhalten, ferner mit einem kräftig wirkenden Ventilationsschlothe versehen sein; wünschenswert wäre auch eine Vorrichtung zum Auswinden der Wäsche. Große Waschküchen erhalten zumeist Apparate, eventuell maschinelle Einrichtungen zum Auskochen und Waschen der Wäsche.

2. Küchenanlage für Kasernen.

Die Tafel 95 enthält ein Beispiel für die Anlage einer Mannschaftsküche für vier Unterabteilungen mit vier Kesselherden; es ist aber nur die halbe Küche in der Zeichnung dargestellt, die andere Hälfte ist ganz gleich zu konstruieren. Für zwei Unterabteilungen kann auch bloß die eine Hälfte zur Ausführung gelangen.

Sowohl der Küchenraum als auch der anschließende Spülraum ist mit einer Gewölbdecke zwischen Eisenträgern und mit einem wasserdichten, gegen die Abflußstelle geneigten Fußboden versehen.

Ober dem Kesselherd für 200 Mann (System Grojer) ist ein aus Korksteinmaterial auf Eisengerippe hergestellter Mantel (Fig. 3) angebracht, welcher die Kochdünste aufnehmen und in den Ventilationsschlot ableiten soll.

Zur raschen Erwärmung des Ventilationsschlotes *v* ist derselbe von den beiden anschließenden Rauchschloten bloß durch Eisenplatten getrennt.

Das am Boden des Ventilationsschlotes sich ansammelnde Wasser wird durch ein 5 cm weites Steinzeugrohr abgeleitet.

Jede Unterabteilung hat einen Anrichttisch (Fig. 4) und eine Kesselstange im Küchenraum zugewiesen.

Die Ausgabe der fertigen Speisen erfolgt bei einem in der Mittelmauer eingeschalteten Schalter, welcher mit einer Holzverkleidung versehen ist und mit einem Stahlblechrollbalken geöffnet und geschlossen werden kann (Fig. 5).

Der in der tiefsten Stelle im Fußboden versenkt angebrachte Abfallschacht mit Schlamm- und Fettfang und Geruch Sperre ist in Fig. 6 und der bei den Anrichtischen angeordnete Ausguß mit Geruch sperre und Fettfang in Fig. 7 im Detail dargestellt.

Neben der Küche befindet sich die Spülkammer, in deren Mitte zwei Spültröge mit einem Fettfang aufgestellt sind (siehe Fig. 8).

Zur Verhinderung von Verstopfungen erhalten die Abfallrohre beim Küchenausguß und bei den Spültrögen an deren Einmündungsstelle durchlochte Seierscheiben (Fig. 9 a); bei direkter Einmündung in ein Kanalrohr wird außerdem ein Geruchverschluß nach Fig. 9 b eingesetzt.

XI. Künstliche Beleuchtung.

Von den verschiedenen Beleuchtungsarten mit flüssigen (Öl, Petroleum, Spiritus) und gasförmigen Brennstoffen (Kohlengas, Wassergas, Luftgas, Azetylen usw.) wird in diesem Kapitel bloß die Beleuchtung mit Kohlengas eingehend behandelt, da diese die weitverbreitetste ist und weil die Verwendung, die Installation, die Leitungen, die Arten von Brennern usw. bei allen Gasarten so ziemlich dieselben sind.

Die elektrische Beleuchtung wird als in das Gebiet der Elektrotechnik gehörend hier nicht besprochen.

1. Allgemeines über das Wesen und die Wirkung der Flamme.

Wird eine Kerze, eine Öl- oder Petroleumlampe oder irgend ein Gasbrenner angezündet, so scheidet sich der Kohlenstoff der jeweilig zur Verbrennung gebrachten Substanz aus dieser aus; die ausgeschiedenen Kohlentheilchen schweben in der Flamme, geraten darin ins Weißglühen und strahlen in diesem Zustande Licht aus. Vom Vorhandensein des Kohlenstoffes kann man sich überzeugen, wenn man in die leuchtende Flamme einen kalten Gegenstand, z. B. eine Messerklinge hält, an dieser lagert sich sogleich der Kohlenstoff als Ruß ab.

Die weißglühende, fein zerteilte Kohle bewegt sich von innen nach außen, verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zuerst zu dem mit schwachem, bläulichem Lichte brennenden Kohlenoxydgas, um sich dann am äußeren Saume der Flamme mit einer größeren Menge Sauerstoff zu verbinden und als Kohlensäure in die Luft zu entweichen.

Bei einer gewöhnlichen Flamme erfolgt daher die vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes nur am äußeren Rande der Flamme, wo diese mit der Luft vollständig in Berührung kommt, während gegen das Innere der Flamme der Grad der Verbrennung immer mehr abnimmt. Demzufolge nimmt auch die Leuchtkraft der Flamme gegen innen immer mehr ab, das läßt sich bei genauer Beobachtung einer leuchtenden Flamme an dem nach innen zu immer dunkler werdenden Leuchtkegel erkennen.

Die Flamme einer gewöhnlichen Spirituslampe brennt nur schwach leuchtend, da dem Kohlenstoff sehr viel Sauerstoff dieser Flüssigkeit zur Verfügung steht und er somit, ohne glühen zu können, gleich vollständig zu Kohlensäure verbrennt.

Wird in eine leuchtende Gasflamme so viel Luft eingeführt, als zur Verbrennung des gesamten Kohlenstoffes erforderlich ist, so scheidet sich der Kohlenstoff nicht mehr aus und man erhält eine schwach leuchtende, blaue, jedoch sehr heiße Flamme.

Diesem Prinzip entspricht die in Fig. 1, T. 96, abgebildete Einrichtung des Bunsenschen Brenners (Bunsenbrenner), dessen Flamme zum Erhitzen und Glühen gebraucht wird (siehe auch Gasheizung). Der Bunsenbrenner besteht aus der oberen Röhre *c*, welche beim Gebrauche in den unteren Teil eingeschraubt wird. Das durch die Tülle *d* zugeführte Gas entweicht durch die enge Öffnung *a* und mischt sich in der Röhre *c* mit der Luft, die durch zwei in der Kapsel *b* angebrachte Öffnungen einströmt. Das Gas verbrennt somit mit schwach leuchtender, heißer Flamme. Schließt man jedoch durch Drehen der Kapsel *b* die seitlichen Öffnungen, so wird der Luftzutritt vermindert und das Gas brennt am oberen Ende der Röhre *c* mit heller, stark rußender Flamme.

Beide Arten der Flamme — sowohl die leuchtende als auch die erleuchtete — werden für die Gasbeleuchtung nutzbar gemacht, für jeden der beiden Fälle erhalten aber die Brenner eine verschiedenartige Konstruktion, die später zur Besprechung gelangen wird.

2. Maßeinheit der Lichtstärke und der Lichtwirkung.

Als Maßeinheit der Lichtstärke einer Flamme (Lichtquelle) gilt allgemein die „Hefnerkerze“ (*HK*), auch „Kerzenstärke“ oder kurzweg „Kerze“ genannt. Diese ist jene Lichtstärke, welche die sogenannte Hefnerlampe erzeugt, das ist eine von Hefner-Alteneck eigens konstruierte Lampe, die mit 40 mm hoher Flamme brennt. Die Lichtstärke dieser Lampe kommt jener einer gewöhnlichen Paraffinkerze nahe.

Das Licht verbreitet sich in geraden Strahlen nach allen Richtungen. Da die Lichtstrahlen mit der Entfernung von der Lichtquelle immer weiter auseinandergehen, so wird eine bestimmte Flächengröße in immer größeren Abständen von der Lichtquelle von immer weniger Lichtstrahlen getroffen, daher auch immer weniger beleuchtet. Die Helligkeit der Fläche nimmt nach dem Quadrat der Entfernung ab, so daß z. B. die Beleuchtung in einer bestimmten Entfernung gleich 1 gesetzt, in der doppelten Entfernung nur $\frac{1}{4}$, in der dreifachen Entfernung nur $\frac{1}{9}$ usw. beträgt.

Die Helligkeit, welche 1 *HK* in der Entfernung von 1 m auf einer weißen Fläche erzeugt, nennt man eine „Meterkerze“ (*MK*) oder auch ein *Lux*.

3. Beleuchtung mit Leuchtgas.

(Tafel 96 und 97.)

a) Gasleitungen.

Das in der Gasanstalt durch trockene Destillation von Kohle, Holz, Öl usw. gewonnene und sodann gereinigte Leuchtgas gelangt durch entsprechend weite, gußeiserne Muffenrohre, die Hauptleitungen, zu den einzelnen Stellen des Verbrauchsgebietes und von da aus durch die engeren Zuleitungen oder Anschlußleitungen zu den Verbrauchsstellen der Objekte, bezw. deren Gasmessern. Von den Gasmessern führen schmiedeeiserne Rohre mit Muffenverschraubung (Steigleitungen) in die einzelnen Geschosse und von diesen wieder engere Rohre (Verteilungsleitungen) in die einzelnen Räume.

Die Verbindung und Befestigung der Rohre erfolgt in gleicher Weise wie bei Wasserleitungen.

Der zur Fortbewegung des Leuchtgases in den Leitungsröhren nötige Druck wird durch das Gewicht der Gasometerglocke im Gasometer der Gasanstalt erzeugt.

In manchen Städten ist es üblich, Absperrvorrichtungen in die Zuleitungen einzubauen, um bei einem Brande die Gasleitung schon außerhalb des Gebäudes absperrn zu können.

Jedenfalls muß in die Anschlußleitung gleich beim Eintritte in ein Gebäude der Hauptabsperrhahn eingebaut werden. Ferner werden auch die Einmündungen zu den einzelnen Gasmessern, dann die von diesen in die Geschosse führenden Steigleitungen in jedem Stockwerke mit Absperrhähnen versehen, um nötigenfalls das ganze Gebäude oder einzelne Geschosse absperrn zu können.

Die Fig. 2, 3 und 4 zeigen solche Absperrhähne und die Fig. 5 einen Schlüssel hiezu. Sie bestehen aus dem Gehäuse G (Fig. 2 und 3) mit den beiden Gewindansätzen E und A für Eingangs-, bezw. Ausgangsröhren, dann dem Konus K , welcher eine dem Querschnitt der Rohre gleichkommende Durchgangsöffnung hat. Der oberste Teil des Konus hat einen zum Schlüssel (Fig. 5) passenden, quadratisch geformten Ansatz K^1 mit einem Einschnitt e an der oberen Fläche, welcher die Stellung des Hahnes erkennen läßt. Bei geschlossenem Hahne steht der Einschnitt, wie die Fig. 4 zeigt, quer zum Rohrstrange und bei offenem Hahne parallel zu diesem. Der Hahn gestattet nur eine Viertelkreisbewegung. Manchmal ist der Hahn mit einer Skala AZ (Fig. 4) versehen, welche die Größe der jeweiligen Gasdurchgangsöffnung von außen erkennen läßt.

Nach Passierung des Gasmessers gelangt das Gas in die *Privatleitungen*, die fast ausschließlich aus schmiedeeisernen, bis 4 m langen Rohren bestehen, welche unter sich und mit den erforderlichen Hähnen, Verbindungsstücken, Beleuchtungskörpern u. dgl. gasdicht, mittels Gewinden und Gwindemuffen verbunden werden. Zum Dichten der Gewinde verwendet man Hanf, dann verschiedene Kitte aus Mennige, Blei- oder Zinkweiß und Leinölfirnis.

Durch den Temperaturwechsel bildet sich namentlich in Privatleitungen Kondensationsflüssigkeit, welche stellenweise abgeleitet werden muß, weil sonst die Gaszufuhr gehindert und schließlich ganz aufhören würde. Die Leitung ist daher so anzulegen, daß das Wasser nach tiefer gelegenen Stellen abfließen kann, wo es sich in eingesetzten Wassersäcken sammelt, die zeitweise entleert werden.

Ein solcher Wassersack (Fig. 6) besteht darin, daß an der tiefsten Stelle der Leitung ein T-Stück eingesetzt und in dieses ein enges Rohrstück R eingeschraubt wird, welches am unteren Ende mit einer Wassersackschraube (Fig. 7) oder mit einem Schlauchhahn (Fig. 14) abgeschlossen ist.

Die nicht in Benützung stehenden Teile einer Leitung werden mit Pfropfen und Verschlußmuffen (Fig. 8 und 9) abgeschlossen.

b) Beleuchtungskörper und Armaturen.

Die Befestigung der Beleuchtungskörper kann entweder an einer Wand oder an einer Decke erfolgen, in beiden Fällen ist die zur Abzweigung und Befestigung notwendige Armatur verschieden.

Erfolgt die Abzweigung an einer Wand, so führt man an dieser die Rohrleitung bis zur beabsichtigten Abzweigstelle nach abwärts, schraubt dort an ein im Mauerwerke mit Gips eingesetztes Holzstück eine messingene Wandscheibe (Fig. 10) fest, in deren Gewinde G der Träger des Beleuchtungskörpers eingeschraubt wird.

Als Träger des Beleuchtungskörpers kann ein fester oder ein beweglicher Wandarm (Fig. 11, 12 oder 13) oder ein einfacher oder mehrfacher Schlauchhahn (Fig. 14 oder 15) angeschraubt werden.

Transportable Tischlampen werden mittels eines Gummi- oder Metallschlauches (Fig. 16) mit dem Schlauchhahn in Verbindung gebracht.

Erfolgt die Abzweigung an einer Decke, so wird an der betreffenden Stelle eine Deckenscheibe, ähnlich wie die Wandscheibe befestigt und in diese der Träger des Beleuchtungskörpers festgeschraubt.

Je nach der erforderlichen Beweglichkeit des Beleuchtungskörpers sind folgende Verbindungen möglich:

1. Das Lampenrohr bleibt unbeweglich, in welchem Falle es in die Muffe eines kurzen Gußstückes (Rohrschraube) eingelötet wird, welches in den vorspringenden Zapfen der Deckenscheibe eingeschraubt ist.

2. Soll sich das Rohr im vertikalen Sinne bewegen können, so muß dasselbe in ein zweites, weiteres Rohr verschiebbar eingesetzt und der Zwischenraum mit einer Stopfbüchse oder mit Wasserschluß abgedichtet werden (Fig. 20, Zuglampe).

3. Ist die Bewegung um die eigene Achse nötig, so wird hierfür ein Kugelgelenk *K* (Fig. 18) in die Deckenscheibe eingeschraubt.

Je nach der Anzahl der Brenner und der Ausstattung der Lampen können entweder einfache Penden (Fig. 19), Zuglampen (Fig. 20), Schiebelampen (Fig. 17) oder Luster (Fig. 21) in Anwendung kommen.

Weitere wichtige Armaturstücke sind:

Der Spitzhahn (Fig. 22), der Kniehahn (Fig. 23), der Laternenhahn mit Zündflamme (Fig. 24) und ohne Zündflamme (Fig. 25), das Brennerknie (Fig. 26), das bei Penden, Wandarmen, Doppelarmen usw. zum Aufschrauben des Brenners dient, die Brennertülle (Fig. 27), die zwischen Brenner und Spitzhahn eingesetzt wird, die Beinschelle (Fig. 28), der Nippel (Fig. 29); letzterer dient als Zwischenstück zwischen einem inneren und einem äußeren Gewinde.

c) Brenner.

Man verwendet für die leuchtende Flamme offene Brenner und für die entleuchtete Flamme Glühlichtbrenner.

Offene Brenner.

Die Form der Flamme hat einen bedeutenden Einfluß auf ihre Leuchtkraft. Der veraltete Einlochbrenner (Fig. 30) erzeugt eine lanzettförmige Flamme von geringer Leuchtkraft. Bei der neueren Brennerkonstruktion (Fig. 31), Schnitt- oder Schmetterlingbrenner, strömt das Leuchtgas durch einen feinen Spalt aus, wodurch eine sehr breite, schmetterlingförmige Flamme erzeugt wird. Die Kohlenstoffteilchen kommen hier mit dem Sauerstoff der Luft mehr in Berührung, wodurch ein lebhafteres Glühen des Kohlenstoffes hervorgerufen und die Leuchtkraft des Gases weitaus besser ausgenützt wird als beim Einlochbrenner.

Die Fig. 32, 33 und 34 zeigen einige der gebräuchlichen Formen solcher Schnittbrenner, und zwar:

Fig. 32 zeigt einen Hohlkopfbrenner mit messingernem Unterteil und mit eingesetztem oder aufgeschraubtem Oberteil aus Speckstein. Derselbe erzeugt bei geringem Drucke eine ruhige, große Lichtfläche und zeigt einen zu hohen Gasdruck dadurch an, daß sich am unteren Teile zwei Flammenlappen absondern.

Fig. 33 zeigt einen Globebrenner. Er ist ein vorzüglicher Gasbrenner; es gibt welche mit gegossenem und solche mit gepreßtem Oberteil, an dem ein Brennerköpfchen aus Speckstein eingesetzt ist.

Fig. 34 zeigt den Braubrenner, welcher für Lichtstärken bis zu 80 Kerzen eingerichtet ist.

Gasglühlicht-(Auer-)Brenner.

Bei den offenen Brennern wird die Gasflamme direkt als Lichtquelle benützt. Wird jedoch entleuchtetes Gas zum Erhitzen eines geeigneten Glühkörpers verwendet, welcher, in Weißglühhitze versetzt, die Lichtquelle abgibt, so nennt man das derart entstehende Licht Gasglühlicht und nach dessen Erfinder auch Auerlicht.

Zum Erhitzen des Glühkörpers könnte wohl der in Fig. 1 dargestellte Bunsenbrenner dienen, dessen Flamme sehr heiß ist und nicht rußt. Um jedoch zu vermeiden, daß der als Glühkörper zur Anwendung kommende, sehr leichte und empfindliche Strumpf- hin- und herbewegt und durch die Mündung des Brenners zerrissen werde, ferner zur Absperrung der heißen, innerhalb des Netzes brennenden Gase nach unten, wurde das Brennerrohr oben mit einer Erweiterung versehen, an die sich der Glühkörper knapp anlegt und dadurch in seiner Form gehalten wird. Ein so vervollständigter Bunsenbrenner wird Gasglühlicht- oder Auerbrenner genannt; es gibt jedoch auch andere Brennerkonstruktionen für Gasglühlicht.

Der Größe nach unterscheidet man mehrere Arten von Auerbrennern, und zwar: den Normalbrenner (auch Type C genannt), den Spar- (Juwel-, Liliput-) Brenner, den Zwergbrenner, dann viele Arten Starklicht- oder Intensivbrenner, Invertbrenner usw.

Der Auer-Normalbrenner (Fig. 35) besteht aus der Düse *D*, dem Mischrohr *R* und dem Brennerkopf *K*.

Die Düse (Fig. 36) hat am unteren Teile ein Gewinde zur Aufnahme des Mischrohres und oben fünf kleine Löcher, durch welche das Gas in der erforderlichen Menge ausströmt. Sie wird als der unterste Teil des Brenners an den Beleuchtungskörper angeschraubt und das Gewinde mit Werg und Miniumkitt gedichtet.

Das Mischrohr (Fig. 37) hat die Mischung von Gas und Luft innerhalb des Brenners zu besorgen und ist für diesen Zweck im unteren Teile mit vier Löchern versehen, durch welche das aus der Düse ausströmende Leuchtgas Luft ansaugt und nach aufwärts mitreißt. Ein am unteren Ende angebrachtes, inneres Gewinde dient zum Aufschrauben auf die Düse.

Der Brennerkopf — Brennerkrone — (Fig. 35) hat eine zur Erhitzung des Glühkörpers erforderliche, konische Flammenform zu erzeugen, überdies trägt er mit der Galerie *G* den Glaszylinder und den Glühkörperträger. Im Innern des Brennerkopfes, dessen Ring *r* abschraubbar ist, befindet sich ein metallischer Stern (Fig. 38), welcher das den Brennerkopf nach oben abschließende Drahtsieb (Fig. 39) und den Metallkegel (Fig. 40) trägt. Das Sieb verhindert das sogenannte Zurückschlagen der Flamme, bzw. das leuchtende Brennen derselben. Der Metallkegel (Fig. 40) hat die Bildung einer ringförmigen Flamme zu veranlassen. Das Sieb und der Metallkegel werden in ihrer Lage durch den Ring (Fig. 41) und den Einsatzring (Fig. 42) festgehalten.

Der Brennerkopf wird auf das Mischrohr nur aufgesteckt; zur besseren Lagerung der Galerie wird gewöhnlich die Durchschlagplatte (Fig. 43) unterlegt.

Bei älteren Auerbrennern wird der Glühkörper von einem Nickeldrahtträger (Fig. 44 und 45) gehalten, welcher seitlich am Brennerkopf eingesteckt und von der Schraube *s* (Fig. 35) fixiert wird. Bei neueren Brennern besitzt der Metallkegel in der Spitze eine vertikale Bohrung zur Aufnahme eines den Glühkörper tragenden Magnesiastiftes (Fig. 46).

Die besseren Brenner sind sowohl für seitliche als auch für zentrale Aufhängevorrichtung eingerichtet. Die zentrale Tragart des Glühkörpers (Strumpfes) mit dem Magnesiastift ist einfacher und zweckentsprechender.

Der Auer-Sparbrenner (Fig. 47, T. 97) hat eine wesentlich andere Konstruktion als der Normalbrenner. Der Brenner ist etwas kleiner, die Düse hat nur drei Ausströmöffnungen und die Krone eine einfachere Konstruktion. Dementsprechend sind auch die Glühkörper und Zylinder kleiner als beim Normalbrenner.

Zum Drosseln der Flamme werden die genannten Brenner oft mit einem Kleinsteller versehen (Fig. 48 und 49). Durch entsprechende Stellung des Hebels *h* kann die Flamme so gedrosselt werden, daß nur eine kleine Zünd-

flamme mit 6—10 l stündlichem Gasverbrauche weiterbrennt; durch umgekehrte Stellung des Hebels wird der Hahn wieder ganz geöffnet und die Flamme kann sich wieder voll entwickeln.

Der **Zwergbrenner** (Fig. 50) ist sehr einfach konstruiert. Das unten federnde, mit zwei Löchern versehene Mischrohr wird auf die Einlochdüse nicht aufgeschraubt, sondern bloß aufgesteckt. Auch die abnehmbare, für einen Magnesiastift ausgebohrte Krone ist ziemlich primitiv hergestellt.

Die **Starklicht- oder Intensivbrenner**, die unter den Namen Goliath-, Greyson-, Taghellbrenner, Lukaslampe usw. im Handel vorkommen, zeichnen sich durch größere und kompliziertere Form der Brennerbestandteile aus. Diese Brenner werden für Lichtstärken von 150—2000 Kerzen eingerichtet, verlieren aber bald an Lichtstärke.

Invertbrenner. Diese sind ein Ergebnis des Strebens, das elektrische Glühlicht durch Gasglühlicht zu ersetzen. Die Fig. 51 zeigt die Bestandteile einer solchen Lampe. Diese sind: *a*) die Regulierdüse mit Schmutzfänger, *b*) Bunsenrohr mit festem Ringe, *c*) Brennerrohr (Verlängerung) und Unterlagsring, *d*) Gewindekopf mit Sieb und Unterlagsring, *e*) Glühkörperträger aus Magnesia, *f*) Mundstück aus Magnesia, *g*) Abzugsglocke mit Schrauben, *h*) Glühkörperschutzglas.

d) Glühkörper (Strümpfe, Netze).

Die Glühkörper (Fig. 52—55) bestehen aus einem engmaschigen, schlauchartigen Gewebe von Baumwolle (Ramie oder Seide), welches mit salpetersauren Salzen seltener Erdmetalle (Thor und Cer) getränkt, dann verascht und schließlich in einer Preßflamme gehärtet wird. Für den Transport werden die Glühkörper in eine Lösung von Schellack und Äther getaucht, dann getrocknet und in Schachteln in Baumwolle verpackt; die Glühkörper dürfen nur in trockenen Räumen aufbewahrt werden.

Beim Auspacken darf der Glühkörper nicht gedrückt werden, weil jeder Eindruck und jede Knickung beim Abbrennen des Schellacküberzuges einen Riß verursacht. Beim Herausnehmen stürze man daher die Schachtel und schüttele die Glühkörper auf die flache Hand.

Bei dem sehr wichtigen **Aufmontieren** und **Abflammen** des schellackierten Glühkörpers verfähre man wie folgt:

Bei **zentraler Aufhängart** (Fig. 56) fasse man den auf der Hand liegenden Strumpf bei der Asbestöse *a* mit dem Haken (Fig. 57) und hänge ihn vorsichtig so in die Mitte der Gablung des Magnesiastiftes, daß der Speckstein des Brennerkopfes genau in die Mitte des Netzes fällt, dabei darf man mit dem Netze an den Magnesiastift nicht anstreichen, weil es leicht an der betreffenden Stelle einen Riß bekommen würde.

Bei der **seitlichen Aufhängart** (Fig. 58) wird der Strumpf mit dem Häkchen des Tragstiftes *T* in der Öse gefaßt, langsam und vorsichtig über den Brennerkopf gesenkt und der Tragstift in die beiden Traglöcher *e* und *e*¹ eingesteckt. Sodann wird der Tragstift mit der Stellschraube *s* so fixiert, daß der Abstand der Glühkörperoberkante und der Brenneroberkante 7—8 cm beträgt und sowohl der Tragstift als auch der Strumpf vertikal steht. Die Längsachse des Strumpfes muß mit der des Zylinders genau zusammenfallen. Etwaige Abweichungen können durch Lockern des Tragstiftes und vorsichtiges Drehen und Biegen desselben berichtigt werden, dabei ist auch darauf zu achten, daß der Tragstift den Glaszylinder nicht berühre und daß zwischen beiden mindestens 2 mm freier Raum bleibe, weil sonst der glühende Tragstift den Zylinder sicher sprengen würde.

Beim **Auer-Zwergbrenner** (Fig. 50) darf die Unterkante des Glühkörpers den Brennerboden nicht berühren; der Glühkörper muß vielmehr seine Stütze allein in der Gablung finden, da sonst beim Abbrennen des Schellacküberzuges ein Zusammenziehen des Strumpfes stattfinden und Falten in demselben entstehen würden.

Bei allen Brennern muß der Glühkörper an seinem unteren Ende den Brennerkopf knapp umschließen, er darf also nicht zu weit sein.

Nach erfolgter Aufmontierung wird der Schellacküberzug mit einer Spiritusflamme, bei abgehobenem Zylinder abgebrannt. Während dieses Abflammens oder gleich darnach öffnet man den Gashahn und läßt den Strumpf — noch immer ohne Zylinder — 3—5 Minuten glühen. Bei genauer Einhaltung dieses Vorganges erhält der Strumpf eine schöne gerade Form und eine gewisse Härte.

Will man ganz sicher gehen, so stelle man, nachdem der Strumpf 3 bis 5 Minuten ohne Zylinder geglüht hat, die Gasflamme klein, stecke den Zylinder auf und öffne den Hahn wieder vollkommen. Dadurch vermeidet man die beim Anzünden gewöhnlich erfolgende kleine Explosion, die dem Glühkörper, besonders beim erstmaligen Gebrauche desselben, gefährlich werden kann.

Wenn bei späterem Anzünden die Flamme zurückschlägt, was durch ein schwaches, unruhiges, gelbliches Licht bemerkbar wird, so drehe man den Hahn wieder zu und zünde das Gas neuerdings an.

Wenn die Flamme fortgesetzt ein heulendes, singendes oder knatterndes Geräusch verursacht, so wird die Ursache meistens in der zu geringen oder zu großen Gaszufuhr liegen. Man versuche dann durch Änderung der Hahnstellung das Geräusch zu beseitigen. Wird bei klein gestelltem Hahne das Licht heller, so war die Gaseinströmung zu groß. Vermindert man die Luftzufuhr durch Zuhalten eines oder mehrerer Löcher am Mischrohr und brennt darauf das Licht heller, so war die Gaseinströmung wieder zu gering.

Die Regulierhülse (Fig. 59) dient zur Regulierung der Luftzuführung, um ein richtiges Gasmisch zu erzielen. Sie wird auf das Mischrohr aufgesteckt und so lange gedreht, bis der beste Lichteffect erreicht ist.

e) Zylinder.

Der Zylinder hat den Zweck, durch seine saugende Wirkung der Flamme größere Mengen Luft durch die Brennergalerie zuzuführen; er schützt überdies die Flamme und den Glühkörper vor seitlichem Luftzug, hält die Hitze besser zusammen und verhindert so das rasche und teilweise Abkühlen des glühenden Strumpfes.

Die Fig. 60 *a, b, c* zeigt die Formen eines Zylinders aus gewöhnlichem Glase in drei verschiedenen Größen.

Die Fig. 61 *a, b, c* zeigt drei Zylinderarten aus sogenanntem Jenaerglas, welches sehr dauerhaft und widerstandsfähig gegen kalten Luftzug, Regen und gegen abgerissene, heiße Glühkörperteile u. dgl. ist, welches letztere gewöhnliches Glas fast immer zersprengt.

Die Fig. 62 *a, b, c* zeigt drei Gattungen Jenaer-Lochzylinder, bei welchen der Luftzutritt durch die Brennergalerie aufgehoben und in die Zone der Brenneroberkante verlegt wird, indem die Luft durch sechs, im unteren Teile des Zylinders angebrachte Öffnungen einströmt, wodurch die Leuchtkraft um zirka 15% erhöht wird. Dabei wird das Ansaugen der Luft durch die Brennergalerie durch eigene Abschlußbleche (Fig. 63 *a* und *b*) oder Windschutzkappen (Fig. 64) verhindert, welche nach Abschrauben des Brennerkopfringes (Fig. 35) eingesetzt werden. Bei nicht abschraubbarem Ringe schiebt man die oben geschlitzten Abschlußbleche (Fig. 63 *b*) über den Brennerkopf und drückt sie dann oben fest zusammen. Die Windschutzkappe (Fig. 64) verhindert außer der Luftzuströmung auch das Eindringen von Staub in den Brenner. Der Luftzutritt in den Brenner kann auch durch Außenbleche (Fig. 65) verhindert werden, welche über die Galerie des Brennerkopfes aufgesteckt werden.

Die Fig. 66 *a* und *b* zeigt zwei birnförmige Zylinder, *a* aus gewöhnlichem und *b* aus Jenaerglas. Diese sollen das Licht zerstreuen oder auch nach abwärts reflektieren und so Lichtlocken und Schirme entbehrlich machen.

Die echten Jenaerzylinder sind mit einer besonderen Marke mit dem Namen Jena-Schott u. Gen. versehen; sie dürfen nur ganz leicht (ohne Druck) in den Zacken der Brennergalerie stecken, da sie leicht zerdrückt werden können.

Die in Fig. 67 *a* und *b* dargestellten Glimmer- oder Marienglas-Zylinder für Normal- und für Sparbrenner sind teuer und für den Gebrauch weniger zu empfehlen, da sie bald matt und blind und am oberen Rande weich und blasig werden; auch bilden sich an den Metallstreifen Oxyde und Salze.

f) Schirme und Glocken.

Schirme, Glocken, Tulpen, Reflektoren u. dgl., welchen die Aufgabe zufällt, die grellen Lichtstrahlen zu dämpfen oder nach abwärts zu werfen, werden zumeist aus verschiedenartigem Milchglas und in mannigfachen Formen erzeugt.

Die verschiedenen Glocken, Kugeln u. dgl. lassen aber die Lichtstrahlen nicht in der vollen Stärke durchdringen, so wie auch die Reflektoren die sie treffenden Strahlen nicht in derselben Lichtstärke zurückwerfen können. Es entsteht daher ein Verlust an Leuchtkraft, welcher je nach Material und Form der Glocke verschieden sein kann. Der Lichtverlust kann angenommen werden mit: 6% bei Klarglas, 15—20% bei Jenaer-Milchglas, 30% bei geätztem Glase, 30—50% bei gewöhnlichem Milchglas und 30% bei Neusilberreflektoren und bei Papier- oder Emailschirmen.

g) Gasmesser (Gasuhren).

Man unterscheidet nasse und trockene Gasmesser, je nachdem der messende Raum durch eine Flüssigkeit begrenzt wird oder nicht.

Nasse Gasmesser (Fig. 68 *a* und *b*) enthalten eine, bis etwas über die Hälfte in Wasser tauchende Trommel *T*, welche durch Scheidewände *W* in vier Kammern geteilt ist. Das Gas, welches in eine Kammer eintritt, während eine andere sich entleert, versetzt durch den höheren Druck, welcher ihm im Rohrnetz eigen ist, die Trommel in Rotation, welche Bewegung mittels Schnecke *S*₁ und Schneckenrad *R* auf das den Gasverbrauch anzeigende Zählwerk übertragen wird.

Da bei den nassen Gasmessern der messende Raum durch den Wasserspiegel begrenzt ist, so wird sich der Raum infolge Verdunstung des Wassers beständig ändern und es wird, je tiefer das Niveau des Wassers sinkt, immer mehr Gas gemessen den Gasmesser passieren. Um die daraus entspringende Schädigung der Gasanstalt zu verhindern, muß jeder Messer alle vier Wochen entsprechend nachgefüllt werden. Das Nachfüllen wird durch die Füllöffnung *f* unter Schließung des Haupthahnes so lange bewirkt, bis aus dem Überlaufrohr *ü* das Wasser herausfließt, worauf beide Öffnungen wieder geschlossen werden.

Bei nicht rechtzeitiger Nachfüllung verschließt der mit dem Wasserspiegel stets sinkende Schwimmer *S* durch ein Ventil allmählich die Öffnung, welche dem Gase den Durchgang von *E* nach *A* gestattet, worauf die Gasflammen immer schwächer werden und schließlich ganz erlöschen.

Trockene Gasmesser. Ihre innere Konstruktion ist ähnlich jener eines Blasebalges und besteht aus zwei sich gegenüberstehenden Wänden, die mittels einer weichen Ledermembrane miteinander verbunden sind. Das durch ein Ventil in den zusammengedrückten Balg eintretende Gas bläht denselben auf und die beiden Wände entfernen sich voneinander. In einer bestimmten Stellung der beiden Wände wird durch eine Umsteuerung die Gaseinströmung abgesperrt und gleichzeitig das Ventil für den Gasaustritt geöffnet.

Jeder Gasmesser besitzt zwei oder drei solche Meßbälge, daher wird das Gas auch ununterbrochen durchströmen. Die Bewegungen der Meßbälge werden auf das Zählwerk übertragen.

Bei den trockenen Gasmessern entfällt das lästige Nachfüllen und die Sorge wegen Einfrieren.

Das Ablesen der verbrauchten Gasmenge erfolgt an dem an der Außenseite jedes Gasmessers angebrachten Zifferblatt, dessen Zeiger mit den Zahnrädern des Zählwerkes in Verbindung stehen.

Die Zeiger drehen sich infolge der Räderübersetzung nicht alle im gleichen Sinne, sondern nehmen den in der Fig. 69 durch Pfeile angedeuteten Weg, worauf bei der Ablesung besonders zu achten ist, da diese immer in der Richtung der Pfeile erfolgen muß. Der in der Figur angedeutete Zeigerstand gibt also einen Gasverbrauch von sechs Hunderten, sieben Zehnern und einem Einer an, also zusammen 671 m^3 , genau $671\frac{1}{2} \text{ m}^3$. Es empfiehlt sich, die Ablesung mit der größten Achtsamkeit und zweimal zu machen, um Irrungen im Ablesen vorzubeugen.

Zieht man von dieser Ablesung (671 m^3) die vorletzte, z. B. vor einem Monate gemachte Ablesung, welche etwa 650 m^3 betrug, ab, so erhält man den Gasverbrauch für den letztvergangenen Monat mit $671 - 650 = 21 \text{ m}^3$.

Die Gasautomaten bestehen aus einem trockenen oder nassen Gasmesser, verbunden mit einem Sperrwerk, welches erst nach Einwurf einer Geldmünze den Durchgang einer dem Werte der Münze entsprechenden Gasmenge gestattet.

h) Das Zünden der Gasglühlichtflamme.

Dieses muß stets mit einer gewissen Vorsicht erfolgen, nachdem die Glühkörper bei plötzlichen, durch unvorsichtiges Anzünden im Zylinder entstehenden Explosionen leicht Schaden leiden.

Bei kleineren Anlagen und leicht zugänglichen Lampen kann zum Zünden ein Spirituslämpchen (Gaszünder) (Fig. 70) oder bei Laternen ein solches an einer Stange befestigtes Lämpchen (Fig. 71) dienen. Das angezündete Lämpchen wird unten in der Nähe des Glühkörpers an den Brenner gehalten und der Gashahn allmählich geöffnet, worauf die Zündung langsam erfolgt und Explosionen vermieden werden.

Für größere Anlagen ist diese primitive und zeitraubende Art des Anzündens weniger zu empfehlen, hierfür bestehen verschiedenartige Gaszünder mit gewöhnlicher und auch automatischer Zündung.

i) Regulierung des Gasdruckes.

Der im Gasbehälter durch das Gewicht der Gasglocke erzeugte Gasdruck kann in den Leitungsrohren nicht gleichmäßig erhalten werden, wie dies für eine gute und ökonomische Beleuchtung notwendig wäre. Schon die Reibung an den Wandungen der Leitungsrohre verursacht einen mit der Länge der Leitung zunehmenden Druckverlust. Die Niveaudifferenz der Leitungsrohre beeinflußt aber noch mehr den Gasdruck, indem das gegenüber der Luft spezifisch leichtere Gas Steigungen rascher überwindet, dagegen Gefälle nur infolge des Gasdruckes und dann auch nur träge passiert. Der Druck nimmt also bei Steigungen zu, bei Gefällen ab und dies um so mehr, je größer die Höhenunterschiede sind.

In der Praxis nimmt man für jeden Meter Steigung 0.8 mm Druckerhöhung und für jeden Meter Gefälle 0.8 mm Druckverlust an. Wäre z. B. in einem vierstöckigen Gebäude mit gleich großen Brennern in allen Geschossen der Druck im Erdgeschoss 30 mm , so würde derselbe im vierten Stock, bei 15 m Höhenunterschied, 42 mm und im Kellergeschosse bei 5 m Tiefe nur 26 mm betragen. Daraus erhellt, daß höher gelegene Stadtteile stets einen höheren Gasdruck haben als tiefer gelegene und daß in mehrgeschossigen Gebäuden der Druck in jedem höher liegenden Geschosse zunimmt.

Bedeutende Druckschwankungen in den Leitungen werden auch dadurch hervorgerufen, daß in manchen Stadtteilen mit vielen Geschäftslokalen viele Flammen fast gleichzeitig angezündet und dann wieder fast gleichzeitig gelöscht werden.

Alle diese Veränderungen des Gasdruckes machen sich bei jeder Gasflamme deutlich bemerkbar, indem bei Abnahme des Druckes die Flamme schwankend, kleiner und auch der Gasverbrauch geringer, bei starkem Drucke die Flamme wieder übermäßig groß und der Gasverbrauch bedeutend gesteigert wird.

Für zweckmäßig gewählte Schmetterlingbrenner genügt schon ein Druck von 10—15 mm, für Gasglühlicht aber muß der Druck je nach der Brennerkonstruktion 28—35 mm betragen, damit der Glühkörper bis zu seinem obersten Teile von der Flamme bestrichen und zum vollständigen Glühen gebracht werden kann. Verzichtet man hierauf, so kann der Druck bis auf 25 mm herabgesetzt werden, die Flamme besitzt dann aber weniger Leuchtkraft. Bei noch geringerem Drucke würde der der Brennerdüse entströmende Gasstrahl die zu seiner vollständigen Verbrennung erforderliche Luftmenge nicht mehr ansaugen und mit sich fortreißen können. Die Flamme wird dann an der Spitze leuchtend und muß den Glühkörper verrußen. Übersteigt hingegen der Druck denjenigen, für welchen der Brenner konstruiert ist, so wird die Lichtstärke im Verhältnisse zu dem größeren Gasverbrauche entsprechend vermehrt. Bei sehr hohem Drucke tritt zu der verursachten Gasverschwendung noch eine wesentliche Lichtverschlechterung hinzu, weil die Flamme über den Glühkörper hinausschlägt und denselben mit einer dicken Rußschichte überzieht.

Die Regulierung des Gasdruckes auf die für die Brennerkonstruktion notwendige Stärke kann auf verschiedenartige Weise erfolgen:

Durch entsprechende Stellung der Gashähne kann der Gasdruck teilweise reguliert werden, doch ist diese Art primitiv und zeitraubend.

Eine andere Art der Gasverbrauchsregulierung besteht darin, daß die Düsenlöcher des Auerbrenners mit dem Düsenzuschläger (Fig. 72) zugeklopft, also verkleinert werden, falls der Gasverbrauch zu groß wäre, oder mit der Reibahle (Fig. 73) ausgerieben, also vergrößert werden, wenn die Lichtstärke erhöht werden sollte. Die Flamme behält dabei die volle Höhe des Glühkörpers, daher auch die Kraft, denselben vollständig zum Glühen zu bringen. Diese Art Druckregulierung kann nur dort angewendet werden, wo die Druckschwankungen nicht über 5—8 mm betragen.

Eine stets gleichbleibende Gaszuführung zum Brenner kann rationell nur durch automatisch und verläßlich wirkende Gasdruck- oder Konsumregler erzielt werden.

Die Fig. 74 zeigt den Vertikalschnitt eines Gasdruckregulators in seiner ursprünglichen Form, welche wohl schon mehrmals verbessert wurde, im Prinzip aber doch gleich geblieben ist. Er besteht aus dem Gehäuse *A*, welches durch die Scheidewand *J* in zwei übereinander liegende Abteilungen *K* und *K*₁ geteilt ist. Die Scheidewand *J* hat in der Mitte eine kreisrunde Öffnung *H*, in welcher der Konus *C* schwebend dadurch erhalten wird, daß er mittels der in der Führung *M* auf- und niedergehenden Stange *L* an der Eisenblechglocke *B* aufgehängt ist. Der Mantel der Glocke taucht mit seinem Rande in Quecksilber, welches in einer am oberen Ende des Gehäuses angebrachten Rinne sich befindet und den Verschuß gegen Austritt des Gases bildet. Der Regulator wird auf das Ausgangsrohr des Gasmessers angeschraubt. Nachdem das Gas den Messer passiert hat, tritt es durch *D* und durch die ringförmige Öffnung *H* in die obere Abteilung *K*₁ des Gehäuses unter die Glocke und von hier aus durch das Ausgangsrohr *E* in die Leitung.

Je nach dem Gewichte der Glocke und dem vom Gase auf die innere Seite der Glocke ausgeübten Drucke wird die ringförmige Öffnung durch das Steigen und Sinken des Kegels *C* kleiner oder größer gemacht. Das Gewicht der Glocke kann nach Bedarf durch Auflegen oder Abnehmen einer Anzahl von Bleiplatten *N* entsprechend vermehrt oder vermindert werden.

Bleibt das aufgelegte Gewicht konstant, so wird auch der Druck in der ganzen Anlage gleichmäßig erhalten bleiben. Nimmt der Druck unter der Glocke durch

irgend einen Umstand ab, so sinkt die Glocke naturgemäß herab und mit ihr auch der Konus C , wodurch die ringförmige Öffnung bei H sich vergrößert und durch diese das Gas in größerer Menge in den Raum K_1 so lange einströmt, bis der erforderliche Druck in der oberen Leitung erreicht ist. Bei vermehrtem Gasdruck hebt sich die Glocke wieder, vermindert die Durchgangsöffnung bei H , worauf der Druck unter der Glocke und auch in der Leitung wieder abnimmt.

Dieser Vorgang wiederholt sich immer, sobald der Gasdruck unter das Normale fällt oder über das Normale steigt. Dadurch wird der Druck in der Leitung derart geregelt, daß erfahrungsgemäß keine größere Druckdifferenz als 2 mm auftritt.

Die Druckregulatoren müssen an einer Stelle eingebaut werden, an der sie leicht zugänglich sind und stets beobachtet werden können.

Als **Konsumregler** für einzelne Flammen gibt es solche Regulatoren, welche mit der Hand nach Bedarf regulierbar sind und solche, welche den Gasverbrauch bei wechselndem Drucke selbsttätig regulieren. Erstere bestehen bloß aus einer unter dem Brenner entsprechend gasdicht eingesetzten Schraube, durch deren Drehung der Gasaustritt vermehrt oder vermindert werden kann. Diese **Regulierschraube** eignet sich aber nur dort, wo Druckschwankungen durch einen gemeinsamen Gasdruckregler bereits aufgehoben wurden und sie nur zur Herabminderung des Gaskonsums bei einzelnen, minder wichtigen Flammen in Gängen, Aborten u. dgl. dient.

Auch die **Dorndüse** (Fig. 75) dient diesem Zwecke; dieselbe ist am oberen, schwachen Teile mit einem Gewinde versehen, auf welches die Kappe geschraubt wird. Diese hat ein zentrales Loch, durch das ein an der Düse befestigter Dorn geht. Durch Höher- oder Niederschrauben der Kappe wird der Gasdurchgang infolge der konischen Form des Dornes vermindert oder vermehrt.

Die beste Gattung der verstellbaren Konsumregler ist die **Schlitzdüse** (Fig. 76). Durch Drehung der Schraube s nach rechts wird der Zylinder h allmählich gehoben, der obere konische Rand legt sich an die ebenfalls konische, innere Bohrung des Düsenkörpers d an und bewirkt dadurch ein Zusammenpressen des Zylinders, wodurch die Schlitze s^1 verengt und damit der Gasverbrauch vermindert wird.

Von den **automatisch wirkenden Konsumreglern** sind drei verschiedene Arten zu unterscheiden.

1. Regulatoren mit Flüssigkeitsfüllung, die nach demselben Prinzip wie die Druckregulatoren (Fig. 74), nur sehr verkleinert, konstruiert sind;
2. Reguliervorrichtungen mit einer durch den Gasdruck betätigten Membrane;
3. Konsumregler mit Trockenschwimmern.

Bei **nassen Reglern** wird der Frostsicherheit wegen als Absperrflüssigkeit Glycerin verwendet, welches aber nach und nach schwindet und die Wirkung des Reglers in Frage stellt.

Bei **Membranreglern** (Fig. 77) wird, sobald der Druck steigt, die kegelförmige Membrane samt dem Konus C gehoben und dadurch die Durchströmungsöffnung verkleinert. Die zeitweise Nachregulierung kann mit der Schnittschraube S erfolgen. Durch Unreinigkeiten aus der Rohrleitung oder durch Hartwerden der Membrane kann die Funktionsfähigkeit des Reglers bald fraglich werden.

Der **Behl'sche Konsumregler** (Fig. 78) besteht aus dem Unterteile u , der mit seinem oberen Rande dem Aluminiumventil in der Ruhelage als Stütze dient, ferner aus dem auf den Unterteil aufgeschraubten Oberteil o , der in seinem Innern den Ventilsitz und das Ventil enthält. Dieses Ventil besteht aus einem Röhrchen, das auf einer runden Blechscheibe befestigt ist. In dem Röhrchen, welches vermittels seiner Scheibe vom Gasdruck gehoben wird und so gewissermaßen auf dem Gasstrom schwimmt, befindet sich eine viereckige Öffnung für den Gasdurchlaß. Diese Öffnung wird je nach der Höhenlage der vom Gasstrom gehobenen Scheibe größer oder kleiner, wodurch die selbsttätige Regelung erfolgt.

Die Behlischen Konsumregler haben sich für Kasernbeleuchtungen sehr gut bewährt. Die Konsumregler werden zwischen Brenner und Leitungsrohr gasdicht eingeschraubt.

Von den örtlichen Verhältnissen wird es abhängen, ob Gasdruckregulatoren für die ganze Leitung oder Konsumregler für jeden einzelnen Brenner anzuordnen sind. Hiefür lassen sich allgemein gültige Regeln nicht aufstellen.

Im allgemeinen wären Leitungsregulatoren dort zu installieren, wo ein stets ruhig brennendes Licht notwendig und die Wartung der Regulatoren durch geschulte Organe gewährleistet ist.

Einzelnflammregler werden hauptsächlich für äußere Beleuchtung angewendet.

XII. Die Wasserversorgung.

Allgemeines.

Die Möglichkeit, ein Gebäude mit gesundem Trinkwasser in hinreichender Menge zu versorgen, bildet eine Hauptforderung bei der Wahl einer Baustelle.

Völlig reines Wasser — welches aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht — findet sich in der Natur niemals und kann nur durch Destillation gewonnen werden.

Das in der Luft vorhandene Wasser, welches als Tau, Regen, Schnee oder Hagel zur Erde niederfällt (Meteorwasser), ist noch das reinste Wasser, enthält aber doch, namentlich in der Nähe größerer Städte, viele aus der Luft aufgenommene Säuren, Ammoniak u. dgl. und auch Staubteilchen.

Infolge des großen Gehaltes an Ammoniak ist das Regenwasser leicht dem Faulen ausgesetzt.

Am reinsten ist das Meteorwasser nach länger andauerndem Regen, am unreinsten ist das von den Dachflächen abfließende Regenwasser.

Von dem zur Erde niederfallenden Meteorwasser verdunstet ein Teil, ein Teil fließt ab und ein zumeist großer Teil dringt in den Boden ein und sammelt sich an einer undurchlässigen Schichte als Grundwasser. Dieses tritt dann entweder als Quellwasser wieder zutage oder wird aus Brunnenschächten gehoben.

Das in den Boden eindringende Meteorwasser verliert durch das Absorptionsvermögen des Erdreiches einen großen Teil von Sauerstoff und von fremden Bestandteilen, namentlich Ammoniak, und nimmt viele im Boden vorhandene mineralische Stoffe und auch Kohlensäure auf.

Das nicht verunreinigte Quell- oder Brunnenwasser besitzt weniger stickstoffhaltige, organische Stoffe als das Regenwasser, dagegen wesentlich mehr Kohlensäure, Salpeter-, Kalk- und Magnesiumsalze u. dgl.

Das Flußwasser enthält im allgemeinen ähnliche Beimengungen wie das Quellwasser, außerdem aber viele erdige und organische Bestandteile; häufig wird es noch durch Abflußwässer der Städte verunreinigt und enthält dann oft große Mengen gesundheitschädlicher Mikroorganismen.

Das Meerwasser enthält außerdem Lösungen verschiedener Salze und in Verwesung begriffene, organische Substanzen u. dgl.

Für Nutzzwecke kommt besonders der Kalkgehalt des Wassers in Betracht. Reines Wasser nennt man weich. Es gibt mit Seife sofort Schaum; durch Ammoniaksalze wird die Weichheit noch erhöht.

Hat das Wasser einen beträchtlichen Gehalt an Kalk- und Magnesiumsalzen und auch an Kohlensäure, so nennt man es hart. Hartes Wasser schmeckt infolge des Kohlensäuregehaltes viel erfrischender, ist aber im allgemeinen weniger gesund als weiches Wasser. Auch zum Waschen ist hartes Wasser weniger geeignet, da es Seife schwer auflöst.

Ist der Boden mit Fäulnisstoffen u. dgl. durchsetzt, so wird das in denselben eindringende Wasser diese Stoffe auflösen und teilweise mit sich führen. Ein solches Wasser ist dann meistens gesundheitschädlich, besonders dann, wenn in demselben Mikroorganismen, namentlich Spaltpilze in größeren Mengen vorkommen. Ein derart verunreinigtes Wasser muß durch sorgfältiges Filtrieren oder durch Abkochen erst keimfrei und genießbar gemacht werden (siehe Filteranlagen).

Reines, gutes Trinkwasser soll geruch- und geschmacklos, klar und farblos sein, keinen fremden Beigeschmack haben und eine erfrischende, nur wenig schwankende Temperatur besitzen. Das beste Trinkwasser liefern reine, gut verschlossene Quellen oder tiefe Brunnen.

Bevor ein neu hergestellter Brunnen in Benützung genommen wird, soll demselben zu verschiedenen Zeiten Wasser entnommen und von der Sanitätsbehörde chemisch untersucht und dessen Genußfähigkeit festgestellt werden.

Das Wasser erreicht bei $+4^{\circ}$ C seine größte Dichte und wiegt bei dieser Temperatur 1 dm^3 (1 l) 1 kg ; das spezifische Gewicht des Wassers ist also 1.

Wasserbedarf.

Zur Ermittlung desselben rechnet man pro Bewohner und Tag 40 l an Trink-, Koch- und Nutzwasser, für eine Abortspülung $6\text{--}10 \text{ l}$, für ein Wannenbad 350 l Wasser. — In Militärgebäuden werden für jeden gesunden Mann pro Tag $35\text{--}40 \text{ l}$ und bei vorhandener Abortspülung $80\text{--}100 \text{ l}$ gerechnet, worunter zirka 12 l als Trink- und Kochwasser dienen; für jeden kranken Mann pro Tag $160\text{--}180 \text{ l}$ und falls auch die Wäsche im Spitale gewaschen wird 250 l ; für jedes Pferd pro Tag $40\text{--}50 \text{ l}$.

Wasserbeschaffung.

Diese kann erfolgen:

Durch Schachtbrunnen, durch Bohrbrunnen (Artesische Brunnen), durch Wasserleitungen und durch Zisternenanlagen.

Zur Reinigung des gewonnenen Wassers sind unter Umständen Filteranlagen auszuführen.

A. Wasserbeschaffung mittels Schachtbrunnen.

Bei dieser Beschaffungsart wird von der Erdoberfläche bis zur wasserführenden Schichte ein Schacht gegraben und das Wasser mit Schöpfemern oder Pumpen zutage gefördert.

Die Tiefe des Brunnenschachtes richtet sich nach der Tiefenlage der wasserführenden Schichte. Diese sowie die Beschaffenheit des Bodens muß stets zuerst annähernd ermittelt werden, um kostspielige Brunnenarbeiten zu vermeiden. Diesbezüglich werden die in der nächsten Umgebung vorhandenen Brunnen sowie die in dem betreffenden Orte ansässigen Brunnenmacher Aufschluß geben. Man kann auch aus der Gestalt und Lage sowie den sonstigen Anzeichen des Terrains auf vorhandene Schwierigkeiten für den Brunnenbau schließen. Endlich kann auch durch Bohrungen die geeignetste Stelle für die Anlage eines Brunnens ermittelt werden.

Die sicherste Jahreszeit, ergiebige Quellen aufzusuchen und Brunnen zu graben, sind die Monate August, September und Oktober; denn findet man in dieser, zumeist trockenen Zeit genügend Wasser, so kann man auf eine dauernde Ergiebigkeit des Brunnens ziemlich sicher schließen.

Für Wohngebäude wird man den Brunnen auf dem den häuslichen Zwecke am besten entsprechenden Platze anlegen, muß aber die Entfernung und die Lage gegenüber den etwa vorhandenen Senkgruben, Düngergruben u. dgl. so bestimmen, daß eine Verunreinigung des Brunnens unbedingt ausgeschlossen bleibt.

Der Brunnenschacht soll das umgebende Terrain um $40\text{--}60 \text{ cm}$ überragen und soll womöglich mit einem geeigneten Deckel aus Stein oder Beton geschlossen werden; Holzdeckel sind nicht zu empfehlen.

Das an den Brunnen anschließende Terrain soll gegen den Brunnenschacht mäßig ansteigen und in der nächsten Nähe des Brunnens wasserdicht gepflastert sein, damit das Tagwasser nicht in den Schacht eindringen kann.

Durch Anbringung von Ventilationsöffnungen unmittelbar unter oder in dem Brunnendeckel ist für einen hinreichenden Luftwechsel im Brunnenschacht vorzusorgen. Diese Öffnungen müssen mit engmaschigen Drahtgittern verschlossen sein.

Um die Wasserergiebigkeit eines Brunnens wenigstens annähernd zu messen, läßt man den Brunnen während 24 Stunden unberührt stehen, schöpft ihn dann vollständig aus und beobachtet die Zeit, welche zur Erreichung des früheren Wasserstandes notwendig ist.

Die Herstellung der Schachtbrunnen zerfällt in zwei Teile, nämlich:

1. in das Abteufen und Verkleiden des Schachtes und
2. in die Herstellung der Wasserförderungsanlage.

1. Abteufen und Bekleiden des Brunnenschachtes.

a) Brunnen mit Holzverkleidung.

(Fig. 2, T. 98.)

Bei den mit Brettern verkleideten Schachtbrunnen erhalten die die Bretterwände stützenden Brunnenkränze ein quadratisches Gevierte von 1·20 bis 1·60 *m* Lichtweite.

Die Brunnenkränze werden je nach der Lichtweite aus $\frac{15}{20}$ oder $\frac{20}{25}$ *cm* starken Kanthölzern hergestellt und an den Ecken bündig überblattet; der oberste Kranz — Flügelkranz — (Fig. 2 A) erhält 0·50—1·20 *m* lange, über die Wandseite desselben vorragende Teile (Flügel) zur sicheren Auflagerung und Befestigung auf dem Erdboden.

Jeder Brunnenkranz hat zwei Schwellen *a* und zwei darüber liegende Kappen *a'* (Fig. 2 A). Die vier Seiten der Kappen und Schwellen heißen, je nachdem sie nach oben, nach unten, gegen die Erdwand oder gegen den Brunnenschacht gerichtet sind, Sicht-, Ort-, Wand- oder Brunnenseite.

Jeder Brunnenkranz hat in der Mitte der Schwellen und Kappen an der Brunnenseite, der Flügelkranz außerdem auch an der Sichtseite einen Sägeschnitt *p* oder einen Bleiritz zum Einrichten der Kränze in die vertikale Lage.

Die einzelnen Kränze werden auf 0·80—1·10 *m* Distanz (Verzugtiefe) untereinander angeordnet und die Schwellen der unteren Kränze an die Kappen der oberen Kränze mit $\frac{4}{5}$ *cm* starken Hängelatten *e* (Fig. 2 B) hängend festgenagelt.

Die an die Erdwand anschließenden Verzugbretter werden an die Brunnenkränze mit Keilen festgekeilt, sie reichen von der Sichtseite eines Kranzes bis 10 *cm* über die Ortseite des nächsten Kranzes hinaus und werden an der Ortseite auf 5 *cm* Länge abgeschrägt. Die Wandbretter des ersten Verzuges überragen den Flügelkranz um etwa 5 *cm*, um mit einer anschließenden, kleinen Anschüttung dem Eindringen des Regenwassers vorzubeugen.

In unhaltbarem Boden wird zwischen die Verzugbretter zweier aufeinanderfolgender Verzüge je ein 2·5 *cm* dickes, 15 *cm* breites Pfädebrett *g* (Fig. 2 B) angeordnet.

Die Eckbretter des ersten Verzuges werden wegen des Ausschnittes für die Flügel 37 *cm*, alle anderen aber 15—20 *cm* breit gemacht. Die Dicke der Verzugbretter wird bei 1·20 *m* Schachtweite mit 4 *cm*, bei größerer Schachtweite und in unhaltbarem Boden aber mit 4·5 *cm* angeordnet.

Abteufen des Schachtes in haltbarem Erdreich (Fig. 2 C). Zuerst wird der Boden geebnet, dann der Flügelkranz *a* horizontal gelegt und jeder Flügel mit drei Hakenpflocken (Haftpflocke) *d* befestigt.

Die Verzugbretter werden wandweise zugeschnitten, indem man zwei Kranzstücke in gleicher Distanz, wie sie im Brunnen voneinander entfernt sind, auf den Boden legt, darüber die Bretter auflegt und diese darnach in der erforderlichen Größe vorreißt. Mit Rücksicht auf die Lage und Übergreifung der in den Ecken befindlichen Verzugbretter ist das eine Eckbrett oben um $1\frac{1}{2}$ und unten um $2\frac{1}{2}$ Brettdicken breiter zu schneiden. Außerdem sind bei den Eckbrettern des obersten Verzuges die Ausnehmungen für den Flügelkranz auszuschneiden.

Nachdem die Erde bis 20 cm unter die Verzugtiefe ausgehoben wurde, werden die Schwellen eines gewöhnlichen Kranzes auf Verzugtiefe an die Kappen des Flügelkranzes durch je zwei aufgenagelte Hänglatten befestigt, sodann die Kappen aufgelegt und die Sägeschnitte des oberen und unteren Kranzes ins Lot gebracht, worauf der untere Kranz mit Keilen k gegen die Erdwand provisorisch verspreizt (abgekeilt) wird.

Sodann erfolgt das Einziehen der Verzugbretter f , und zwar immer von den Ecken aus. Beim Eintreiben der Bretter wird auf die Köpfe derselben ein hartes Brettstück gelegt, um diese durch die Hammerschläge nicht zu zertrümmern. Die Eckbretter übergreifen sich wechselweise. Ihre schiefe Führung erhalten die Wandbretter durch Führungskeile k_1 , die zwischen die Wandbretter des folgenden und des vorhergehenden Verzuges eingesteckt werden.

Um Platz für die Bretter des nächsten Verzuges zu gewinnen, werden zwischen die Bretter des ersten Verzuges und den Wandseiten des gewöhnlichen Kranzes $1\frac{1}{2}$ Brett starke Keile k_2 eingetrieben.

Die etwa zwischen den Erdwänden und den Verzugbrettern entstehenden Hohlräume werden beim Einziehen der Verzugbretter mit Erde, Rasen, Gras usw. voll ausgefüllt.

Die folgenden Verzüge sind in gleicher Weise herzustellen wie der erste. Vor dem Einziehen eines Verzugbrettes wird der betreffende Keil herausgeschlagen, vorher aber der zunächst liegende Keil etwas angezogen. Nach dem Einziehen des Brettes wird dasselbe oben mit einem $\frac{1}{2}$ Brett starken und unten mit einem $1\frac{1}{2}$ Brett starken Keile gegen den Brunnenkranz abgekeilt.

Abteufen des Schachtes in unhaltbarem Erdreich.

Beim Bau eines Schachtbrunnens in unhaltbarem Boden legt man die Flügel der Schwellen des Flügelkranzes auf 4—5 m lange Pfosten.

Das Zuschneiden der Verzugbretter geschieht wie beim Baue in haltbarem Boden, nur ist für das einzulegende Pfändebrett g (Fig. 2 B) außer der $1\frac{1}{2}$, bezw. $2\frac{1}{2}$ fachen Dicke der Verzugbretter noch der Raum für die Dicke des Pfändebrettes zu berücksichtigen.

Nachdem etwas mehr als die halbe Verzugtiefe (in sehr unhaltbarem Boden entsprechend weniger) ausgegraben ist, wird ein Hilfskranz gelegt. Das ist ein gewöhnlicher Kranz, an dessen Wandseite Latten h (Fig. 2 B) von der Dicke der Verzugbretter angenagelt sind. Das Legen des Hilfskranzes erfolgt so wie das eines gewöhnlichen Kranzes, nur werden die Hänglatten, damit selbe später nicht hindern, 20 cm seitwärts der Überblattungen angenagelt. Das Einziehen der Verzugbretter wird wieder in zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken begonnen und wie früher erklärt fortgesetzt.²¹

Unter Führung des Hilfskranzes werden nun die Verzugbretter von einer Ecke beginnend einzeln nach und nach weiter eingetrieben, vor dem Eintreiben aber die Keile der anschließenden Bretter mäßig angezogen. Gleichzeitig wird die Ausgrabung fortgesetzt, bis man auf zirka 0.20 m unter die Verzugtiefe gelangt ist, worauf der erste gewöhnliche Kranz, wie früher beschrieben, gelegt und mit Hänglatten an den Flügelkranz befestigt wird. An die Verzugbretter werden die Pfändebretter gelegt und zwischen diese und dem Kranze $1\frac{1}{2}$ Brett dicke Keile eingetrieben. Nun kann der Hilfskranz entfernt und der nächste Verzug in gleicher Weise fortgesetzt werden.

Setzen des Wasserkastens.

Kommt man auf Wasser, so muß der Bau ohne Unterbrechung (mit Ablösung der Arbeiter) fortgesetzt und das eindringende Wasser beständig ausgeschöpft werden.

Sobald aus der Sohle des Brunnens Wasser emporquillt, wird der Brunnenkranz für den letzten Verzug gelegt, welcher keine Hängelatten braucht, und der letzte Verzug vollendet.

Bei sehr tiefen Brunnen, ferner bei unhaltbarem Erdreich werden in den Ecken der Kränze noch Stützen *St* (Fig. 4) aufgestellt. Hierauf kann der Wasserkasten *B* (Fig. 4) eingesetzt werden.

Der Wasserkasten ist ein aus 5 *cm* dicken Pfosten gefertigter, 1.00—1.25 *m* hoher Kasten, ohne Boden und ohne Deckel, dessen äußere Breite kleiner ist als die lichte Weite des Brunnens. In den Ecken werden die Pfosten des Kastens verschränkt und in der Mitte durch quer darüber genagelte, schmale Pfosten verbunden. Die Wände des Kastens werden mit entsprechend großen Bohrlöchern versehen, durch welche das Wasser eindringt.

Der Kasten wird unter sukzessivem Ausgraben der Erde so weit versenkt, daß seine Oberkante die Sichtseite des letzten Kranzes um 2—3 *cm* überragt. Das während der Arbeit eindringende Wasser muß fortwährend ausgeschöpft werden.

Ist der Boden nicht sandig, so wird die Sohle innerhalb des Wasserkastens 15—30 *cm* hoch mit kleinen Kiessteinen und rein gewaschenem Sande bedeckt.

Anwendung einer Brunnenbüchse.

Ist der Wasserzulauf so bedeutend, daß er nicht mehr durch Ausschöpfen bewältigt werden kann, muß aber die Brunnensohle dennoch tiefer gelegt werden, so geschieht dies mit Hilfe einer Brunnenbüchse (Fig. 3). Diese besteht aus einem hohlen Zylinder aus Kienföhrenbohlen (Dauben), welcher seinem äußeren Durchmesser nach etwas kleiner ist als die lichte Weite des Brunnens und je nach der erforderlichen Tiefe bis 5 *m* lang sein kann. Die Dauben sind an der unteren Seite zugespitzt und mit starken Eisenreifen zusammengehalten.

Diese Brunnenbüchse wird auf die geebnete Brunnensohle gestellt und mit einem Gerüste beschwert. Die Dauben werden dann nacheinander in den Boden eingetrieben. Gleichzeitig wird die Erde mit dem Brunnenspieß (Fig. 11) gelockert und mit der Baggerschaufel oder dem Sackbohrer (Fig. 10) herausgehoben.

Wenn eine Brunnenbüchse für die notwendige Brunnentiefe nicht hinreicht, so kann innerhalb der ersten Brunnenbüchse noch eine zweite mit kleinerem Durchmesser in gleicher Weise geschlagen werden.

b) Brunnen mit gemauerten Wänden.

Gemauerte Brunnen erhalten einen kreisrunden Querschnitt, dessen Durchmesser je nach dem Wasserbedarfe 1.00—4.00 *m* angenommen wird.

Bei haltbarem Boden wird der Brunnen stückweise ausgegraben und gleichzeitig ausgemauert, dabei wird im Mauerwerk auf je 1.00—1.50 *m* Tiefe ein Kranz aus hochkantig gestellten Ziegeln hergestellt, welcher teilweise in die Erdwände eingreift und das Herabrutschen der Mauer verhindert (Fig. 9). Die Krönung des Brunnenmauerwerks wird durch einen stärkeren Ring bewirkt.

Bei Herstellung der tieferen Schichten wird zuerst die Ausgrabung im lichten Durchmesser des Mauerwerkes vorgenommen, das fertige Mauerwerk gegen die Brunnensohle mit Ständern *S* (Fig. 9) abgebölzt und erst dann die noch fehlende Aushebung für das Verkleidungsmauerwerk der unteren Schichte bewirkt. Auf die geebnete Sohle wird nun wieder ein in die Erdwand eingreifender Kranz mit hochkantig gestellten Ziegeln gemauert, darüber das übrige Mauerwerk mit liegenden Ziegeln aufgeführt und nach allmählicher Entfernung der Ständer stückweise an den oberen Kranz angeschlossen. Auf diese Art kann auch bei minder haltbarem Boden der Schacht bis zur wasserführenden Schichte hergestellt werden.

Bei haltbarem Boden und bei kleinerem Brunnendurchmesser wird häufig auch ohne Böhlung gearbeitet. Manchmal wird im haltbaren Erdreich sogar der ganze Schacht bis zur Brunnensohle ausgegraben und erst dann mit Mauerwerk verkleidet.

Zum Ausmauern verwendet man in der Regel gut gebrannte Mauerziegel, welche je nach dem Brunnendurchmesser als Läufer oder Binder angeordnet werden können (Fig. 1 B). Die gegen die Erdwand sich erweiternden Stoßfugen können mit Zwickelsteinen ausgefüllt werden. Solider ist die Ausmauerung mit entsprechenden Keilziegeln (Fig. 1 A). Im übrigen sind die allgemeinen Regeln für den Ziegelverband einzuhalten.

Nur bei Mangel an geeignetem Ziegelmaterial kann auch fester, lagerhafter Bruchstein für das Brunnenmauerwerk verwendet werden.

Der obere Teil des Brunnenmauerwerkes soll jedenfalls in Zementkalk- oder Portlandzementmörtel ausgeführt werden, damit Sickerwasser nicht in den Brunnen eindringen kann; im unteren Teile können die Ziegel auch trocken vermauert werden.

c) Brunnen mit Betonwänden.

Die kreisrunden Brunnenschächte, 1,00—4,00 m im Durchmesser, können statt mit Ziegel oder Bruchstein mit Beton verkleidet werden, was in vielen Fällen vorteilhafter, manchmal auch ökonomischer ist.

Der Beton wird mit dem Fortschreiten der Ausgrabung in 50 cm hohen Ringschichten zwischen einem entsprechend aufgestellten und gegen die Erdwand verspreizten, zerlegbaren Blechzylinder und die Erdwand eingestampft. Für den Anschluß an das obere, fertige Betonmauerwerk muß der oberste Teil jeder Betonschichte von seitwärts eingestampft werden. Nach dem Erhärten des eingestampften Betons wird der zerlegbare Blechzylinder abgenommen, die Tiefergrabung um die nächste Schichte fortgesetzt und die Betonierung derselben auf dieselbe Weise wieder vorgenommen.

Bei haltbarem Boden kann man auch 1—2 m tief ausgraben und erst dann in 2—4 Schichten den Beton auf einmal einstampfen. Die Betonierung wird dadurch insofern etwas vereinfacht, als man den sonst nach jeder 50 cm hohen Schichte notwendigen und schwieriger herzustellenden Anschluß an die obere Betonierung einige Male erspart.

Der Beton schließt sich an die rauhe Erdwand innig an, weshalb ein Abrutschen des fertigen Betonmauerwerkes bei der Untergrabung desselben nicht stattfindet kann und auch keine Böhlung nötig ist.

Betonbrunnen verhindern bei guter Ausführung das Eindringen von Sickerwasser aus höheren, eventuell verunreinigten Schichten; die glatten Wände erschweren die Ansammlung von Ungeziefer und verhindern besser als das Ziegelmauerwerk mit seinen Fugen die Bildung einer schädlichen Pflanzenvegetation im Brunnenschachte.

d) Bekleidung des Brunnenschachtes bei großem Wasserandrang und bei unhaltbarem Erdreich.

Die im vorhergehenden besprochenen Arten der Ausmauerung wird man gewöhnlich auch nach Erreichung des Grundwassers fortsetzen können, da der Wasserzulauf zur Schachtsohle meist nur ein geringer ist und leicht durch Schöpfwerke bewältigt werden kann.

Ist aber der Wasserandrang so bedeutend, daß ein Auspumpen nur schwer möglich ist, und wäre zu fürchten, daß die Brunnenwände beim Untergraben des fertigen Mauerwerkes einstürzen, so muß auch bei den vorbeschriebenen Ausmauerungsarten eine Brunnenbüchse wie früher erklärt, geschlagen werden, wenn man die Tiefergrabung fortsetzen will.

Wenn der Boden sehr unhaltbar ist (z. B. Sandboden), so ist es ratsam, den Schacht zuerst mit Brunnenkränzen und Verzugbrettern auf die früher erwähnte Art zu bekleiden und dann erst von der Sohle aus die Bekleidung mit Mauerwerk zu beginnen.

In diesem Falle wird man mit dem Fortschreiten des Mauerwerkes die Brunnenkränze von unten beginnend nacheinander entfernen und die Verzugbretter erst nach dem Aufmauern eines Verzuges zwischen Mauerwerk und der Erdwand herausziehen. Auf diese Art wird kein Teil der Erdwand unbekleidet bleiben und ein Nachstürzen derselben ausgeschlossen sein.

e) Senkbrunnen.

In weichem, wasserreichem Boden, welcher die direkte Ausgrabung nicht gestattet, kann die Ausführung von Senkbrunnen platzgreifen. Hierbei wird das zylinderförmige Verkleidungsmauerwerk durch Untergrabung allmählich versenkt und nach Maßgabe des Sinkens die Mauerung oben fortgesetzt. Die an die Erdwand anschließende Verkleidung soll möglichst glatt sein, damit keine zu große Reibung auftritt und das Mauerwerk durch das eigene Gewicht, erforderlichenfalls durch das auf der Gerüstung deponierte Material vermehrt, leicht zum Sinken gebracht werden kann.

Das Verkleidungsmauerwerk ruht auf einem aus Holz oder Eisen hergestellten, unten mit einer Schneide versehenen Brunnenkranz (Fig. 7 und 8). Ein ungleichmäßiges Sinken des Mauerwerkes wird dadurch verhindert, indem man den unteren Mauerteil mit mehreren, 1—1.50 m voneinander abstehenden, mit Ankerbolzen verbundenen Brunnenkränzen zu einem Ganzen verbindet (Fig. 7) oder indem man den ganzen Mauerkörper mit einem Eisenblechmantel umgibt (Fig. 8). Dieser zylindrische Mantel kann gleichzeitig mit der Aufmauerung nach oben verlängert werden, wodurch auch die Reibung an den Erdwänden reduziert und das seitliche Eindringen des Wassers verhindert wird.

Bei haltbarem Boden wird zu Beginn der Brunnengrabung zuerst ein etwas größerer Schacht *a*, eventuell mit geböschten Erdwänden (Fig. 8 *a*) ausgehoben und von der Sohle dieses Schachtes erst der Senkbrunnen begonnen, nachdem durch eine ringförmige Ziegelrollschale *b* der obere Rand des Schachtes bekleidet wurde.

Mit dem Senkmauerwerk kann man eventuell auch erst auf der Sohle eines provisorisch mit Holz verkleideten Schachtes beginnen, den man bis zum Niveau des Grundwasserspiegels abgeteuft hat. Nach Vollendung des mittels Senkbrunnens weiter ausgeführten, unteren Brunnenteiles kann dann auch die Holzverkleidung des oberen Teiles durch eine Mauer- oder Betonverkleidung ersetzt werden.

Auch bei Senkbrunnen kann die Vertiefung der Brunnensohle bei geringerem Wasserandrang durch Ausgraben und Ausschöpfen des Wassers bewirkt werden. Bei größerem Wasserandrang wird jedoch die Vertiefung bei geringeren Brunnentiefen zumeist mit dem Sackbohrer (Fig. 10) und bei größeren Brunnentiefen häufig mit dem Baggerhaspel (Fig. 8) vorgenommen. Der Sackbohrer wird mit einem langen Stiele vom Gerüste aus durch 2 Mann entsprechend gedreht und dann mit einer Leine aufgezogen, entleert und neuerdings hinabgelassen; dabei wird er immer an eine andere Stelle der Sohle angesetzt, so daß die Untergrabung in allen Teilen gleichmäßig fortschreitet. Der Baggerhaspel wird durch 2 oder 4 Mann gedreht, wodurch die an der Brunnensohle angelangten eisernen Körbe den Boden lockern, sich mit Erdmaterial füllen und dann hinaufgezogen werden.

In besonderen Fällen kann es notwendig werden, daß zur Beseitigung von Hindernissen selbst Taucher verwendet werden müssen.

f) Brunnenbau im Felsboden.

Im Felsboden soll man die kostspielige und ganz unverlässliche Ausführung von Schachtbrunnen gänzlich vermeiden. Stoßt man aber beim Baue eines Schachtbrunnens zufällig auf Felsen, so muß man alle Umstände genau erwägen, bevor man sich entschließt, den Brunnenbau im Felsen fortzusetzen. In vielen Fällen wird man gut tun, den Brunnenbau an dieser Stelle ganz aufzugeben. Ist man aber mit der Ausführung des Brunnenschachtes auf eine beträchtliche Tiefe angelangt und sprechen die örtlichen Verhältnisse für den Weiterbau des Schachtbrunnens im Felsen, so muß man die hiezu nötigen Sprengarbeiten mit der größten Vorsicht beginnen und bis zur Erreichung der wasserführenden Schichte fortsetzen. Hiezu können nur seichte Bohrlöcher mit geringen Dynamitladungen in Anwendung kommen. Die Bohrlöcher sind so anzulegen, daß man zuerst in der Brunnensohle durch schräge Anordnung der Bohrlöcher einen Trichter aussprengt, welcher dann allmählich durch vertikal geführte Bohrlöcher zu einem Zylinder erweitert wird. Näheres über Felssprengung ist im Kapitel Steinbrecherarbeiten enthalten. Nach jeder vorgenommenen Sprengung entwickeln sich durch den Sprengstoff schädliche Gase im Brunnenschachte, welche den Arbeitern gefährlich werden können. Man muß daher nach jeder Sprengung zuerst frische Luft in den Schacht einpumpen, bevor die Arbeiter die Abraum- und Sprengarbeiten fortsetzen. Hierbei muß die frische Luft mittels einer Luftpumpe u. dgl. durch ein entsprechend weites Rohr bis zur Sohle des Brunnenschachtes eingetrieben werden, worauf die Stickluft nach oben abziehen wird. Einen raschen Luftwechsel im Brunnenschachte kann man auch dadurch erzielen, daß man angezündeten Brennstoff (Stroh, Hobelspäne) in den Brunnenschacht hinabläßt und rasch wieder aufzieht. Einerseits durch die Erwärmung, andererseits durch die rasche Auf- und Abwärtsbewegung des angezündeten Brennstoffes wird die sonst träge Luft im Brunnenschachte in Bewegung gebracht und dadurch eine ziemliche Lüfterneuerung erreicht.

Bei Wasserandrang muß man dieses durch Ausschöpfen oder Auspumpen entfernen, um die Sprengarbeit fortsetzen zu können. Die Dynamitladungen müssen mit der Sprengkapsel wasserdicht adjustiert sein, bevor sie in die Bohrlöcher eingeführt werden.

Ist der Wasserzufluß ein hinreichender, so wird die Bohrarbeit nach entsprechender Abgleichung eingestellt und das Schöpfwerk eingebaut. Die Felswände werden nur in besonderen Fällen (lockerer Felsen) mit Mauerwerk bekleidet. Zeigen sich im Felsen Risse oder Klüfte, durch welche das Wasser abfließen würde, so müssen diese mit rasch bindendem Zement ausgegossen oder ausbetoniert werden.

Stoßt man beim Graben eines Schachtbrunnens auf kleinere Felsmassen (Blöcke), so werden diese in der vorbeschriebenen Weise durchgesprengt, der Bau des Schachtbrunnens wird dann, wenn nötig, in der begonnenen Art und Weise fortgesetzt.

2. Wasserförderungsanlagen.

a) Schöpfwerk mit Schwingbaum.

Dieses besteht nach Fig. 4, T. 99, aus dem Ständer *a*, dem Schwingbaum oder Schwengel *b*, an dessen Wipfelende die Brunnenstange *c* samt dem Wassereimer *e* befestigt ist. Das andere Ende des Schwingbaumes wird derart durch angeschraubte Holzklötze oder dgl. beschwert, daß der mit Wasser halb gefüllte Eimer im Gleichgewicht erhalten wird.

Die Länge der Brunnenstange muß gleich sein der Tiefe des Wasserspiegels unter dem Brunnenrand.

Setzt man die Tiefe von dem oberen Rande des Brunnens bis 0.50 *m* unterhalb des Wasserspiegels = *z*, so muß die Entfernung *m* der Ständermitte von dem Lichtraume des Brunnens ebenfalls = *z*, die Höhe *h* des Drehzapfens des Schwingbaumes über dem horizontalen Boden = $\frac{1}{2}z$, die Länge des Vorderarmes des Schwingbaumes *a* = 1.2 *z* und die Länge des anderen Armes *b* = 0.9 *z* betragen.

Bei hinreichendem Wasserzufluß kann 1 Mann pro Stunde $\frac{125}{z}$ hl Wasser schöpfen, wobei z die Hubhöhe in Metern bedeutet.

b) Schöpfwerk mittels Haspel.

Gewöhnlich wird, wie in Fig. 9, T. 98, dargestellt, an jedes Ende einer über die Welle gewundenen Kette ein Eimer angehängt, so daß beim Drehen der Welle der eine Eimer aufgezogen und der andere gleichzeitig hinabgelassen wird. Statt der Kette kann auch ein Seil verwendet werden, welches so oft um die Welle geschlungen wird, daß es bei der einseitigen Mehrbelastung nicht gleiten kann.

Die Leistungsfähigkeit pro Stunde bei einer erforderlichen Hubhöhe des Wassers gleich z in Metern ist $\frac{320}{z}$ hl.

c) Pumpen (Tafel 99).

Man unterscheidet zwei Hauptgattungen von Pumpen: die Saug- und die Druckpumpen. Andere Pumpen haben im wesentlichen eine gleiche Wirkung.

Die Saugpumpe.

Eine solche (Fig. 9) besteht aus dem Saugrohre s , welches in das Wasser hineinreicht, dem Pumpenrohre oder Stiefel p , dem in letzterem beweglichen Kolben k mit dem Kolbenventile v und dem Saug(Boden)ventile a .

Beim Kolbenhube wird unter dem Kolben die Luft im Stiefel verdünnt; infolge des Druckes der äußeren Luft auf den Spiegel des Brunnenwassers öffnet sich das Bodenventil und das Wasser steigt im Saugrohre. Beim Kolbenniedergang schließt sich das Bodenventil, die im Stiefel befindliche Luft öffnet das Saugventil und entweicht. Bei fortgesetztem Pumpen steigt das Wasser allmählich in dem Stiefel bis zum Kolbenventil v und es tritt dann Wasser über den Kolben, welches bei den folgenden Kolbenhüben so weit gehoben wird, daß es beim Auslaufrohre d abfließt.

Der Luftdruck sollte das Wasser in dem Saugrohr bis auf 10'00 m heben, wegen der Reibungswiderstände jedoch, dann wegen Undichtheiten bei den Ventilen kann man nur mit einer Saughöhe von 7'50 m rechnen. Der höchste Kolbenstand darf daher nicht mehr als 7'50 m über dem Wasserspiegel liegen.

Die Druckpumpe (Fig. 10).

Diese unterscheidet sich von der Saugpumpe dadurch, daß am Kolben kein Ventil, sondern an der Seite des Stiefels ein Steigrohr r und darin ein Steigventil b angebracht ist. Auch diese Pumpe hat ein Saugrohr, weshalb sie eigentlich als Saug- und Druckpumpe wirkt.

Das durch die Kolbenhübe in den Stiefel eingedrungene Wasser wird durch die Kolbenniedergänge, bei denen sich das Saugventil schließt, hingegen das Steigventil öffnet, in dem Steigrohr in die Höhe getrieben.

Das Wasser kann mittels der Druckpumpe bis zu jeder beliebigen Höhe gepreßt werden, wenn man nur den nötigen Druck auf den Kolben zu äußern imstande ist und wenn die Konstruktionsteile der Pumpe den Druck der Wassersäule im Steigrohr aushalten.

Um die Stöße beim Pumpen zu mildern und insbesondere die Ventile zu schonen, ist bei Pumpen mit großer Druckhöhe im Steigrohr zumeist ein Windkessel (Fig. 11) eingeschaltet. Sollte die Luft während des Gebrauches der Pumpe allmählich entweichen sein, so kann durch Öffnen des Hahnes h der Windkessel wieder mit Luft gefüllt werden.

Die Saug- und Druckpumpe (Fig. 12).

Ist die Brunntiefe eine so große, daß man mit einer Saugpumpe nicht ausreicht, so wird der Pumpenstiefel bis auf die zulässige Tiefe (höchster Kolbenstand max. 7·50 *m* über dem Wasserspiegel) in den Brunnenschacht versetzt und das Wasser von dort mittels Steigrohr emporgedrückt; die Kolbenstange erhält in diesem Falle im Brunnenschachte eine besondere Führung, damit sie sich bei den Niedergängen nicht ausbiege.

Die doppelt wirkende Pumpe (Fig. 13).

Bei den bisher besprochenen Pumpen tritt in der Bewegung des Wassers beim Auf- und Niedergang des Kolbens in einem Teile der Leitung ein Stillstand ein. Um dies zu vermeiden, verwendet man die doppelt wirkenden Pumpen (Fig. 13).

Bei diesen wird das Wasser sowohl beim Auf- als auch beim Abwärtsgehen des Kolbens angesaugt und gleichzeitig hinaufgedrückt. Der Stiefel ist oben und unten geschlossen, in demselben bewegt sich ein Kolben ohne Ventil. Der Stiefel ist mit einem Saug- und einem Steigrohre *s* und *st* in Verbindung und besitzt vier Ventile, welche sich alle in der Richtung vom Saug- zum Druckrohr öffnen.

Hebt sich der Kolben, so öffnen sich die Ventile v_1 und v_2 , während sich die beiden anderen durch den Druck des Wassers schließen. Beim Niedergang des Kolbens geschieht das entgegengesetzte Öffnen und Schließen der Ventile.

Das Wasser ist also auf diese Weise, sowohl im Saug- als auch im Steigrohr beständig in Bewegung; dies ist ein großer Vorteil dieser Pumpen, weil hiedurch heftige Stöße vermieden werden; auch ist die Leistungsfähigkeit gegenüber den einfach wirkenden Pumpen eine höhere.

Die Konstruktion von derlei Pumpen ist aber komplizierter, der Kolben und die Ventile sind schwerer in stand zu halten, als bei den einfachen Pumpen.

Die Flügelpumpe (Fig. 16).

In einem zylindrischen Gehäuse sind auf einen Zapfen, der seine Lager in den beiden Zylinderdeckeln hat, zwei Flügel f_1 und f_2 fest aufgekeilt. Diese Flügel schließen an die zylindrischen Flächen gut an und sind mit den Ventilen v_2 und v_3 versehen. Die Flügel können durch einen an dem Zapfen befestigten Hebel *H* hin und her bewegt werden. Der untere Teil des Gehäuses ist durch drei Stege, von denen zwei die Ventile v_1 und v_4 besitzen und der dritte hermetisch an den Zapfen anschließt, unterteilt.

Wird der Hebel *H*, wie der Pfeil andeutet, gehoben, so schließen sich die Ventile v_2 und v_4 , während sich v_1 und v_3 öffnen und ein Teil des in der Kammer befindlichen Wassers beim Druckrohr *D* abgeht. Beim Hebelniedergang tauschen die Ventilpaare ihre Wirkungsweise.

Der Nortonsche oder Ramm-Brunnen (Fig. 8).

Wenn die wasserführende Schichte nicht tiefer als 8·00 *m* liegt und es die Bodenbeschaffenheit ermöglicht, kann bei Vermeidung der Schachtaushebung das Saugrohr einer Pumpe direkt mittels eines Schlagwerkes bis zur wasserführenden Schichte in den Boden eingetrieben und das Wasser mit einer oben aufgeschraubten Saugpumpe gehoben werden.

Das Saugrohr (Rohrgestänge) ist aus mehreren 50 *mm* weiten, schmiedeeisernen Röhren zusammengesetzt, die durch Muffenverschraubung miteinander verbunden werden. Das unterste Rohr (Spitzrohr) ist seitlich mit kleinen Löchern versehen und unten mit einer massiven Spitze abgeschlossen.

Behufs Einrammens des Rohrgestänges wird das 1·9 *m* lange Spitzrohr auf den Boden gestellt (Fig. 8 *B*), daran in passender Höhe eine Klemme *K* festgeschraubt und darüber ein eiserner Dreifuß mit dem Schlagwerk aufgestellt. Sodann wird mit einer kleinen Zugamme das Spitzrohr so lange eingerammt, bis die Klemme, auf welche der Hojer *H* wirkt, nahe dem Boden ist. Hierauf wird die Klemme entsprechend höher geschraubt und das Einrammen so lange fortgesetzt, bis das Spitzrohr nahezu ganz im Boden steckt. Als Führung für den Hojer dient

anfangs das vertikal gestellte Spitzrohr und später eine darauf gesetzte, dem äußeren Rohrdurchmesser gleiche Führungsstange. Es wird nun das zweite Stück des Rohrgestänges an das Spitzrohr geschraubt und auf die gleiche Weise eingerammt und ebenso jedes weitere Rohr.

Zur Untersuchung, ob man schon auf Wasser gestoßen ist, läßt man einen Senkel in das eingerammte Rohr hinab. Ist das Wasser im Rohre zirka 50 cm hoch, so kann das Rammen eingestellt und die Pumpe aufgeschraubt werden. Das Ende des letzten Rohres soll nicht mehr als 1.00 m über den Boden ragen, was durch rechtzeitige Verwendung der der Brunnengarnitur beigegebenen Halbrohre erreicht werden kann.

Zur Vollendung des Brunnens kann ein gemauerter oder betonierter Sockel hergestellt und eine entsprechende Brunnenmuschel samt Abflußrigol angeordnet werden.

Die Baupumpe.

Für Bauzwecke benötigt man einfache aber kräftige Pumpen, um z. B. aus Fundamentgruben oder Brunnenschächten das eingedrungene Wasser zu entfernen. Für diese Zwecke gibt es sogenannte Baupumpen (Fig. 15). Diese bestehen aus zwei einfachen, festen Saugpumpen, deren Kolbenstangen an einem horizontalen Hebel befestigt sind; sie sind also doppelt wirkend. Diese Pumpen sind außerordentlich wirksam, so daß bei 30 Doppelhüben in der Minute 370 l und pro Stunde 22.000 l Wasser gefördert werden können.

Das Saugrohr wird hiebei durch einen Saugschlauch ersetzt.

Zur Förderung sehr großer Wassermassen hat man auch ähnlich konstruierte Hydrophors mit Hand- oder Motorenbetrieb.

Details bei verschiedenen Pumpen.

Die gebräuchlichsten Ventilkonstruktionen sind folgende:

Das Klappenventil (Fig. 5). Dieses besteht aus einer Metallscheibe, welche um ein Scharnier drehbar ist, so daß es sich genau über den Rand einer Öffnung legen kann. Die Klappe ist gewöhnlich mit Leder belegt, um einen ganz dichten Anschluß zu erzielen. Oft hat das Klappenventil kein Scharnier, sondern nur ein Stück Leder, dessen eines Ende an der Seite der zu schließenden Öffnung befestigt ist.

Das Kegelveil (Fig. 7). Es besteht aus einem abgestumpften Metallkegel, welcher genau in eine kegelförmige Öffnung paßt. In der Mitte trägt es einen Führungsstift, welcher mit einem Bügel die Bewegung des Ventils begrenzt.

Das Kugelveil (Fig. 6). Bei diesem wird eine kreisförmige Öffnung durch eine Kautschuk- oder Metallkugel geschlossen, indem sie sich an den Rand derselben anlegt. Die Kugel braucht keine Führung, da sie in jeder Lage imstande ist, die Öffnung zu schließen. Die Bewegung der Kugel muß aber durch Verengung des Rohres, durch Anordnung eines Bügels oder sonstwie begrenzt werden, damit sich die Kugel nicht zu weit von der Öffnung entfernen kann.

Andere Konstruktionsteile sind:

Der Kolben. Dieser soll möglichst dicht an die Wände anschließen und doch leicht beweglich sein. Er besteht zumeist aus Lederscheiben, die durch zwei Metallplatten, deren Durchmesser etwas kleiner als der Stiefeldurchmesser ist, zusammengehalten werden. Ist das Leder des Kolbens abgenützt, so werden neue Lederscheiben eingefügt oder die Metallplatten gegeneinander fester angezogen.

Um zu verhüten, daß Verunreinigungen durch das Saugrohr in die Ventilwege gelangen, umgibt man das untere Ende des Saugrohres mit einer siebartigen Umhüllung — dem Saugkorbe — (Fig. 3 und 12). Derselbe soll, damit beim Pumpen nicht Sand aufgewirbelt werde, nie bis an die Brunnensohle reichen, sondern im Wasser frei schweben.

Der Pumpenständer, das ist der äußerlich sichtbare Teil der Pumpe. Er muß so wie das ganze Rohrsystem sicher versetzt sein. Hierzu werden an geeigneten

Stellen des Schachtes Unterlagen versetzt und an diese die Rohre befestigt, bzw. von ihnen unterstützt oder gespreizt (Fig. 2 und 3).

Die Brunnenrohre. Bei einfachen Pumpen kann sowohl der Stiefel als auch das Saugrohr aus Holz hergestellt werden. Die hölzernen Röhren bestehen zumeist aus Föhrenholz von 15—25 cm Durchmesser mit 8 cm weiter Bohrung. Am dauerhaftesten ist Schwarzföhrenholz. Das Holz soll vor der Verwendung gut ausgelaugt werden. Die Verbindung der einzelnen Röhren erfolgt durch sogenannte Stopfbüchsen aus Eisen (Fig. 5 und 14). Die Stoßfugen können außerdem noch mit Werg, Teer u. dgl. gedichtet werden.

Besser als hölzerne, sind schmiedeeiserne Röhren, welche bei größeren Saug- und Druckpumpenanlagen immer zur Anwendung gelangen und zum Schutze gegen Rost auch verzinkt sein sollen. Die Verbindung der Eisenrohre erfolgt entweder durch Muffen oder durch Flanschen.

Die Brunnen vase oder Muschel (Fig. 3). Diese leitet das Überwasser direkt in den Kanal, verhindert daher die Durchnässung der Umgebung des Brunnens. Zwischen der Muschel und dem Brunnenauslaufrohr muß die Aufstellung der größten zur Füllung bestimmten Gefäße möglich sein.

Im Brunnenschachte sollen womöglich Steigeisen in das Verkleidungsmauerwerk versetzt werden, damit man ohne Leiter einsteigen und zu den Ventilen gelangen kann.

Vor Untersuchung alter Brunnenschächte soll man durch langsames Hinablassen einer brennenden Kerze sich überzeugen, ob in denselben der zum Atmen nötige Sauerstoff vorhanden ist. Verlöscht das Kerzenlicht, so ist dies nicht der Fall und es muß früher so lange reine, sauerstoffreiche Luft eingepumpt werden bis die Kerze brennt; erst dann kann man hinabsteigen, soll sich aber dennoch anseilen lassen.

Die Lufterneuerung im Brunnenschachte kann dadurch kräftig unterstützt werden, daß man brennende Strohbinden in den Schacht hinabläßt, wodurch die erwärmte Luft im Schachte rascher nach der Mündung emporsteigt und schädliche Gase mitnimmt.

Auch durch Hinablassen von in frischgelöschtem Kalk eingetauchten Strohbindeln kann die Luft im Schachte verbessert werden, indem die in demselben vorhandene Kohlensäure zur Umwandlung des gelöschten Kalkes in kohlensauren Kalk verbraucht wird.

In den Fig. 2, 3 und 12 sind einige Beispiele von Brunnen- und Pumpenanlagen gezeichnet.

Bei Bestellung eines Pumpwerkes müssen der betreffenden Firma folgende Daten bekanntgegeben werden:

1. Die Brunnentiefe von der Deckeloberkante bis zur Brunnensohle mit dem bekannten höchsten und niedersten Wasserstand.
2. Der lichte Durchmesser und das Verkleidungsmaterial des Schachtes.
3. Die Lage und Höhe des Brunnenauslaufes.
4. Bei gewünschter Zuleitung des Wassers an einen bestimmten Ort eine Skizze über Länge und Höhenunterschied der Leitung.
5. Das pro Stunde zu liefernde Wasserquantum.
6. Die Betriebsart der Pumpe (Hand-, elektrischer oder Dampfbetrieb); bei Handbetrieb ist anzugeben, ob ein vertikal beweglicher Schwengel oder ein horizontal beweglicher Hebel oder ein Radbetrieb gewünscht wird.

Bei Pumpen, die in einem geschlossenen Raume aufgestellt werden, ist auch die Größe und Höhe des Raumes anzugeben, damit durch Wahl von kürzeren Rohrlängen der ungehinderte Einbau, bzw. Rückbau des Pumpwerkes jederzeit ermöglicht werde.

B. Artesische Brunnen.

Oft ist die Lagerung der Erdschichten eine solche, daß eine wasserdurchlässige Schichte *a* (Fig. 12, T. 98) zwischen zwei undurchlässige (*b* und *c*) zu liegen kommt. Gelangt nun Niederschlagswasser auf irgend eine Weise in diese Schichte *a*, so sammelt es sich allmählich in dieser an und das an der tiefsten Stelle — bei *d* — befindliche Wasser steht dann unter einem Drucke, welcher dem Höhenunterschied *h* zwischen der höchsten und tiefsten Stelle der wasserführenden Schichte entspricht, insoweit selbe zwischen den zwei undurchlässigen Schichten gelegen ist.

Bohrt man von der Oberfläche aus die Schichte *a* bei *d* an, so wird das Wasser infolge des hydrostatischen Druckes im Bohrloche bis zur Erdoberfläche emporsteigen und eventuell im Strahle sich über dieselbe erheben. So entstehende Brunnen nennt man artesische.

Die Bohrungen müssen oft auf bedeutende Tiefe durchgeführt werden, bevor das Wasser zur Erdoberfläche emporsteigt. Die geeignete Stelle für die Anlage eines Bohrbrunnens kann nicht leicht bestimmt werden. Im allgemeinen gelten weite Talmulden als günstige Stellen hierfür; es können sich aber auch in der Ebene gute Verhältnisse für den Bohrbrunnen vorfinden, weil die wasserführende Schichte oft in großen Ausdehnungen höher gelegene Terraintteile durchzieht und dadurch die Bedingungen für den nötigen Druck gegeben wären.

Der artesische Brunnen in Budapest, vom Ingenieur Zsigmondy im Jahre 1879 erbohrt, hat eine Tiefe von 970 *m* und liefert täglich 1·8 Millionen Liter Wasser. Das aus so bedeutenden Tiefen kommende Wasser hat zumeist eine höhere Temperatur; die des erwähnten Budapester artesischen Brunnens beträgt 74° C.

Die Herstellung solcher Brunnen, die zumeist mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, erfolgt durch Bohrung entweder von der Erdoberfläche oder von der Sohle eines Brunnenschachtes aus.

Das Bohren geschieht mit einem der betreffenden Bodengattung entsprechenden Erd- oder Steinbohrer (T. 19), auf die im Kapitel „Fundierungen“ bei Untersuchung des Baugrundes besprochene Art.

Mit der Tiefe des Bohrloches muß natürlich auch die Länge des Bohrgestänges und dessen Gewicht zunehmen. Die Verlängerung des Gestänges erfolgt häufig mit der Gabelverbindung und Verbolzung und das Heben und Drehen des ganzen Bohrgestänges durch eine Zugvorrichtung (Rolle), welche meistens an einem über dem Bohrloch aufgestellten Dreifuß befestigt ist (Fig. 13, T. 98).

Bei weichem Boden muß das Bohrloch mit eisernen Futterröhren (Mannesmannröhren) verkleidet werden. Das erste Futterrohr mit einer Lichtweite von 30—50 *cm* wird gleichzeitig mit dem Bohren in das fertige Bohrloch versenkt. Hierzu wird am oberen Ende des Rohres eine Klemme festgeschraubt, welche mit Eisenarmen zur Aufnahme eines Bretterbelages versehen ist. Auf diesem Bretterbelag (Gerüste) stehen die Arbeiter, welche den Bohrer handhaben. Durch die Last des Gerüsts und die der Arbeiter, eventuell noch durch aufgelegte Steine u. dgl. wird mit dem Fortschreiten des Bohrloches auch das Futterrohr sinken, bis es nur mehr wenig über den Boden vorsteht. Dann muß ein zweites Rohr angeschraubt und auf dieselbe Art versenkt werden.

Die Schraubengewinde zum Verlängern der Futterrohre müssen so eingeschnitten sein, daß an dieser Stelle weder nach außen noch nach innen eine Verstärkung des Rohrteiles eintritt, welche außen die Reibung an der Erdwand vergrößern würde, und innen der Bohrarbeit hinderlich wäre.

Auf diese Art kann das Futterrohr so oft verlängert werden, bis infolge zu großer Reibung ein weiteres Versenken in den Boden nicht mehr möglich ist. Es wird dann in das erste Rohr ein zweites, entsprechend engeres Rohr eingeschoben und auf dieselbe Art, während des Bohrens so lange in den Boden versenkt, bis auch dieses nicht mehr weiter in den Boden eindringt.

In dieser Weise werden immer engere Futterrohre während der Bohrarbeit versenkt, bis die wasserführende Schichte erreicht und damit auch das Bohren beendet ist.

Für eine entsprechende Ableitung des manchmal in großen Mengen und mit bedeutendem Drucke aus dem Bohrloch strömenden Wassers und für einen entsprechenden Verschuß der oberen Bohrlochmündung muß schon früher vorgesorgt werden.

C. Wasserleitungsanlagen.

(Tafel 100.)

Die Speisung einer Wasserleitung für den häuslichen Gebrauch erfolgt in der Regel durch ergiebige Quellen, die zumeist an höher gelegenen Orten entspringen. Manchmal müssen auch tiefer liegende Quellen oder Schachtbrunnen zu diesem Zwecke herangezogen werden, in welchen Fällen das Wasser durch entsprechende Pumpwerke in ein Reservoir getrieben werden muß, welches höher liegt als die Wasserausläufe der zu versorgenden Objekte. Vom Reservoir aus erfolgt dann durch entsprechend angelegte Verteilungsrohre die Zuleitung zu den in den einzelnen Geschossen anzubringenden Wasserausläufen (Zapfstellen).

Im folgenden sollen nur kleinere, einzelnen Objekten dienende Wasserleitungsanlagen besprochen werden, welche entweder direkt von einer höher gelegenen Quelle gespeist werden oder an die Rohrleitung einer bestehenden größeren Anlage anschließen.

1. Wasserleitungsanlage von einer Quelle.

Befindet sich in der Nähe des Bauobjektes eine höher gelegene Quelle mit hinreichender Menge gesunden Trinkwassers, so kann das Wasser dieser Quelle aufgefangen (gefaßt) und in das Objekt geleitet werden.

Die Quelle kann entweder aus den Spalten der zutage tretenden Gesteinschichten oder aus der aus Steintrümmern und Humus gebildeten Erdoberfläche direkt hervorsprudeln oder sie kann durch verschiedene Anzeichen — Feuchtigkeit des Bodens, Vegetation verschiedener Wasserpflanzen usw. — ihr Vorhandensein bemerkbar machen. Die zur Fassung der Quelle notwendigen Arbeiten sind dann jeweilig verschieden durchzuführen.

a) Fassung der Quellen in Gesteinschichten.

Für die Fassung einer aus einer Felswand hervortretenden Quelle wird die Ursprungsstelle und deren nächste Umgebung von allen erdigen Stoffen und Verwitterungsstoffen befreit, so daß bloß das nackte Gestein zutage tritt. Die Quelle wird sodann auf die Zeit der Arbeiten provisorisch abgeleitet. Unmittelbar vor der Ausflußstelle wird nach entsprechend durchgeführten Spreng- und Brecharbeiten ein gemauerter oder betonierter Behälter (etwa nach Fig. 1 oder 2) angelegt, in welchem das Quellwasser gesammelt und von hier aus durch eine Rohrleitung in das zu versorgende Gebäude geleitet wird.

Wie die Figuren zeigen, ist der Behälter — *Quellenstube* oder *Quellenkammer* genannt — an die Felswand angeschlossen und an allen Seiten frostsicher umgeben. Durch eine seitlich angelegte, kleine Doppeltür *b* (Fig. 2) oder eine Einsteigöffnung mit Deckelverschluß *b* (Fig. 1) wird der Zugang in das Innere der Kammer ermöglicht. In der Decke soll behufs Lüftung ein Luftschlot *c* angebracht sein, welcher gegen das Eindringen von Ungeziefer mit einem engmaschigen Drahtnetz zu verschließen ist.

Das Ableitungsrohr *e* soll mindestens 50 cm über dem Boden der Kammer ausmünden, um die Ablagerung von dem Quellwasser eventuell mitgeführter Sinkstoffe zu ermöglichen, ferner soll es mit einem Siebe versehen sein, damit keine schwebenden Stoffe in die Leitung gelangen können.

Durch Anordnung eines Entleerungsrohres *g* am Boden der Kammer muß behufs zeitweiser Reinigung der Kammer das Ablassen des Wassers ermöglicht werden. Die Ausmündung dieses Rohres ist mit einer Klappe wasserdicht abzuschließen. Ferner ist in entsprechender Höhe ein Überlauf *f* anzuordnen, welcher in das Entleerungsrohr einmünden kann.

Dieser Überlauf darf aber nicht so hoch angeordnet werden, daß der Wasserspiegel in der Kammer über den Quelleneinlauf steigt, weil dadurch eine künstliche Aufstauung des Grundwasserspiegels und eine Ableitung der Quelle in etwa vorhandene, verdeckt liegende Klüfte stattfinden könnte. Der Wasserzulauf in die Kammer würde dann während der Anstauung abnehmen oder ganz aufhören.

Eine Tiefersenkung des Grundwasserspiegels soll beim Fassen der Quelle ebenfalls vermieden werden, weil infolge eventueller Verminderung des Grundwasserbehälters bei trockener Jahreszeit auch eine geringere Ergiebigkeit der Quelle eintreten könnte.

Bei manchen Quellen sind die Verhältnisse derart, daß das Wasser auf mehreren Stellen nur spärlich in kleineren Wasserfäden aus dem Gestein hervortritt. In diesem Falle können die im Innern der Felsmassen verzweigten Wasseradern durch Anbruch eines Stollens gesammelt und in die Quellenkammer geleitet werden (Fig. 2).

Der Stollen ist dann so anzulegen, daß er möglichst senkrecht die Steinschichten durchschneidet und daß durch die Höhenlage der Sohle desselben der Grundwasserstand möglichst wenig verändert werde.

Der Querschnitt des Stollens muß so groß sein, daß das Begehen desselben auf einem über dem Gerinne angeordneten Pfostenboden möglich sei.

Für das Mauerwerk der Quellenkammer darf nur wetterbeständiges Stein- oder gut gebranntes Ziegelmaterial und Portlandzementmörtel verwendet werden, am besten eignet sich hierfür Portlandzementbeton. Die Verschlüßtüren sollen aus Eisen hergestellt und deren Konstruktion so angeordnet werden, daß der Frost die Quelle nicht erreichen kann. Für die Rohrleitungen eignen sich am besten Gußeisenrohre, welche auf den jeweiligen Wasserdruck geprüft sein müssen, doch werden auch manchmal hölzerne Brunnenrohre oder Zementrohre verwendet. Für größere Leitungsanlagen werden oft gemauerte oder betonierte Kanäle hergestellt.

b) Fassung einer aus dem Erdboden entspringenden Quelle.

Bei sanften Bergabhängen ist das Muttergestein meistens von verschiedenen Verwitterungsprodukten (Steintrümmern, Sand, Lehm, Humus u. dgl.) überlagert. Das Grundwasser sammelt sich an der Oberfläche des undurchlässigen Muttergesteines und tritt an geeigneten Stellen so weit an die oberste Erdschichte (Humusschichte), daß es entweder als Quelle frei zutage tritt oder durch eine nur im wasserreichen Boden gedeihende Pflanzenvegetation sein Vorhandensein erkennen läßt.

Im ersteren Falle wird die Quelle, falls sie ergiebig genug ist, durch eine in den Boden zu versenkende Kammer, ähnlich wie früher beschrieben, gefaßt; in letzterem Falle oder wenn die Quelle kein hinreichendes Wasserquantum liefert, muß durch Anlage eines Rohrsystems das auf eine größere Bodenfläche verteilte auftretende Wasser gesammelt und in die zumeist im Zentrum des Röhrensystems anzulegende Quellenkammer geleitet werden.

Die Decke der Quellenkammer und die nächste Umgebung derselben muß mit einem Tonschlag u. dgl. versehen werden, damit kein Regenwasser eindringen und das Quellenwasser verunreinigen kann.

Das Röhrensystem besteht aus durchlochtem, 5—10 *cm* weiten Drainagerohren und 15—20 *cm* weiten Sammelrohren aus Ton oder Zement. Für die Legung der Drainagerohre werden Gräben bis zur wasserführenden Schichte in solcher Richtung ausgehoben, daß sie die Wasseradern möglichst senkrecht durchschneiden und gegen die Sammelrohre ein mäßiges Gefälle erhalten. In diese Gräben werden die Drainagerohre stumpf aneinander stoßend am Boden gelegt und dann in Kies- und Sand eingebettet. Das Sammelrohr nimmt mittels Zweigstücken sämtliche Drainagerohre auf und führt mit mäßigem Gefälle bis zur Quellenkammer. Die Rohrweite wird gegen die Quellenkammer zu immer stärker gehalten, so daß mit dem Zunehmen der Wassermenge auch die Rohrweite zunimmt.

c) Sammelgalerien zur Fassung einzelner, kleiner Quellen.

An den freiliegenden Stellen des Muttergesteines oder bei Überlagerung desselben mit einer geringen Schichte Sandstein u. dgl. zeigen sich an der Oberfläche oft viele, kleine Quellen und Wasserfäden. Diese können entweder einzeln gefaßt oder wo sie in Reihen auftreten, in Sammelrohre geleitet und dann der Quellenkammer (Brunnenstube) zugeführt werden. Jene Stellen, an welchen die Quellen oder Wasseradern in kurzen Distanzen in das Sammelrohr münden, können zweckmäßig mit einer schiefbar gemauerten Galerie überbaut werden (Fig. 3), damit man jederzeit zu den Einläufen gelangen kann. Zwischen diesen Galerien liegt das Sammelrohr bloß in der Erde. Nachdem das Sammelrohr bei den Einlaufstellen überall an die undurchlässige Steinschichte anschließen muß, so entstehen je nach der Beschaffenheit des Bodens im Längenprofile der Sammelleitung Gefällsbrüche, zwischen welchen die Lichtweiten der Sammelrohre wechseln; an allen Gefällsbrüchen sind Einsteigkammern mit kleineren Zwischenbehältern und Entlüftungsröhren anzulegen. Jede Einsteigkammer ist mit einem Leer- und einem Überlaufe versehen; in letzterem fließen auch die an der Sohle der Galerie ablaufenden Tropfwässer.

An jenen Stellen, an denen stärkere Quellen austreten, ist die Galeriewand ober dem Sammelrohre durchbrochen und in das Sammelrohr ein Einlauf hergestellt (Fig. 3). Kleinere Wasserfäden können durch Drainagerohre gesammelt und in solche Einläufe geleitet werden.

Von der tiefsten Stelle der Sammelgalerie führt ein Sammelrohr zur Brunnenstube und von dieser ein Leitungsrohr zu den Verbrauchsstellen.

Die Brunnenstube erhält eine ähnliche Einrichtung wie die Quellenkammer (Fig. 1 oder 2); die Galerie ist bloß an der Sohle wasserdicht zu mauern, im oberen Teile kann sie auch aus Trockenmauerwerk hergestellt sein.

d) Sammelbehälter (Wasserspeicher).

Nachdem der Wasserzufluß einer Quelle zu verschiedenen Jahreszeiten oft stark wechselt und auch der Verbrauch ein sehr ungleicher ist (z. B. bei Tag und zur Sommerszeit ist der Wasserbedarf immer größer), so muß an geeigneter Stelle ein Sammelbehälter mit Zu-, Ableitungs-, Entleerungs- und Überlaufrohr angelegt werden, in welchem eine diesen Wechsel ausgleichende Wassermenge angesammelt werden kann. Dieser Sammelbehälter muß so hoch liegen, daß das Wasser aus demselben mit natürlichem Drucke bis zur höchst gelegenen Verbrauchsstelle geleitet werden kann; er muß selbstverständlich frostsicher angelegt sein und auch im Sommer das Wasser kühl halten.

Für kleinere Anlagen kann ein gemauerter Behälter auch in der Nähe der Quellenkammer oder ein eisernes Reservoir am Dachboden des mit Wasser zu versorgenden Gebäudes angeordnet werden. Für größere Anlagen sind an erhöhten Orten meistens aus Ziegeln oder aus Beton hergestellte Behälter (Fig. 4) mit an-

geschlossener Ventilkammer oder mit Ventilschacht gebräuchlich; wo aber solche Höhen nicht vorhanden sind, werden eiserne Behälter in entsprechend hohen Turmbauten aufgestellt (Wassertürme).

Zum Sammelbehälter führen entsprechend weite Zuleitungsrohre, welche bei gleichmäßigem Gefälle aus Ton- oder Zementrohren bestehen können; bei ungleichmäßigem oder Gegengefälle sind eiserne, für den jeweiligen Druck berechnete Rohre zweckmäßiger, in welchem Falle auch die Verbindungsstellen wasserdicht und drucksicher herzustellen sind.

Vom Sammelbehälter führen eiserne Verteilungsrohre zu den Ausläufen der einzelnen Objekte, welche dem Wasserbedarf und dem jeweiligen Drucke entsprechend dimensioniert sein müssen.

Alle Rohrleitungen sind so tief in den Boden zu legen, daß sie vom Froste nicht erreicht werden können. An den Kreuzungsstellen und Brechungspunkten sind Untersuchungsschächte anzulegen, in welchen auch Absperrventile in die Leitung eingeschaltet werden.

Manchmal sind die Verhältnisse derart, daß der Sammelbehälter hinter der Verbrauchsstelle angelegt werden muß. In diesem Falle kann die Zuleitung zum Sammelbehälter gleichzeitig auch als Verteilungsleitung dienen, muß aber diesen Verhältnissen entsprechend drucksicher dimensioniert werden und an der tiefsten Stelle in den Behälter einmünden; sonst mündet die Zuleitung gewöhnlich über dem Überlaufrohre in den Behälter.

2. Die Hauswasserleitungen.

Diese können entweder direkt von einer Quellenleitung gespeist werden oder an eine größere, für einen ganzen Ort bestimmte Wasserleitungsanlage anschließen. In letzterem Falle wird behufs Vergütung die pro Gebäude verbrauchte Wassermenge festzustellen sein. Dies kann erfolgen:

Durch die beschränkte Wasserzuführung, bei welcher nur ein gewisses Wasserquantum entweder ununterbrochen oder in unterbrochenen Zeiträumen — z. B. bloß bei Tage — geliefert wird oder durch unbeschränkten Wasserbezug, wobei die Wasserentnahme zu jeder Zeit erfolgen kann und der Verbrauch entweder nach Schätzung vereinbart oder durch einen Wassermesser angezeigt wird. Die letztere Art wird am häufigsten angewendet.

a) Wassermesser.

Die gebräuchlichen Wassermesser sind zwar keine ganz verlässlichen Meßapparate, sondern sind nur mehr oder weniger richtig gehende Geschwindigkeitsmesser; immerhin gestatten sie aber eine annähernde Feststellung des Wasserverbrauches.

Von den verschiedenen, bestehenden Systemen von Wassermessern sei hier nur der von Dreyer, Rosenkranz und Droop in Fig. 5 dargestellte Wassermesser beschrieben. Er besteht aus einem zylinderförmigen Gehäuse, in dessen Unterteil, an einer vertikalen Welle drehbar, das aus Hartgummi erzeugte Meßrad (Flügelrad *r*) sich befindet, während im oberen Teile des Gehäuses ein aus verschiedenen Zahnrädern bestehendes Übersetzungswerk *ü* und ganz oben ein Zifferblatt *z* eingesetzt ist. Sobald der Leitung Wasser entnommen wird, strömt das Wasser in der Richtung der Pfeile (Fig. 5 *c*) durch den Unterteil des Wassermessers und setzt dabei das Meßrad in drehende Bewegung; diese Bewegung wird durch die vertikalstehende Welle auf die verschiedenen Zahnräder übertragen, welche wieder die Zeiger an dem Zifferblatt (Fig. 5 *a*) in Bewegung bringen. Die Übersetzung der Zahnräder ist derart eingerichtet, daß das Zifferblatt den Durchgang der Wassermenge am großen Kreisumfang durch den großen Zeiger in Litern (von 1—100) anzeigt, während an den innerhalb des großen Kreises gruppierten, fünf kleineren

Zifferblättern von I—V der Reihenfolge nach immer das Zehnfache des vorhergehenden Zifferblattes abzulesen ist. Die Ablesung des in der Figur gezeichneten Standes der Zeiger ergibt z. B. einen Wasserdurchfluß von $306 m^3$ und $950 l$. Die Ablesung beginnt man beim Zifferblatt V für $0 - 1 = 1000 m^3$.

Diese Flügelradwassermesser sind mit einer Durchgangsweite von 10, 15, 20, 25, 30, 40 usw. bis 100 mm zu beziehen; die kleineren zeigen im allgemeinen genauer den Wasserverbrauch an als die großen, weswegen es vorteilhaft ist, für den normalen Wasserverbrauch kleinere Wassermesser anzuwenden, von denen auch 2—4 (Fig. 6) nebeneinander in die Leitung eingefügt werden können.

Für einen abnormalen Gebrauch (z. B. bei einer Feuersbrunst) kann neben dem kleinen ein großer Wassermesser angebracht werden, welcher auch automatisch eingerichtet sein kann. Eine solche automatisch wirkende Vorrichtung ist in Fig. 7 schematisch angedeutet. In der Zuleitung ist der große Wassermesser *a* mit 100 mm Durchgangsweite und in der Umgangsleitung der kleine *b* mit 25 mm Durchgangsweite für den gewöhnlichen Gebrauch eingeschaltet. Hinter dem großen Wassermesser befindet sich noch bei *c* ein Rückschlagfederventil (Fig. 12), das sich erst dann öffnet, wenn infolge erhöhten Wasserverbrauches, dem der kleine Wassermesser nicht entsprechen kann, sich in der Zuleitung ein Überdruck ergibt, der die Federkraft des Ventils überwindet. Es öffnet sich dann das Rückstauventil und das Wasser nimmt seinen Weg auch durch den großen Wassermesser, während im kleinen Wassermesser die Geschwindigkeit abnimmt, so daß die demselben entsprechende Höchstgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

Diese Art Wassermesser werden auch als Hochdruckwassermesser bezeichnet, weil das Wasser nach Verlassen des Messers noch immer mit dem vorhandenen Drucke weiter geleitet werden kann.

Die früher gebräuchlich gewesenen Niederdruckmesser bestanden bloß aus Meßgefäßen (Kippschalen oder drehbare Trommeln), welche am Ende der Leitung angebracht waren und nach erfolgter Füllung sich selbsttätig entleerten. Ein entsprechend anschließendes Zählwerk zeigte die Zahl der erfolgten Entleerungen an. Für gewisse Zwecke, z. B. zur regelmäßigen Durchspülung von Kanälen u. dgl. finden solche Apparate noch heute Anwendung.

Der Hochdruckmesser wird am Beginn der Zuleitung gewöhnlich in einem geeigneten Kellerraum in die Leitung eingeschaltet. Wo keine Kellerräume vorhanden sind, muß hierfür ein leicht zugänglicher, frostsicher abgeschlossener Schacht angelegt werden, welcher stets rein und trocken zu halten ist.

b) Anschluß der Hausleitung an eine Hauptleitung.

Wenn beim Legen der Hauptleitung (Straßenrohr) nicht durch Anordnung eines entsprechenden Zweigstückes für den Anschluß der Hausleitung vorgesorgt wurde, so muß zu diesem Zwecke die zumeist aus Gußeisenrohren bestehende Hauptleitung angebohrt und das Zweigstück erst befestigt werden.

Kann man die Hauptleitung während der Zeit des Anbohrens absperren und entleeren, so erfolgt der Anschluß nach Fig. 9 a, indem man die Hauptleitung an geeigneter Stelle anbohrt, in das Bohrloch das für das Anschlußrohr passende Gewinde schneidet und einen kurzen Rohrstutzen *S* (Sauger) einschraubt, an welchen dann die Hausleitung mit der Muffenverschraubung anschließt. Das kurze Gewinde bietet aber, namentlich bei schwachwandigen Rohren, keinen sicheren Anschluß, weswegen die Anwendung einer Anschlußschelle nach Fig. 9 b mehr zu empfehlen ist. Die Rohrschelle schließt mit einer Kautschukdichtung an die Hauptleitung an und wird an diese festgeschraubt; die Hausleitung wird in die gußeiserne Muffe eingesetzt.

Kann die Hauptleitung während der Anbohrung nicht abgesperrt werden, so muß die Bohrung unter Druck erfolgen. Hierbei wird nach Fig. 10 eine Anschlußschelle, wie vorherbeschrieben, angeschraubt, auf diese eine

Bohrvorrichtung mit Absperrhahn und Stopfbüchse aufgesetzt und mit Ketten festgehalten. Der Bohrer wird durch Absperrhahn und Stopfbüchse durchgesteckt, mit der Schraubenspindel an das Hauptrohr angepreßt und mittels einer Bohrratsche durch Drehen des Bohrers das Loch gebohrt. Nach Vollendung des Bohrloches wird der Bohrer herausgezogen, statt desselben ein Ventilkegel eingeführt (Fig. 8), der die Öffnung verschließt, sodann die Bohrvorrichtung abgenommen und der Ventilverschluß festgeschraubt. An die seitliche Abzweigung der Rohrschelle wird noch vor der Bohrung die Hausleitung angeschlossen (siehe Fig. 8).

Behufs fallweiser Absperrung der Hausleitung kann das Kegelventil mittels Stange nach aufwärts verlängert und oben mit einer „Straßenkappe“ abgedeckt werden (Fig. 8). Nach Öffnen des Deckels der Straßenkappe kann man mit einem an das obere, quadratisch zugefeilte Ende der Ventilstange passenden Steckschlüssel durch entsprechende Drehung die Leitung beliebig absperren. Wo aber die Hauptleitung unterhalb eines Straßenkörpers liegt und der Kappendeckel im Straßenkörper störend wirkt, muß der Absperrhahn (Haupthahn) an einer anderen, geeigneten Stelle, z. B. vor dem Wassermesser, in die Hausleitung eingesetzt werden. Bei der Anschlußstelle wird dann die Öffnung nach Fig. 11 durch eine Kappe abgeschlossen, wobei das Ventil stets geöffnet bleibt.

Für eine zeitweise Absperrung der Hausleitung (z. B. bei vorkommenden Reparaturen) muß ein zweiter Hahn (Privathahn) hinter dem Haupthahn eingefügt werden, bei welchem behufs vollständiger Entleerung der Leitungsrohre auch ein Entleerungshahn anzuordnen ist, der mit einer Wasserleitung (Kanal) in Verbindung zu bringen ist. Bei mehrfach verzweigten Leitungen soll jeder einzelne Leitungsstrang seinen eigenen Absperr- und Entleerungshahn besitzen. Für Leitungsrohre über 50 mm lichter Weite werden statt der Ventilhähne Schieberventile (Fig. 22) angewendet.

Ist die lichte Weite der Hausleitung größer als 25 mm, so wird die Anbohrung der Hauptleitung gewöhnlich kleiner gemacht als der lichte Durchmesser der Hausleitung, damit einerseits das Hauptrohr durch große Bohrlöcher nicht so sehr geschwächt wird und andererseits durch eine übermäßig große Wasserabnahme zu gewissen Zeiten den Nachbarn nicht das Wasser entzogen wird.

c) Hausreservoir.

Hausreservoirs sind nur dann notwendig, wenn die Zuleitung des zur Speisung der Hausleitung notwendigen Wassers in unterbrochenen Zeiträumen erfolgt, z. B. bei Hausbrunnenleitungen oder wenn der Wasserbedarf zeitweise so groß ist, daß die Zuführung solcher Mengen durch die Zuleitung nicht möglich wäre.

Kleine Reservoirs (bis 1 m³ Inhalt) können aus Brettern mit Zinkblechausfütterung, größere aus verzinktem, starkem Eisenblech, eventuell mit Verstärkungsrippen aus L- oder I-Eisen hergestellt werden. Sehr große Reservoirs erhalten außerdem im Innern angebrachte Verankerungen (Zugstangen) der gegenüberliegenden Wände. In neuerer Zeit werden Reservoirs auch in Eisenbeton ausgeführt.

Die Reservoirs werden gewöhnlich im Dachbodenraume aufgestellt und mit einer frostsicheren Umschließung versehen (z. B. doppelte Bretterwände mit einer Ausfüllung von Sägespänen u. dgl.). Das Reservoir steht gewöhnlich auf einer aus Pfosten hergestellten und mit starkem Zinkblech ausgekleideten Tropftasse, welche das an den Außenwänden des Reservoirs sich bildende Kondensationswasser aufnimmt und durch ein kleines Ablaufrohr ins Freie oder in ein Abfallrohr leitet. Durch ein am oberen Rande des Reservoirs dicht eingefügtes Überlaufrohr wird das Überwasser abgeleitet.

Das Ablaufrohr (Fallrohr) wird am Boden des Reservoirs eingedichtet und an geeigneter Stelle mit einem Absperrhahn versehen. Das Zulaufrohr (Steigrohr) mündet über dem Überlaufrohr in das Reservoir, es kann aber auch das Fallrohr gleichzeitig Steigrohr sein.

An gut sichtbarer Stelle ist ein Wasserstandanzeiger oder ein Signalrohr anzubringen. Ein gut passender Deckel soll das Eindringen von Ungeziefer, Staub usw. verhindern. Mündet das Überlaufrohr in einen Kanal, so muß ein sicher wirkender Geruchverschluß (Siphon) eingeschaltet werden.

d) Rohrleitungen.

Als Leitungsrohre dienen entweder schmiedeeiserne oder gußeiserne Rohre oder Bleirohre.

Schmiedeeiserne, verzinkte Rohre mit Muffenverschraubung werden mit 10—50 mm Durchmesser bloß für Hausleitungen verwendet. Die Gewinde müssen so gut passen, daß zur vollkommenen Abdichtung derselben bloß eine einfache Hanfeinlage genügt; die Abdichtung mit Werg und Minium soll man vermeiden.

Gußeiserne Rohre mit Muffen- oder Flanschenverbindung (Fig. 19 und 20) werden für größere Weiten (über 40 mm, in Wien bereits über 25 mm) meistens für Erdleitungen oder in feuchten Kellerräumen verwendet. Die Abdichtung der Muffenverbindung erfolgt durch Ausschlagen des Zwischenraumes zuerst mit Werg und zuletzt durch Ausgießen und Ausschlagen mit Blei (Fig. 19); bei der Flanschenverbindung (Fig. 20) werden zwischen die Flanschen Asbestplatten oder Kautschukplatten u. dgl. eingelegt und die Schrauben fest angezogen.

Bleirohre mit 10—30 mm Durchmesser werden gerne für komplizierte, vielfach gekrümmte Leitungen verwendet, weil wegen ihrer leichten Biegsamkeit die Montierung derselben rasch vor sich geht. Für Trinkwasserleitungen sollen Bleirohre innen verzinkt oder mindestens geschwefelt sein, weil manche Wässer Bleioxyd lösen, welches, in größeren Mengen genossen, gesundheitsschädlich wirkt. Nur für Badeeinrichtungen, Abfalleitungen u. dgl. sind gewöhnliche unverzinkte Bleirohre zulässig. Die Verbindung der Bleirohre erfolgt durch Löten mit reinem Zinn (siehe Spenglerarbeiten), manchmal mittels Flanschenverschraubung.

Da Bleirohre von Ratten durchnagt werden können, so soll man in der Nähe von Kanälen keine Bleirohre verlegen oder sie an solchen Stellen mit gußeisernen Schutzrohren umgeben. Auch durch Einschlagen von Nägeln in die Mauer kann ein in der Mauer liegendes Bleirohr beschädigt werden.

Für Feuerhydranten empfiehlt es sich, eigene Rohre größeren Durchmessers unabhängig von den Hausleitungsrohren gleich hinter dem Wassermesser abzweigen zu lassen.

Die Zuleitungsrohre werden auf möglichst kürzestem Wege zu den Auslaufstellen geführt, in Mauerschlitzen verlegt und mit Rohrhaken — größere Rohre mit Rohrschellen — an die Wände befestigt. An kalten Außenmauern muß die Leitung durch eine frostsichere Umhüllung von Filz oder ähnlichen, schlechten Wärmeleitern gegen Einfrieren geschützt werden. Die Mauerschlitze sollen wenigstens bei den Hauptleitungen durch eiserne Türchen verschlossen werden, damit man jederzeit zum Rohre gelangen kann; sonst werden die Mauerschlitze gewöhnlich voll ausgemauert. Bei dünnen Außenmauern oder auf Dachböden u. dgl. würde auch eine sorgfältige Umhüllung der Rohre der Einwirkung starker Fröste auf die Dauer nicht widerstehen, weswegen es ratsam ist, bei anhaltendem starkem Froste durch Öffnen von in der Leitung eingeschalteten Tropfhähnen (Frosthähnen) das Wasser in der Leitung in steter Bewegung zu erhalten oder die Leitung bei Nacht ganz zu entleeren. Hierzu muß die ganze Hausleitung gegen einen eingeschalteten Entleerungshahn ein kleines Gefälle bekommen. Bei größeren Leitungsanlagen schaltet man am unteren Ende eines jeden Steigstranges ein Absperrventil mit Entleerungshahn ein.

Für Richtungsänderungen, Abzweigungen, Rohrerweiterungen u. dgl. sind für gußeiserne und schmiedeeiserne Rohre besondere Formstücke notwendig (siehe Fig. 16 und 17). Man verwendet T- und Kreuzstücke für Abzweigungen,

Knie- und Bogenstücke für Richtungsänderungen, Reduktionsmuffen für Übergänge von weiten in engere Rohre oder umgekehrt, ferner Pfropfen oder Kappen für Rohrabchlüsse, holländische Schrauben (Holländer) zur Verbindung leicht lösbarer Rohrteile.

Um die Verbindung von Röhren wieder lösen und eventuell Abzweigungen nachträglich einschalten zu können, verwendet man sogenannte Langgewinde (Fig. 17 *i*), das sind kurze Rohrteile mit entgegengesetzten Gewinden (Gegenwinden) und bei Gußeisenröhren kurze Rohrteile mit Schiebemuffen (Fig. 21).

Jene Stellen, wo durch Temperaturwechsel oder durch mutmaßliche Setzungen im Terrain Rohrausdehnungen oder Senkungen und in deren Gefolge auch Rohrbrüche zu befürchten wären, kann man zweckentsprechend mit Kompensationsröhren (Fig. 18) versehen.

e) Durchgangs- und Auslaufhähne (Ventile).

Zum Absperrn der Rohrleitung dienen entweder in die Leitung eingeschaltete Durchgangsventile (Wechsel) oder an den Auslaufstellen angebrachte Auslaufhähne (Zapfventile). Die Konstruktion dieser Ventile ist verschieden. Eine ältere, in Fig. 14 dargestellte Konstruktion (Gummihahn) besteht darin, daß das Öffnen und Schließen der Durchgangsöffnung durch eine zwischen dem Ober- und Unterteil eingespannte Gummiplatte *g* bewirkt wird, welche durch eine mit Handgriff versehene Schraubenspindel auf- und abwärts bewegt wird. In der Zeichnung ist das Ventil geschlossen; wird die Gummiplatte durch Drehen der Spindel gehoben, so entsteht zwischen der Gummiplatte und dem eingeschalteten Steg *s* eine Öffnung, welche das Wasser in der Richtung des Pfeiles durchfließen läßt.

Bei der in Fig. 15 dargestellten, neueren Konstruktion (Ventilhahn) wird die Durchgangsöffnung mit einem belederten Tellerventil *v* verschlossen, welches mit einer Schraubenspindel durch Drehen des Handgriffes gehoben und gesenkt werden kann. Eine am oberen Teile der Spindel angebrachte Stopfbüchse verhindert an dieser Stelle den Ausfluß des Wassers.

Nachdem die Gummiplatte nicht so dauerhaft ist als die Lederdichtung der Ventilhähne, so werden fast ausschließlich Ventilhähne angewendet, obwohl diese wieder durch die unbedingt notwendige Stopfbüchse komplizierter erscheinen als Gummihähne.

Man hat auch verschiedene Ventilhähne im Gebrauche, welche durch den Druck des Wassers oder durch Federdruck oder auch durch die Schwerkraft eines Hebels von selbst schließen, so daß der Wasserauslauf nur so lange erfolgen kann, als man dieser Kraft durch einen fortgesetzten Druck u. dgl. entgegenwirkt, hört aber diese Gegenwirkung auf, so schließt sich das Ventil von selbst. Diese Ventile haben den Vorteil, daß der Wasserauslauf stets geschlossen, daher ein Überfließen der unterhalb des Auslaufhahnes angebrachten Auslaufmuschel sowie auch jede Wasserverschwendung ausgeschlossen ist.

Für Durchgangs- oder wenig benützte Ausflußhähne, z. B. für Haupt- und Privathähne, Entleerungshähne u. dgl. eignen sich mehr die einfachen Konushähne (Fig. 25) schon wegen ihrer Einfachheit und großen Durchgangsweite. Durchgangshähne können auch mit Entleerungshahn *e* versehen sein.

Für Ausläufe zum Zwecke der Bespritzung von Gärten, Straßen u. dgl. oder für Feuerlöschzwecke werden an geeigneten Orten Ventilhähne — Hydranten genannt — in die Leitung eingeschaltet. Fig. 23 zeigt im Durchschnitte einen Straßenhydranten mit Kappe. Für den Gebrauch wird der Kappendeckel abgenommen, der Spritzschlauch bei *a* festgeschraubt, bei *s* der Steckschlüssel angesetzt und durch Drehen desselben das Ventil langsam geöffnet. Kann der Hydrant vom Froste erreicht werden, so muß unmittelbar oberhalb des Ventils eine Entleerungsvorrichtung angeordnet werden, die auch selbsttätig wirkend eingerichtet werden kann.

Sind Auslaufhähne an einer dem Froste ausgesetzten Außenmauer anzubringen, so kann nach Fig. 27 das Ventil *v* an die warme Innenmauer verlegt werden, während das Auslaufrohr *a* und Ventilträdchen *r* durch die Mauer reichen.

Selbsttätige Ventilhähne mit Schwimmer sind häufig bei Klosettanlagen mit Sturzreservoirs gebräuchlich und dort erklärt.

Die Fig. 24 zeigt einen Dreiweghahn, der für Badeeinrichtungen u. dgl. häufig in Verwendung kommt. Er ist bei einer Rohrabzweigung eingebaut und schließt die Zuleitungsstränge *z* und *z*¹ ganz oder teilweise ab. Bei entsprechender Einrichtung für die Vorwärmung des Wassers des einen Rohrstranges kann man nach Belieben kaltes oder warmes Wasser in den dritten Rohrstrang leiten.

Für Badeeinrichtungen kommen auch Doppelhähne verschiedener Konstruktion in Verwendung, welche das Wasser von zwei verschiedenen Rohrsträngen in einen Rohrstrang leiten. Wenn nun der eine Rohrstrang kaltes, der andere aber warmes Wasser enthält, so kann man durch entsprechendes Öffnen der beiden Hähne das Wasser im dritten Rohrstrang auf beliebige Temperaturen mengen (Mischhähne). Ein entsprechend angebrachtes Thermometer zeigt die Temperatur des gemengten warmen und kalten Wassers an.

Für heißes Wasser dürfen aber Hähne mit Kautschuk oder Lederdichtung nicht angewendet werden, hierzu eignen sich nur die Konushähne und ähnliche Konstruktionen.

Die Fig. 13 zeigt im Durchschnitt ein Luftventil mit Schwimmer. Dasselbe dient zur selbsttätigen Ableitung der Luft aus der Rohrleitung, welche sich an den höchsten Punkten der Leitung stets ansammelt. Sobald sich Luft im Rohre befindet, sinkt der Schwimmer *s* und die Luft entweicht durch die entstandene Öffnung *ö*. Der Schwimmer wird dann durch die steigende Wassersäule wieder gehoben und verschließt die Öffnung.

f) Wasserleitungsmuscheln und Ablaufrohre.

Unter jedem Auslaufhahn ist eine Muschel anzubringen, welche gewöhnlich aus Gußeisen hergestellt und innen emailliert ist und das Wasser durch ein Abfallrohr in den Kanal führt. Die Rohrmündung in die Muschel erhält eine doppelte Geruchssperre gegen aufsteigende Kanalgase. Gewöhnlich wird in der Muschel ein Wasserschluß mittels Glocke und unterhalb der Muschel ein Siphonschluß angeordnet (Fig. 26).

Als Abfallrohre werden gewöhnlich 5—10 cm weite Gußeisen- oder Steinzeugrohre verwendet, die mittels Rohrhaken oder Rohrschellen in entsprechenden Mauerschlitzen zu befestigen sind. Die Muffenverbindungen werden mit Hanf, oft auch bloß mit Zement abgedichtet. Diese Rohre werden überall mit Gefälle angelegt, haben daher keinen Druck auszuhalten, nachdem das Wasser beständig abfließt.

D. Filteranlagen.

(Tafel 101.)

Unter Filtrieren versteht man die mechanische Absonderung der in einer Flüssigkeit enthaltenen Verunreinigungen.

Manche Verunreinigungen des Wassers, welche beim Trinken in den menschlichen Organismus gelangen, können Krankheiten verursachen. Untersuchungen haben erwiesen, daß die Epidemien mancher Städte auf das Vorhandensein von unreinem Trinkwasser zurückzuführen sind. Die Verunreinigungen des Wassers können teils chemische, teils mechanische sein.

Von den chemischen Verunreinigungen des Wassers gibt es manche, welche dem Wasser nicht schaden, ja es gibt solche, welche als Zusatz

zum Wasser dasselbe verbessern. So verwendet man Kochsalz zur Verbesserung der Brunnen; Kohlensäure, um dem Wasser eine erfrischendere Wirkung zu geben. Chemische Verbindungen aber, welche dem Organismus schaden könnten, schließen das damit verunreinigte Wasser ganz vom Gebrauche aus, da die Reinigung nur durch kostspielige, chemische Prozesse erfolgen könnte.

Was die mechanische Verunreinigung anbelangt, so kann selbe entweder unorganischer oder organischer Natur sein. Von letzterer sind es besonders die zahlreichen Keime, Bakterien und sonstige Mikroorganismen, welche beim Genusse des Wassers dem Menschen eventuell gefährlich werden können.

Die Flüsse in der Nähe großer Städte enthalten enorme Mengen von Mikroorganismen. Man hat z. B. in einem cm^3 reinen Bachwassers zirka 100, ferner an ein und demselben Tage in 1 cm^3 Spreewasser oberhalb Berlins 6700, in 1 cm^3 Havelwasser bei Spandau 2,510.000 Bakterienkeime gefunden. Weiter abwärts von großen Städten nimmt die Zahl der Bakterien im Wasser wieder ab.

Nicht alle Bakterien sind gesundheitsschädlich, sondern nur gewisse Arten. Manche Bakterien, die man als gesundheitsschädlich erkannt hat, wirken erst beim Auftreten in größeren Mengen schädlich.

Die Filtration erfolgt im allgemeinen auf die Art, daß man die Flüssigkeit einen porösen Körper durchdringen läßt, welcher alle Verunreinigungen, die ihrer Größe nach die Poren nicht passieren können, zurückhält.

1. Sandfilter.

Bei diesen wird das verunreinigte Wasser gezwungen, eine feine Sandschichte zu passieren, an deren Oberfläche ein großer Teil der Verunreinigungen sich absetzt. Gewöhnlich sind unterhalb des feinen Sandes noch mehrere Schichten, und zwar der Reihe nach feiner Kies, grober Kies und zu unterst nußgroßer Schotter angeordnet.

Ein guter Filtersand muß so feinkörnig sein, daß er ein fast schlammähnliches Aussehen hat. Er muß aber auch so rein sein, daß er in ein Glas reinen Wassers geschüttet und ungerührt sich bald zu Boden setzt und das Wasser gar nicht trübt, so daß es das kristallhelle Aussehen nicht verliert.

Sandfilter liefern kein vollkommen bakterienreines Wasser, sie halten aber doch eine große Zahl von Keimen zurück und verbessern so das Wasser.

Sandfilter wirken um so besser, je langsamer die Filtration erfolgt. Das Wasser soll mit keinem größeren Drucke durch die Sandschichte gepreßt werden als jener ist, der einer Wassersäule von 0,50 m entspricht. Bei einer derartigen Filtration setzen sich an der Sandoberfläche feine Schlamm- und Tonteilchen ab und diese Schlammschichte bildet, wie zahlreiche Versuche gelehrt haben, das eigentliche, filtrierende Element, ist daher für die Wirksamkeit des Filters von großer Bedeutung. Mit der Zunahme der Dicke dieser Schlammschichte nimmt die Leistungsfähigkeit des Filters jedoch wieder ab, weshalb selbe von Zeit zu Zeit entfernt werden muß. Bei Sandfilteranlagen muß die oberste Sandschichte vor jeder Beschädigung bewahrt werden, insbesondere beim Einlassen von unreinem Wasser darf kein Aufwühlen der Sandschichte stattfinden.

Fig. 1 zeigt eine kleine Sandfilteranlage. Das Wasser wird zuerst in den Klärbottich K geleitet, in welchem sich ein großer Teil der Verunreinigungen absetzen soll, damit die Sandschichte nicht so bald durch Schlamm verlegt werden kann. Zur besseren Reinigung des Klärbottichs ist der Boden desselben trichterartig geformt und an der tiefsten Stelle mit einem Ablaufhahn h_1 versehen. Das Wasser wird durch die 5—8 cm über dem Boden des Bottichs angebrachten Auslaufhähne h in die beiden zylindrischen Filtergefäße F_1 und F_2 abgelassen. In diesen ist durch eine 2 cm vom Boden abstehende, segmentförmige Wand ein Sammelraum R_1 und R_2 von dem eigentlichen Filter abgetrennt. Zum Ablassen des filtrierten Wassers dienen die unmittelbar über dem Boden im Sammelraum angeordneten Ablauf-

hähne h_2 . Um das Aufwühlen der Sandschichte durch das aus dem Klärbottich einlaufende Wasser hintanzuhalten, wird zirka 8 cm unterhalb des oberen Gefäßrandes ein segmentförmiges Blech S_1 und S_2 an das Filtergefäß angelötet. Beim Gebrauche des Filters wird dieses Blech in entsprechender Weise wirken, wenn der Wasserspiegel im Filterraum stets über demselben liegt. Die Auslaufhähne sollen nicht größer als 10 mm im Durchmesser sein. Ein abnehmbares, innen vorgelegtes Sieb schützt selbe vor Verstopfung.

Klärbottich und Filtergefäße sind aus 1.5—2.0 mm starkem Zinkblech hergestellt, an den oberen Rändern mit eingelegten Rundeisen entsprechend verstärkt und stehen auf einem hölzernen Gestell.

Der Apparat soll nur in kühlen, luftigen Räumen aufgestellt werden, deren Boden ein wasserdichtes, gegen eine Ablaufstelle zu geneigtes Pflaster erhält.

Zur Ingebrauchsetzung werden die beiden Filtergefäße mit ganz rein gewaschenem Material (wie in der Figur angegeben) gefüllt, sodann wird reines Wasser in die Sammelräume gegossen, bis dasselbe von unten aus durch die Kies- und Sandlagen bis einige Zentimeter über die Schutzbleche emporsteigt. Erst nachher kann Wasser aus dem Klärbottich, und zwar in dem Maße, als durch die Auslaufhähne filtriertes Wasser abgelassen wird, eingeleitet werden.

Ist zur Aktivierung des Filters kein reines Wasser verfügbar, so muß man hierzu verunreinigtes nehmen. In diesem Falle wird es längere Zeit dauern, bis der Filter klares Wasser liefert.

Vom Klärbottich soll immer so viel Wasser zufließen, daß dasselbe in den Filtergefäßen stets über das Schutzblech S reicht, da hiedurch am besten und einfachsten das Aufwühlen der Sandschichte verhindert wird und das Wasser auch imstande ist, auf der Oberfläche des Filtermaterials nach und nach eine Schlamm-schichte abzulagern. Durch entsprechende Verbindung eines Schwimmers mit dem Auslaufhahn des Klärbottichs läßt sich der Zulauf des Wassers aus letzterem selbsttätig regulieren.

Die Füllung des Klärbottichs soll womöglich abends vorgenommen werden, damit sich über Nacht die schwereren Schwebstoffe ablagnern können. Vor jedesmaliger Füllung muß der Klärbottich gründlich ausgewaschen und das Schmutzwasser durch den Hahn h_1 abgelassen werden.

Wenn beim Öffnen der Hähne h_2 das Wasser im Sammelraum rasch sinkt, dagegen das Niveau im Filterraum nur unmerklich fällt, so ist das ein Zeichen, daß die Oberfläche der Filtermasse zu sehr verschlammmt ist und daher nicht mehr hinreichend Wasser durchläßt. Es muß dann die Schlamm-schichte und noch zirka 1 cm von der Sandschichte sorgfältig abgehoben werden. Hiezu läßt man vorerst das Wasser, soviel als nötig, durch den Hahn h_2 abfließen und hebt dann die verunreinigte Schichte mit einem Löffel behutsam ab. Sodann wird wieder reines Wasser durch den Sammelraum so lange nachgegossen, bis dasselbe über das Schutzblech reicht. Diese Reinigung kann so oft vorgenommen werden, bis die Dicke der Sandschichte etwa nur mehr 30—35 cm beträgt.

Nach längerem Gebrauch des Filters, etwa nach einem halben Jahre, muß das ganze Filtermaterial lagenweise herausgenommen und gut ausgekocht (sterilisiert) oder durch neues, reines Material ersetzt werden.

Ein anderes, in Fig. 1, T. 99, dargestelltes Beispiel einer Sandfilteranlage wird im Kapitel „Zisternen“ beschrieben. Auch bei diesem Beispiel sind die Grundbedingungen der Sandfiltration eingehalten. Größte Druckhöhe 0.50 m; Verhütung des Aufwühlens der Sandschichte durch horizontale Ausbreitung des einlaufenden Wassers. Auch hier sollte zur Aktivierung der Filteranlage vorerst der Filter vom Schachte Sch aus mit reinem Wasser bis zur Höhe des Einmündungskanals b gefüllt werden. Die 60 cm hohe Schichte feinen Sandes kann gelegentlich der vorzunehmenden Beseitigung der sich bildenden Schlamm-schichten bis auf zirka 30 cm Dicke „abgearbeitet“ werden, bevor eine Nachfüllung nötig ist. Hiebei wird

der Wasserspiegel im Filter durch Öffnen des Ventils *v* bis unter die Oberfläche der Sandschichte abgelassen. Erlaubt dies etwa der hohe Wasserstand im Speicher-raum nicht, so kann das Wasser bis auf die nötige Tiefe ausgepumpt werden, wozu man nur eine Abzweigung des Saugrohres der Brunnenpumpe bis in den Schacht *Sch* zu führen braucht (in der Zeichnung nicht ersichtlich gemacht).

2. Wormser Sandsteinfilter.

Sandfilter erfordern große Flächen, daher überhaupt große Anlagen und liefern kein keimfreies Filtrat. Auch ist die Reinigung des Sandes sehr umständlich. Um diese Nachteile zu beheben, versuchte man Sandstein als Filtermaterial zu verwenden.

Die in Fig. 2 dargestellten Wormser Filterplatten sind der Hauptsache nach aus reinem Sande hergestellt; dem Sande ist eine geringe Menge eines Bindemittels (wahrscheinlich Ton oder Schamotte-mehl) beigegeben. Aus diesem Material werden Platten von 100/100/10 *cm* Größe geformt und in einem Ofen bei einer Temperatur von 1000—1200° C gebrannt.

Aus zwei solchen Filterplatten wird ein Filterelement gebildet, indem man die einander zugekehrten Ränder der Platten mit einer 8 *cm* breiten und 1½ *cm* dicken Portlandzementschichte versieht, die Platten dann zusammenfügt und durch vier Schraubenbolzen an den Ecken aneinanderpreßt. Der zwischen beiden Platten geschaffene, zirka 2 *cm* breite Hohlraum wird mit einem, durch die Zementschichte reichenden Röhrchen *r* (Fig. 2 *a*) wasserdicht verbunden, welches in einen Sammelkanal *S* oder in ein Sammelrohr mündet.

Mehrere solcher Elemente können dann zu einer Filterbatterie vereint werden, indem man sie auf den Sammelkanal wasserdicht aufstellt (Fig. 2 *d*) oder die Röhrchen *r* an das Sammelrohr wasserdicht anmontiert. Bei Raummangel können auch zwei Plattenpaare übereinander gestellt und deren Hohlräume miteinander verbunden werden.

Diese Filterelemente, bezw. Batterien erhalten ihre Aufstellung in einem Wasserreservoir, in welches sodann so viel zu reinigendes Wasser eingelassen wird, daß dasselbe noch 30—60 *cm* über die Elemente reicht. Das zu filtrierende Wasser dringt durch die poröse Sandsteinmasse in das Innere und fließt dann in den Sammelkanal oder durch das Sammelrohr als gereinigtes Wasser (Filtrat) ab.

Ein vollständig reines Filtrat wird man erst dann erhalten, wenn sich an der Außenseite der Platten eine dünne Schlammhaut als eigentlich filtrierendes Element angesetzt hat. Ist diese Schlammhaut so stark geworden, daß das Wasser die Filterelemente nur sehr langsam durchdringt, so muß der Filter gereinigt werden. Dies geschieht durch das R ü c k s p ü l e n, indem filtrierte Wasser in entgegengesetzter Richtung, also von innen nach außen durch die Platten gepreßt wird. Es kann durch den langsam zunehmenden Druck von durch das Rohr *R* einzupumpendem Wasser (Fig. 2 *d*) geschehen. Das Rückspülen wird je nach der Beschaffenheit des Wassers alle 3—5 Wochen notwendig werden. Außerdem müssen die Platten jährlich einmal sterilisiert werden, wozu man bei entleertem Reservoir heißen Dampf durch dasselbe Rohr *R* von innen nach außen so lange durch die Platten durchströmen läßt, bis diese auf 100° C erhitzt sind. Die Elemente leiden hiedurch keinen Schaden, während die etwa in den Poren vorhandenen Bakterien vernichtet werden.

Auch diese Filter liefern kein vollkommen keimfreies Wasser.

3. Die Kieselgur-(Berkefeld-)Filter.

Das Filterelement besteht hier aus einem starkwandigen, an einem Ende geschlossenen Hohlzylinder (Fig. 3 *A*) aus gebrannter Infusorienerde (Kieselgur), welcher Filterkerze oder auch Filterzylinder genannt wird und dessen Wände von unzähligen, mikroskopisch kleinen Kanälen durchzogen sind.

Das offene Ende des Filterzylinders ist mit einem Metallkopfstück versehen, welches gut mit dem Zylinder verkittet wird.

Wird diese so adjustierte Filterkerze etwa nach Fig. 3 A in ein Gefäß *g*, dicht schließend, eingesetzt und in dieses Gefäß unreines Wasser eingeleitet, so wird sich das Wasser durch die Poren der Filtermasse in das Innere der Kerze einen Weg bahnen, dabei aber seine Verunreinigungen an der Oberfläche des Zylinders zurücklassen und gereinigt durch die untere Öffnung *ö* abfließen. Wird das Gefäß auch oben hermetisch geschlossen und das Wasser unter Druck eingeleitet, so wird dasselbe die Wände der Filterkerze rascher durchdringen und es wird die Leistungsfähigkeit um so größer sein, je stärker der Druck ist, mit welchem das Wasser eingeleitet wird.

Wenn die sich an den Zylinder ansetzende Schlammschichte eine solche Dicke erreicht hat, daß nur mehr wenig Wasser abfließt, so kann durch Reinigen der Filteroberfläche die Leistungsfähigkeit des Filters wieder hergestellt werden.

Die Berkefeldfilter liefern für längere Zeit reines, nahezu keimfreies Wasser. Da indessen nach längerem Gebrauch die Bakterien durch das Filtrum durchwachsen können, so müssen die Filterkerzen zeitweise sterilisiert oder durch neue ersetzt werden.

Zur Sterilisierung der Filterkerze, d. h. zur Zerstörung der etwa durch die Poren eingedrungenen Keime, wird dieselbe vom Apparate abgeschraubt, in kaltes Wasser gelegt, und dieses allmählich zum Kochen gebracht. Die Filterkerze muß dann zirka $\frac{3}{4}$ Stunden in dem kochenden Wasser verbleiben. In heißes Wasser gelegt, würden die Kerzen zerspringen.

Eine Hauptbedingung ist bei diesen Filtern die solide, hermetische Verbindung des Metallkopfstückes mit dem Zylinder, da sonst zwischen beiden unreines Wasser in den Innenraum des letzteren gelangen würde.

Die Herstellung der Berkefeldfilter in Österreich hat die Firma Wilhelm Brückner in Wien übernommen.

Von den gebräuchlichsten derlei Filtern sind folgende angeführt:

a) Die Tropffilter.

Diese bestehen aus einer oder mehreren Filterkerzen *k* (Fig. 3 A und B), welche mit ihren Abflußröhrchen *ö* mittels eines Kautschukringes hermetisch in den Boden eines Glas- oder Metallgefäßes *g* eingesetzt sind. Dieses Gefäß wird auf den Sammeltopf *t* gestellt und mit Wasser gefüllt, welches langsam durch die Wand des Filterzylinders dringt und durch das Abflußrohr in den Sammeltopf gelangt.

Ein Apparat mit einer Filterkerze (Fig. 3 A) liefert reichlich das für eine Familie nötige Quantum an Trinkwasser. Ein Apparat mit drei Kerzen (Fig. 3 B) liefert $\frac{1}{4}$ l pro Minute.

b) Hausfilter für Wasserleitungen.

Die mit einem metallenen Kopfstück und einem Auslaufrohr *a* montierte Filterkerze (Fig. 3 C) ist in ein metallenes Gehäuse eingefügt und mit dem Deckel desselben luftdicht verschraubt. Der Deckel des Gehäuses wird mit diesem selbst durch zwei Flügelschrauben *f* verbunden.

Dieser Filter wird mit dem Stutzen *S* an die Wasserleitung angeschraubt. Wird der Hahn *h*₁ der Wasserleitung geöffnet, so dringt das Wasser durch die Wand der Filterkerze und tritt beim Auslaufrohr *a* aus; der am Boden des Gehäuses befindliche Hahn *h* dient zur Entleerung des Gehäuses und zur Entnahme von unfiltriertem Wasser.

Zur Reinigung der Filterkerze wird der Ablaufhahn *h* geöffnet und das Wasser durch den Zulaufhahn *h*₁ rasch eingelassen. Dadurch wird der Filterzylinder vom Wasser kräftig umspült und von dem anhaftenden Schmutze gereinigt. Die Leistung des Apparates beträgt 2 l pro Minute.

c) Filtertöpfe.

Für größeren Wasserbedarf werden mehrere (3—39) Elemente an eine Einsatzplatte dicht befestigt und in einen gußeisernen, starkwandigen Topf so eingefügt, daß der Topf durch die Einsatzplatte in zwei Teile geteilt wird. Der untere, größere Teil nimmt die an der Platte hängenden Filterelemente auf, der obere kleinere Teil steht mit dem Innern der Filterelemente in Verbindung. Der Topf wird mit einem anzuschraubenden, gußeisernen Deckel wasserdicht verschlossen.

In den unteren Teil des Topfes wird Rohwasser eingepumpt, welches die Wände der Filterkerzen passiert und in dem oberen Teile des Topfes als gereinigtes Wasser sich sammelt, von wo es durch ein Abflußrohr abgelassen wird.

Die Leistungsfähigkeit solcher Filtertöpfe beträgt bei einem Drucke von 1 Atmosphäre 50 l pro Stunde und Element; bei sehr verunreinigtem Wasser nimmt die Leistungsfähigkeit jedoch bedeutend ab.

4. Kunststeinfiler „Delphin“ (Fig. 4) .

Das Prinzip dieser Filter ist ähnlich dem der Berkefeldfilter.

Die Filtermasse wird aus Syenit (ein Gefüge aus Feldspat und Hornblende) hergestellt. Dieser Stein wird fein gemahlen, das Mehl hierauf ganz wenig mit Wasser angefeuchtet und aus dieser Masse die Filterkörper durch Anwendung eines hohen Druckes hergestellt. Diese Körper werden dann bei einer Temperatur von 1300° C gebrannt; dadurch sintern einige Körnchen zusammen und bilden einen festen Zusammenhang des Filterkörpers, der von sehr feinen Poren durchsetzt ist. Je nach der Fabrikationsweise kann man verschiedenen dichte Materialien gewinnen. Durch die dichteste Delphinfiltermasse sollen alle Bakterien zurückgehalten werden, so daß Filter dieser Art vollkommen keimfreies Filtrat liefern.

Die Delphinfilter werden in verschiedenen Formen und zu verschiedenen Zwecken erzeugt.

a) Delphin-Flaschenfilter.

Die Flaschenfilter sind flaschenförmig mit zirka $\frac{3}{4}$ l Fassung ausgebildet. Der untere, zylindrische Teil derselben ist aus Kunststein hergestellt, während der Halsteil aus Porzellan besteht.

Zum Zwecke des Filtrierens wird die Flasche einfach in ein mit unreinem Wasser angefülltes Gefäß gestellt, bis sie nahezu bis zu ihrem oberen Rande eintaucht. Das Wasser dringt durch die Wandung der Flasche ins Innere derselben und filtrierte sich auf diesem Wege.

Das Filtrieren geht sehr langsam vor sich, da dasselbe unter geringem Drucke stattfindet. Es müssen daher immer mehrere Flaschen gleichzeitig im Gebrauch sein.

b) Delphin-Tischfilter. (Fig. 4 D.)

Dieser besteht aus einem zylindrischen Glasgefäß *G*, in welches das Filterelement *F* mit Gummiringen abgedichtet eingesetzt ist. Die Abdichtung bildet einen wesentlichen Vorzug dieser Apparate, sie erfolgt durch Einlegen von Gummiringen *r r₁* (Fig. 4 D) und Zusammenschrauben der Verbindungsteile mit einem in der Mitte durchreichenden Bolzen *B*.

Das Wasser wird beim Tischfilter oben eingegossen, durchdringt die Wand des Filterkörpers *F* und sammelt sich bei verschlossenem Hahne *H* im Innern des Filterelementes an. Bei geöffnetem Hahne *H* wirkt der Filter als Tropffilter.

Man kann in das Glasgefäß auch Eisstücke werfen, wenn sehr frisches Wasser gebraucht wird.

c) Delphin-Anschraubfilter für Wasserleitungen.

(Fig. 4 A und B.)

Diese Filter bestehen aus einem vernickelten Unterteile, auf welchem sowohl der Filterkörper *F* als auch eine Glasglocke *G* mit Gummiringen abgedichtet aufruhrt. Der untere Teil besitzt einen Ventilstutzen *V*, mittels welchem der Apparat direkt an eine Wasserleitung angeschraubt werden kann.

Der Ablaufhahn *a* dient sowohl zur Entnahme von Rohwasser als auch zum vollständigen Ablassen des Wassers im Falle einer Reinigung. Das gereinigte Wasser wird bei *ö* entnommen.

Leistung pro Stunde 50 l bei 2 Atmosphären Druck.

d) Delphin-Brunnenfilter. (Fig. 4 E.)

Diese zur Filtrierung unreinen Brunnen- oder Zisternenwassers häufig in Verwendung stehenden, sehr entsprechenden Filter bestehen aus folgenden Hauptteilen: Einer Saug- und Druckpumpe, einer Reinwasserkammer, einem Reinwasser- und einem Rohwasserabfluß und vier Filterzylindern.

Die Filterzylinder enthalten 4—6 Filterelemente *F*, die zu einer Röhre aufgebaut sind. Zwischen den einzelnen Elementen sind Gummidichtungen *V* eingelagert.

Das Rohwasser wird mittels der Pumpe angesaugt und durch die Wandungen der Filterelemente in das Innere der Zylinder gepreßt. Von hier fließt das Reinwasser in die Reinwasserkammer *k* und gelangt durch ein Ablaufrohr *a* zum Abfluß.

Benötigt man nur Rohwasser, so schraubt man das Ablaufrohr an den Rohwasserabfluß *b*, verschließt dagegen den Reinwasserabfluß.

Wenn der Filter infolge Verlegung der Filterelemente nicht mehr ergiebig genug arbeitet, was man außer an der verminderten Leistung auch an dem schwerer werdenden Gange der Pumpe erkennt, so ist der Filter zu reinigen. Hierzu schraubt man die Schraubenmutter *m* von einem der vier Zylinder ab, entfernt den Deckel *d* und hebt die Mantelröhre *r* ab; die nun bloßgelegte Steinröhre (Filterzylinder, Filterrohr) wird mit einer eigenen Bürste abgebürstet. Dieses Abbürsten kann leichter und gründlicher ausgeführt werden, wenn das Filterrohr herausgeschraubt und in einen Kübel verkehrt eingetaucht wird. Nach dem Abbürsten schraubt man das Filterrohr nach Unterlegung des Dichtungsringes I mit der Hand fest ein, setzt die Mantelröhre auf den Gummiring II der Reinwasserkammer, gibt den Deckel *d* mit dem Gummiring III darauf und verschließt den Zylinder wieder mit der Mutter *m*, nachdem vorher die Lederdichtung IV aufgelegt wurde.

In gleicher Weise wird die Reinigung der übrigen Zylinder vorgenommen.

Bei ständiger Benützung ist der Filter überdies zirka jeden vierten Tag, zu Epidemiezeiten täglich, zu sterilisieren. Hierzu werden die abgenommenen und abgebürsteten vier Steinröhren samt dem Abflußrohr in einem Gefäß mit reinem Wasser eine Stunde lang ausgekocht. Hat man kein genügend großes Gefäß, so zerlegt man die Röhren durch Lösen der Mutter *e* und kocht die einzelnen Elemente gut aus.

Hat man Reservefilterröhren, so braucht der Betrieb des Filters während der Reinigung und Sterilisierung nicht unterbrochen zu werden.

Die Leistungsfähigkeit des Filters beträgt pro Stunde bei 16 Elementen 300 l, bei 20 Elementen 400 l und bei 24 Elementen 500 l.

e) Delphin-Pumpenfilter. (Fig. 4 C.)

Diese nur aus einem Filterzylinder bestehenden Filter sind in gleicher Weise wie die vorhergehenden Brunnenfilter konstruiert und mit einer Flügelpumpe in Verbindung. Je nach der Größe leistet er 30—100 l pro Stunde.

Auf einem Dreifuß montiert, steht dieser Filter auch als Armeefilter in Verwendung.

5. Asbestfilter.

Asbest läßt sich in so kleine Fasern und Stäbchen teilen, daß dieselben kaum mit dem Mikroskop unterschieden werden können. Durch eine zweckentsprechende Herstellung einer Schichte aus diesem feinen Asbeststoff gelangt man zu einem Filtermittel, welches bei entsprechender Ausbildung selbst vollkommen keimfreies Filtrat liefert.

Der Asbestfilter ist im Prinzip ähnlich konstruiert wie die Berkefeld- und Delphinfilter. Das unreine Wasser tritt in ein Gefäß, in welches der Filter eingehängt ist, passiert die Wände des Filters und tritt als reines Wasser aus einem Rohre aus, welches mit den Innenräumen der Filterelemente in Verbindung steht.

a) Das Filterelement von Ingenieur Breyer. (Fig. 5 a und b.)

Das in Fig. 5 a und b abgebildete Filterelement besteht aus einer mit eingepreßter Rinne versehenen Blechplatte *m*, welche mit einer durchlocherten Blechumhüllung *b* versehen ist. Der so eingeschlossene Hohlraum (Fig. 5 b) ist unten mit einem Abflußröhrchen *R* (Fig. 5 a) und oben mit einem Luftröhrchen *r* versehen. Über diesen Hohlkörper wird noch ein Schafwollgewebe *n* aufgespannt.

Die auf diese Weise gewonnenen, flachen, prismatischen Filterelemente werden in geringerer oder größerer Anzahl nebeneinander gruppiert, und zwar in der Art, daß sowohl die Abflußrohre *R* als auch die Luftröhrchen *r* sich zu je einem Gesamtrohre vereinigen.

Der eigentliche Filterstoff ist ein Asbestmehl, welches auf das Schafwollgewebe aufgeschwemmt wird.

b) Asbestfilter für Kleinbetrieb. (Fig. 5 c.)

Ein solcher Filter besteht aus sechs Elementen *e*, die in ein Gefäß *g* dicht eingesetzt sind. Jedes Element hat auf jeder Seite eine Filterfläche von 5 dm^2 (zusammen somit 60 dm^2). Die Hohlräume der einzelnen Filterelemente vereinigen sich oben in dem Luftröhr *L* und unten zu dem gemeinschaftlichen Ableitungsrohr *A*.

Die Flügelpumpe *Q* drückt das Wasser in den Hohlraum *R*. Wenn in das zugeleitete Wasser Asbest eingerührt wird, so besorgt die Pumpe auch den Belag der Filterflächen mit Asbest. Im Anfange entströmt beim Einpressen von Wasser die Luft aus dem Gefäß *G* bei dem Ventil *l*, sobald aber das Wasser entsprechend hoch gestiegen ist, wird der Schwimmer *k* gehoben und das Ventil *l* geschlossen. Das Wasser gelangt durch den Druck der Pumpe in den Innenraum der Filterelemente, verdrängt durch das Ventil *v* die eingeschlossene Luft und gelangt dann als reines Filtrat bei *A* zum Abfluß.

Wenn bei größerer Wasserentnahme der Wasserspiegel in *R* und mit diesem auch der Schwimmer *k* sinkt, so kann durch erneuertes, kräftiges Einpumpen von Rohwasser auf die beschriebene Weise wieder das Steigen des Wasserspiegels und damit auch die volle Leistungsfähigkeit des Filters bewerkstelligt werden.

Die Leistungsfähigkeit beträgt bei 4·5—5 Atmosphären Druck 1200 *l* ziemlich keimfreien Wassers pro Stunde.

Außer dem erwähnten Filter für Kleinbetrieb hat Ingenieur Breyer auch noch andere Filtergattungen konstruiert, die im Prinzip alle einander ähnlich sind und sich nur durch größere oder geringere Anzahl von Filterelementen voneinander unterscheiden.

c) Asbestfilter von Sonnenschein.

Das Filterelement von Sonnenschein besteht aus einem rechteckigen, zirka 10×15 cm großen Rahmen aus verzinntem Flacheisen, welcher mit einem engmaschigen Drahtgeflecht und über diesem mit einem Filztuche überspannt ist. Der so geschlossene Hohlraum im Metallrahmen ist mit einem Röhrrchen verbunden, an welches ein Saugschlauch mit einem Absperrhahn befestigt wird.

Dieses Element gibt man in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, z. B. in eine Kochmaschine und führt den mit Wasser gefüllten Schlauch außen herunter, so daß er heberartig wirken kann.

Eine in das Gefäß hineingeschüttete Asbestmasse wird durch das Saugen des Schlauches sich an die äußere Fläche des Filztuches ziemlich gleichmäßig anlegen und dadurch die filtrierende Schichte bilden, so daß dann nur mehr reines Wasser durch den Saugschlauch abfließt.

Um das Wasser beim Eingießen in das Gefäß nicht aufzurühren und dadurch die Asbestschichte nicht abzuschwemmen, wird oben in das Gefäß eine Schutzplatte eingehängt, welche das eingeschüttete Wasser seitwärts nur langsam in das Gefäß leitet. Die pendelnde Bewegung des Elementes hindert eine am unteren Ende desselben angebrachte, entsprechend große Metallplatte.

Das Filtrat ist anfangs keimfrei. Der Apparat bedarf jedoch häufiger einer gründlichen Reinigung und Sterilisierung.

5. Kastenfilter mit Asbestgewebe (Fig. 6).

Dieser gleicht im Prinzip dem Asbestfilter von Sonnenschein. Das Element (Fig. 6 e) besteht aus einem mit Asbestgewebe umhüllten Metallrahmen, dessen innerer Raum oben mit einem Luftrohr l und unten mit einem Abflußrohr h versehen ist. Zwei bis drei solcher Elemente werden in einen mit Zinkblech ausgeschlagenen Holzkasten, wie in Fig. 6 ersichtlich, eingefügt.

Der Kasten wird mit Rohwasser gefüllt, dieses dringt durch die Wände der Filter in das Innere derselben und wird als gereinigtes Filtrat beim Filtrathahn c abgelassen. Die gepreßte Luft entweicht durch die Luftröhren l bis l^3 . Der Ablaufhahn b dient zur Entleerung und Reinigung des Apparates.

Der Kasten muß stets mit Rohwasser vollgefüllt sein, damit der nötige Druck zur Filtration vorhanden sei. Das Nachgießen muß vorsichtig erfolgen, damit die am Asbestgewebe angeschwemmte, filtrierende Schlammschichte erhalten bleibt.

7. Sterilisierung des Wassers.

Im Notfall kann das Wasser durch Abkochen in emaillierten Gefäßen genußfähig gemacht werden. Hiedurch werden die Krankheitserreger vernichtet, das Wasser verliert jedoch die erfrischende Eigenschaft, da durch das Abkochen der Luftgehalt des Wassers verloren geht. Solches Wasser muß daher vor dem Genusse kräftig durcheinander geschüttelt und entsprechend abgekühlt werden. Ein Zusatz von Zitronensäure oder Fruchtsaft u. dgl. macht das gekochte Wasser wohl-schmeckender.

Durch einen sehr geringen Zusatz von unterchlorigsaurem Kalke (Chlorkalk, Bleichkalk) kann Wasser auch genußfähig gemacht werden. Es genügt ein halbes Gramm pro Hektoliter, das dem menschlichen Organismus nicht schadet und den Geschmack des Wassers auch nicht verändert. Der Chlorkalk wird mit wenig Wasser fein verrieben und dieses Gemisch dem Wasser zugeschüttet. Der nach halbstündigem Ruhen im Wasser noch vorhandene, ungelöschte Chlorkalk, welcher eine Trübung des Wassers veranlaßt, muß durch Absetzen oder durch Filtrieren mit Filtrierpapier, entfetteter Baumwolle u. dgl. entfernt werden.

E. Zisternen.

(Tafel 102.)

Zisternen dienen zum Aufspeichern und zugleich Reinigen von Wasser und finden nur dann Anwendung, wenn eine andere Art der Wasserversorgung entweder gar nicht oder in nicht hinreichender Menge möglich ist.

Die Speisung der Zisterne erfolgt am häufigsten durch Auffangen und Einleiten von Meteorwasser, vielfach aber auch durch Zuleitung von Quellen- oder Brunnenwasser, ausnahmsweise auch von Flußwasser.

Je nachdem die Zisterne im unteren Geschoße eines Gebäudes (Keller) oder alleinstehend angelegt wird, nennt man sie überbaute oder isolierte Zisternen.

Die Hauptbestandteile einer Zisterne sind:

1. Die Auffangflächen (nur bei Speisung mit Meteorwasser).
2. Die Zuleitung.
3. Der Vorfilter oder die Kläre zur teilweisen Klärung des Wassers.
4. Der Filter zur vollständigen Reinigung des Wassers.
5. Der Speicherraum (Sammelraum, Reservoir) und
6. die Schöpfvorrichtung.

Mit diesen Hauptbestandteilen sind viele Nebenbestandteile verbunden als: Schlammkästen, Überlauf- und Lüftungskanäle, Wasserstandmesser u. dgl. 

Der Zusammenhang vorgenannter Bestandteile ist aus den in Fig. 1 und 2 dargestellten Schemas von Zisternenanlagen zu ersehen.

1. Die Auffangflächen.

Als Auffangflächen können entweder Dachflächen oder abgegrenzte Hofflächen, welche leicht rein zu halten sind, dienen.

Dachflächen sollen mit hartem Eindeckungsmaterial (Blech, Schiefer, Flachziegel, Zementplatten u. dgl.) eingedeckt sein; Falzziegel- und Hohlziegeldächer sind nicht leicht rein zu halten; Holz-, Kupferblech-, Dachpappe- und Holzzementdächer scheiden unreine oder gesundheitschädliche Stoffe (Grünspan usw.) ab und machen das Wasser ungenießbar.

Hofflächen erhalten eine undurchlässige, leicht rein zu haltende, glatte Pflasterung (Klinker- oder Steinplatten auf Beton) und eine Einfriedung, welche das Betreten und die damit verbundene Verunreinigung verhindern soll.

In der Nähe der Auffangflächen befindliche Rauchfänge sollen zur Verhinderung von Rußausscheidung wirksame Sauger u. dgl. bekommen.

Die Größe der Auffangflächen ergibt sich aus dem Wasserbedarf und der jährlichen Regenmenge. Man rechnet pro Mann 8—16 l, pro Pferd 16—20 l, pro Großvieh 20—30 und pro Kleinvieh 3—5 l täglichen Wasserbedarf, ferner als Minimalbedarf an Trinkwasser allein 1·5 l, an Trink- und Kochwasser 5 l pro Mann und Tag. Von der Regenhöhe darf mit Rücksicht auf Versickerung und Verdunstung nur zirka 70% in Rechnung gestellt werden.

Hätte z. B. eine Zisterne 100 Mann durch 6 Monate (180 Tage) mit Wasser zu versorgen, so ergibt sich die erforderliche Wassermenge mit $100 \times 8 \times 180 = 144.000 \text{ l} = 144 \text{ m}^3$. Soll diese Wassermenge in einem Jahre gesammelt werden und beträgt die jährliche Regenhöhe $600 \text{ mm} = 0·6 \text{ m}$, wovon nur $70\% = 0·4 \text{ m}$ gerechnet werden darf, so ergibt sich die Größe der Auffangfläche mit $144 : 0·4 = 360 \text{ m}^2$ Horizontalprojektion.

2. Die Zuleitungen.

a) Bei der Speisung der Zisterne mit Meteorwasser erfolgt die Zuleitung von den Dachflächen mit Dachrinnen und Abfallrohren und in der Fortsetzung, ferner auch bei gepflasterten Auffangflächen durch unterirdisch verlegte Gußeisen-, Zement- oder Steinzeugröhren oder durch gemauerte oder betonierte, zumeist mit Stein- oder Zementplatten abgedeckte Leitungskanäle.

Zur Abhaltung größerer Verunreinigungen sollen bei der Einmündung der Abfallrohre in die Dachrinne verzinkte Eisendrahtsiebe, ferner am Beginn der unterirdischen Leitung Schlammkästen mit Deckelverschluß und bei gepflasterten Auffangflächen Schlammkästen mit durchbrochenem Deckel und darüber aufgebrachtem Steinwurf angebracht werden (Fig. 3).

Knapp vor Einmündung in den Filter oder Vorfilter ist in die Zuleitung ebenfalls ein Schlammkasten mit Überlaufrohr und Deckelverschluß (S_1 und S_2 , Fig. 7 und 9) einzuschalten. Es empfiehlt sich sodann, die Zuleitung zum Filter oder Vorfilter mit einem Absperrventil (Schieber) zu versehen, damit bei einer zumeist nach längerer Trockenheit erfolgten, größeren Verunreinigung der Auffangflächen durch Absperrern der Zuleitung das unreine Wasser durch das Überlaufrohr so lange abgeleitet werden kann, bis die Auffangflächen genügend abgespült sind.

Die Schlammkästen sollen vor jeder Regenperiode und nach jeder vorgenommenen Reinigung der Auffangflächen ausgeputzt werden.

b) Erfolgt die Speisung der Zisterne durch eine Wasserleitung, so gelten für die Zuleitung die allgemeinen Regeln wie für Wasserleitungsanlagen.

Durch Einschaltung eines Dreiweghahnes soll es ermöglicht werden, bei eventuellen Reparaturen in der Zisternenanlage den Zulauf des Wassers in dieselbe abzusperren und das Wasser direkt der Zuleitung zu entnehmen. In der Regel muß das Wasser immer den normalen Weg durch die Zisterne nehmen, damit es in dieser immer wechselt und nicht stagnieren kann.

3. Der Vorfilter.

Der Vorfilter (*VF*, Fig. 4) ist ein gemauerter und überwölbter oder mit Steinplatten überdeckter, entsprechend großer Raum mit einer Einsteigöffnung, welcher an den eigentlichen Filter anschließt und mit diesem durch mehrere, über der Filteroberfläche angeordnete Öffnungen e_2 und e_3 von $1\frac{5}{15}$ — $2\frac{5}{25}$ cm Querschnitt verbunden ist. Letztere sind mit Siebgittern abgeschlossen.

Die Sohle des Vorfilters erhält gegen die Ausflußöffnung ein kleines Gefälle und an der tiefsten Stelle einen Sumpf, *S* d. i. eine kleine Vertiefung.

Das Einlaufrohr e_1 wird im Niveau des höchsten Wasserstandes angeordnet und mit einer von oben zu betätigenden Absperrvorrichtung versehen.

Der Vorfilter ist bloß bei sehr unreinem Wasser (Meteorwasser) nötig, sonst aber entbehrlich. In demselben setzt das Wasser die größeren Verunreinigungen ab und gelangt von hier aus nur langsam durch die früher genannten Öffnungen in den Filterraum, ohne den Sand der Filteroberfläche aufzuwühlen; auch gestattet derselbe bei entsprechender Größe die Ansammlung größerer Wassermengen, z. B. bei stärkerem Regen, vermindert also die Wasserverluste.

4. Der Filter.

Dieser besteht wie der Vorfilter aus einem gemauerten und überwölbten oder mit Steinplatten überdeckten Raume (F_1 und F_2 , Fig. 4, 6, 7 und 9), mit Einsteigöffnung usw., in welchen lagenweise das Filtermaterial (Sand, Schotter usw.) eingebracht wird.

Auf die Sohle des Filterraumes kommt zuerst 30—35 cm hoch grober, dann 30—35 cm feiner Schotter, darüber 60—80 cm hoch feiner Sand (Fig. 1 und 2) und manchmal noch eine ganz dünne Schichte Asbest oder Kiesegur.

Sand und Schotter müssen vollkommen rein sein, eventuell vorher gewaschen werden. Rescher Grubensand ist zumeist besser als Flußsand, welcher oft durch Fabriks- und Unratkanalwässer verunreinigt ist. Meersand ist als Filtermaterial nicht geeignet. Schlägelschotter ist besser als Flußschotter. Der feine Schotter soll einen Ring von 2—3 cm und der grobe Schotter einen von 4—5 cm Durchmesser passieren können.

Die Lage und Höhe des Filterraumes soll so sein, daß zwischen der Oberfläche des Filtermaterials und dem Gewölbschlusse oder der Deckenunterkante noch ein freier Raum von 1.40—1.75 m bleibt.

Die Einlauföffnungen in den Filterraum sollen möglichst nahe der Filteroberfläche liegen, damit durch das einfließende Wasser das Filtermaterial nicht aufgewühlt werde; sie dürfen höchstens in das Niveau des höchsten Wasserstandes gelegt werden.

Die Sohle erhält ein Gefälle gegen die Auslauföffnungen und eventuell an der tiefsten Stelle einen Sumpf.

Die Auslauföffnungen mit $\frac{16}{15}$ — $\frac{25}{25}$ cm Querschnitt werden zunächst der Sohle des Filterraumes gegen den anschließenden Speicherraum oder Filterschacht ausgespart und mit vorgelegten, größeren Steinen vor Verstopfung gesichert. Ein daselbst eventuell angebrachtes Absperrventil ermöglicht auch die Reinigung des Filters bei gefülltem Reservoir. Wenn zwei getrennte Reservoirs vorhanden sind, so werden diese einzeln durch Rohrleitungen (mit Absperrventilen) mit dem Filter verbunden, um sie unabhängig voneinander füllen zu können.

Der Filter soll im Vereine mit dem eventuell vorhandenen Vorfilter das in einer Stunde auf die Auffangfläche fallende, maximale Wasserquantum, das sogenannte „Stundenmaximum“ aufnehmen können. Dieses soll den Filter binnen 24 Stunden mit einer erfahrungsgemäßen Maximalgeschwindigkeit von 10 cm pro Stunde passieren, d. h. es soll also pro m^2 Filteroberfläche in 24 Stunden Maximum $2.4 m^3$ Wasser filtriert werden. Aus dieser Forderung läßt sich die Größe der Filteroberfläche berechnen.

Um vorgenannte Filtriergeschwindigkeit zu erreichen, bezw. nicht zu überschreiten, soll erfahrungsgemäß der höchste Wasserstand über der Filteroberfläche nicht mehr als 0.50—0.75 m und die Dicke des Sandbettes nicht mehr als 0.60—0.80 m betragen.

Um einen höheren Wasserdruck auf den Filter zu vermeiden, wird die Filteroberfläche 0.50—0.75 m unterhalb eines Überlaufkanals angeordnet, der einen Bestandteil jeder Zisterne bildet und das Überwasser abzuführen hat. Ist kein Vorfilter oder kein genügend großer Filterraum vorhanden, so würde bei einem Gewitter zu viel Wasser unverwertet abfließen. Um dem zu begegnen, kann man ausnahmsweise im Filterraum einen größeren Wasserstand bis maximum 1.50 m annehmen; damit aber dann das Wasser infolge des größeren Druckes den Filter nicht zu rasch passiere, muß ein Gegendruck hervorgerufen werden, indem im Filterraum oder im Reservoir ein schmaler Schacht — Filterschacht — (*Fs*, Fig. 9) eingeschaltet wird, in welchem das Wasser bis zur Höhe der Filteroberfläche aufsteigt, bevor es in das Reservoir abfließt.

5. Der Speicherraum (Reservoir).

Der Speicherraum ist ein wasserdicht gemauerter oder betonierter, zumeist überwölbter Behälter, in welchem das gereinigte Wasser angesammelt wird. Die Größe desselben muß dem jeweiligen Wasserbedarf entsprechen.

Größere Zisternenanlagen erhalten meist zwei oder mehrere, voneinander getrennte Kammern, die unabhängig voneinander aus dem Filterraum gefüllt und auch entleert werden können (Z_{1-3} , Fig. 4).

Jede Kammer erhält eine verschließbare Einsteigöffnung (Schacht), eine gegen die Entleerungsstelle zu fallende Sohle mit einem Sumpfe und nach Tunlichkeit eine Entleerungsvorrichtung, ferner nahe der Decke einen Überlaufkanal und auch entsprechende Lüftungskanäle.

Der Speicherraum kann an den Filterraum entweder direkt anschließen oder er kann getrennt vom Filterraum angelegt und mit diesem durch eine Rohrleitung verbunden sein. In beiden Fällen ist die Leitung mit einem Absperrventil zu versehen, um behufs Reinigungs- oder zu sonstigen Zwecken jeden Teil für sich entleeren zu können. Der Höchstwasserstand des Reservoirs wird meist in gleicher Höhe mit jenem im Filterraum angenommen (siehe Fig. 1 und 2).

Wo es die Verhältnisse gestatten, soll es vorteilhafter sein, das Niveau des höchsten Wasserstandes im Speicherraum gleich hoch oder niedriger als die Filtersohle anzuordnen, damit das Wasser vom Filterraum abfließen und ein Faulen desselben im Filter bei längeren Trockenperioden nicht eintreten kann. Diese Anordnung dürfte aber den Nachteil haben, daß durch das Einströmen des Wassers in den entleerten Filterraum ein Aufwühlen der obersten Sandschichte, bzw. der über derselben sich bildenden und für eine vollständige Filtration notwendigen Schlamm-schichte eintritt, wodurch eine zu rasche und unvollständige Filtration resultieren könnte.

6. Die Schöpfvorrichtung.

Das Wasser wird in der Regel durch eine einfache, aber solide Pumpenanlage gehoben, deren Saugkorb nicht zu tief in den Sumpf des Reservoirs hinabreichen darf, damit nicht die unten sich sammelnden Schmutzablagerungen in das Saugrohr eindringen. Schöpfwerke mit Eimer dürfen nur ausnahmsweise zur Anwendung kommen, weil das Wasser durch den offenen Schacht und durch die Eimer verunreinigt werden kann.

7. Nebenbestandteile.

Die mit den Hauptbestandteilen zusammenhängenden Nebenbestandteile wurden bereits besprochen; es bleibt nur noch hervorzuheben, daß behufs Lüftung jeder einzelne Raum eine hinreichende Anzahl von Ventilationskanälen und Ventilations-schlotten erhalten muß, deren äußere Mündungen mit einem engmaschigen, verzinkten Eisendrahtnetz zu verschließen sind, damit Ungeziefer nicht eindringen kann.

Zur raschen Kontrolle der jeweilig im Speicherraum vorhandenen Wassermenge soll oberhalb jeder Zisterne ein leicht zugänglicher Wasserstand-anzeiger angebracht werden. Eine hierzu geeignete Vorrichtung ist in Fig. 12 skizziert. Sie besteht der Hauptsache nach aus einer drehbaren Welle w mit einem daran konzentrisch befestigten, kleinen Rade r und einem im Durchmesser fünf- oder zehnmal größeren Rade R . Am kleinen Rade r ist ein Gewicht g mit einem Zeiger und am größeren ein Schwimmer S an einer Schnur befestigt. Der Schwimmer reicht bis zur Wasserfläche des Speicherraumes hinab und wird durch das Steigen und Fallen der Wasserfläche gehoben oder gesenkt. Das Gewicht g sinkt beim Steigen des Schwimmers, dem Durchmesserverhältnisse der beiden Räder entsprechend, um den fünften oder zehnten Teil der Steigung des Schwimmers herab und zeigt an einer daneben vertikal angebrachten Skala die Menge des im Speicherraum noch vorhandenen Wassers in Hektolitern an. Beim Sinken des Schwimmers erfolgt wieder in entgegengesetzter Richtung ein Steigen des Gegengewichtes. Die ganze Vorrichtung ist in einen vorne verglasten Holzkasten eingefügt.

8. Ausführung der Zisternenanlagen.

Seitenwände und Sohlen der Zisternenräume sowie Kanäle und Schlammkästen müssen vollkommen wasserdicht gemauert und verputzt werden. Hierzu eignet sich am besten Portlandzementbeton mit geglättetem Portlandzementverputz. In Ermanglung geeigneter Betonmaterialien können diese Zisternenteile auch mit gut gebrannten Ziegeln oder mit geeignetem Bruchstein in Portlandzementmörtel ausgeführt werden. Über Mischungsverhältnisse für Beton und Mörtel siehe Maurerarbeiten.

Die Sohle wird bei kleineren Zisternen 15—30 cm und bei größeren bis 50 cm stark gemacht. Seiten und Zwischenwände, sowie Gewölbe sind nach den Regeln der Baumechanik zu dimensionieren.

Das Mauerwerk überbauter Zisternen muß von den übrigen Gebäudemauern gut isoliert sein, weiters muß Vorsorge getroffen werden, daß an keiner Stelle von außen Wasser oder Unreinigkeit in die Zisternenräume eindringen und daß weder Frost noch Hitze die Anlage erreichen kann.

9. Beispiele von Zisternenanlagen.

Die Tafel 102 enthält in den Fig. 1—9 zwei Beispiele von Zisternenanlagen, welche nach den vorstehenden Angaben entworfen sind.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Beispiel (Alternative A) zeigt eine Zisternenanlage mit Vorfilter, Filter und zwei getrennten Speicherräumen. Das in Fig. 2 schematisch dargestellte Beispiel (Alternative B) zeigt wieder eine solche Anlage, jedoch ohne Vorfilter, mit bloß einem, aber größerem Speicherraum und mit größerer Wasserhöhe über der Filterfläche. Die Detailanordnung und Einrichtung ist aus den Grundrissen und Schnitten und die Benennung der einzelnen Teile aus der der Tafel beigelegten Beschreibung zu ersehen. Die Fig. 10 und 11 dienen zur Erläuterung der Stellung der Hähne bei der Rohrleitung vom Filter in die beiden voneinander getrennten Speicherkammern und in den Schöpfschacht des Beispiels nach Alternative A.

Ein anderes Beispiel einer in Pola ausgeführten und erprobten Zisternenanlage zeigt die Fig. 1 auf Tafel 99, deren Größe für 100 Mann auf 3 Monate berechnet ist.

Das aufgefangene Wasser gelangt durch den Einlaufkanal *a* in den Sammelraum und von da in den anschließenden Filter. Das Wasser passiert die Filterschichten nach abwärts, steigt dann in dem Filterschacht *Sch* in die Höhe und gelangt durch den Kanal *b* in den Speicherraum. Die Anordnung ist so getroffen, daß der Filter höchstens unter 50 cm Druckhöhe steht, d. i. die Niveaudifferenz zwischen der Sohle des Ablaufkanals *e*₁ und des Überwasserkanals *e*₂ (siehe Schnitt I—II).

Das Wasser kann unter normalen Verhältnissen nie tiefer sinken als bis zur Sohle des in den Speicher mündenden Kanals *b*. Wenn der Rand *r* des Sammelraumes (Schnitt III—IV) im gleichen Niveau wie die Sohle des in den Speicher mündenden Kanals *b* gelegt wird, so kann das nach einem Regen dem Filter zufließende Wasser sich auch im Anfang nur in horizontaler Richtung ausbreiten, wodurch ein Aufwühlen der obersten Filterschichte, die aus feinem Sande besteht, hintangehalten wird.

Von der Sohle des Filterschachtes *Sch* zum Speicherraum ist ein Einlauf mit Ventilverschluß angebracht, um nach Öffnen des Ventils das Filterwasser in den ausgepumpten Speicherraum ablassen zu können.

Schöpfwerk, Überwasser- und Luftkanäle, Einsteigöffnungen usw. sind auch in den Figuren dieses Beispiels ersichtlich. Wenn nötig kann auch ein Vorfilter zwischen Sammelraum und Einlaufschacht eingeschaltet werden. Der Speicherraum kann nach Bedarf auch aus mehreren Kammern bestehen und mit Schöpfschacht, Leitungsrohren usw. wie im früheren Beispiele eingerichtet sein.

Die Anordnung eines Schlammkastens vor Einmündung des Einlaufkanals in den Sammelraum ist auch hier empfehlenswert.

F. Wasserenteisung und Reinigung.

(Tafel 103.)

Mit Eisenoxyd stark verunreinigtes, gesundheitschädliches Wasser kann man durch geeignete Vorrichtungen enteisen, somit genußfähig machen. Hierzu wird das Rohwasser mit der atmosphärischen Luft in reichliche Verbindung gebracht, wodurch das im Wasser vorhandene Eisenoxyd in Eisenoxydhydrat verwandelt wird, welches sich dann als gelbbrauner, schlammartiger Niederschlag vom Wasser absondert.

Mehrere von der k. u. k. Militärbauabteilung in Przemysl durch die Firma *Delphin* in Wien ausgeführte Enteisenungsanlagen entsprechen diesem Zwecke vollkommen. Eine kleinere davon ist in der Fig. 1, T. 103, im Schnitt schematisch dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einem mit nußgroßen Koksstücken gefüllten zylindrischen Behälter (Koksriesler) *K* und dem darunter befindlichen, mit reinem Quarzsande teilweise gefüllten Behälter (Sandfilter) *F*. In den Koksriesler mündet oben das von einer Pumpe kommende Zuleitungsrohr *z* mit einer feinen Brause *b*, die das Rohwasser sprühregenartig über die ganze Oberfläche der Koksfüllung ergießt, worauf das Wasser seinen natürlichen Weg durch die Koksfüllung nimmt, welche es tropfenweise oder in fein verteilten Strahlen passiert.

Im weiteren Verlaufe passiert das Wasser den fein durchlöcherten Boden des Koksrieslers und gelangt in den Sandfilter, wo es sich bis zur Höhe des eingesetzten Überlaufrohres *ü* ansammelt.

Auf dem Wege von der Brause durch die Koksfüllung in den Filter wird das Rohwasser in feinen Strahlen oder Tropfen durch die atmosphärische Luft geleitet. Durch den Sauerstoff der Luft wird das im Wasser vorhandene Eisenoxyd in Eisenoxydhydrat verwandelt, welches sich vom Wasser ausscheidet und zum größten Teile auf den Koksstücken, teilweise aber auch an der Oberfläche des Sandfilters ablagert. Beim Passieren der Sandschichte werden aber auch noch alle etwa im Wasser vorhandenen mechanischen Stoffe im Filterraum zurückbehalten, so daß durch das Ablaufrohr *a* beim Ventilhahn *v* jederzeit vollkommen gereinigtes, keimfreies Filtrat abgelassen werden kann.

Durch das Zuleitungsrohr wird nur so lange das Wasser eingepumpt, bis es durch das Überlaufrohr *ü* vom Filter abfließt, was von der Pumpe aus wahrzunehmen ist. Nach Bedarf kann durch einen im Zuleitungsrohre eingeschalteten Auslaufhahn auch Rohwasser direkt entnommen werden, wodurch der Enteisenungsapparat weniger in Anspruch genommen, daher auch weniger verunreinigt wird.

Wöchentlich ein- bis zweimal soll der Filter durch Rückspülung von angesammeltem Schlamm gereinigt werden. Hierzu werden die Dreiweghähne *i* und *y* durch Herabziehen des Hebels *h* so umgestellt, daß das eingepumpte Wasser den Weg durch den Sandfilter in umgekehrter Richtung, also von unten nach oben nimmt, dabei die Sandkörner abspült und den Schlamm beim Trichter *t* durch das Überlaufrohr abführt. Die Rückspülung muß so lange fortgesetzt werden, bis beim Überlaufrohre nur mehr klares Wasser abfließt, worauf durch Umstellung der Dreiweghähne in die frühere Stellung der Apparat wieder betriebsfähig gemacht wird.

Jährlich mindestens einmal soll der Filtersand vollständig gereinigt werden. Die Reinigung oder Erneuerung der Koksfüllung genügt nach Ablauf von ein bis zwei Jahren.

Diese Anlage liefert in der Stunde 600 l Wasser.

In Fig. 2, T. 103, ist eine größere Anlage dargestellt. Dieselbe besteht aus zwei übereinander angeordneten Koksbehältern *K*, welche unten einen rostartig durchbrochenen Boden *d* und *d'* und unter diesen je eine ringförmige Mulde *m* und *m'* besitzen. Der mittlere, offene Teil des Bodens ist mit einem nach oben überwölbten Deckel überdacht.

Das von der Brause *b* kommende und durch die Koksschichte herabrieselnde Wasser sammelt sich in der Mulde *m*, lagert dort den mitgeführten Schlamm ab und fließt sodann über den Rand der Mulde auf die durchlochte Verteilungsscheibe *v* und durch diese in fein verteilten Strahlen auf die Koksschichte des unteren Behälters, wo es die Koksfüllung und die Mulde *m*¹ wie im oberen Behälter passiert und dann über den Rand der Mulde in einen unterhalb angeordneten Sandfilter *F* gelangt.

Zum bequemen Aus- und Einbringen der Koksfüllung behufs Reinigung derselben sind in den Behältern unten und oben wasserdicht verschließbare Öffnungen angebracht.

Um den in den Mulden angesammelten Schlamm zu entfernen, werden die beim Entleerungsrohre *e* eingesetzten Hähne *e*¹ und *e*² geöffnet, außerdem kann durch die Ausspritzvorrichtung *a* ein kräftiges Nachspülen bewirkt werden; diese ist durch einen Gummischlauch mit der Druckleitung verbunden und wird durch Öffnen des Dreiweghahnes *a*¹ in Tätigkeit gesetzt.

An den Filter *F* schließt ein entsprechend großer Sammelbehälter *S* an, der es ermöglicht, den Wasserstand im Filter beständig über der Sandfüllung zu erhalten.

In den Fig. 2 *b*, *c* und *d* ist auch die Konstruktion und Einrichtung der mit dieser Enteisungsanlage zusammenhängenden Klär- und Aufspeicherungsanlage im Grundrisse und im Schnitte dargestellt, welche im allgemeinen dem Prinzip der vorher besprochenen Zisternenanlage entspricht, daher hier nicht mehr weiter erörtert wird.

Die beiden Anlagen müssen selbstverständlich vor der schädlichen Einwirkung des Frostes sorgfältigst geschützt sein. Alle Eisenrohre und sonstigen Metall- und Eisenteile müssen zum Schutze gegen Rost- oder Grünspanbildung verzinkt oder verzinkt sein.

XIII. Signalapparate und Fernsprecher.

Als Signalapparate in Gebäuden dienen Glockenzüge, elektrische Läutewerke, ferner pneumatische oder Luftdrucktelegraphen und als Fernsprecher Sprechrohre und Telephone.

Glockenzüge werden heute vorteilhaft nur mehr durch elektrische Läutewerke (Haustelegraphen) ersetzt. Das Wesen und die Einrichtung der Haustelegraphen und der Telephone fällt in das Gebiet der Elektrotechnik und bestehen hierüber eine Unzahl guter Bücher.

Es werden daher in diesem Werke bloß die Sprechrohre (auch Sprachrohre genannt) und die pneumatischen oder Luftdrucktelegraphen besprochen.

1. Sprechrohre.

Sprechrohre können als Fernsprecher auf kürzere Entfernungen, z. B. zwischen den einzelnen Geschossen eines Gebäudes, wegen ihres einfachen und kostenlosen Betriebes als ganz zweckentsprechend und ökonomisch bezeichnet werden, bei guter Anlage kann man selbst auf Entfernungen bis 150 *m* sich gut verständigen.

Eine Sprechrohranlage besteht aus der 25—35 *mm* weiten Rohrleitung, welche an beiden Enden mit einem Mundstück (Sprechmuschel) samt Pfeife (Fig. 2, T. 103) abschließt.

Zum Anrufen nimmt man die Pfeife aus der Sprechmuschel und bläst kurz in das Rohr, worauf am anderen Ende die Pfeife ertönt, als Zeichen, daß man zu sprechen wünscht. Der Angerufene nimmt nun auch die Pfeife aus der Sprechmuschel und ruft laut in das Rohr hinein, worauf das Gespräch eingeleitet ist. Erfolgt aber keine Antwort, so bläst er ebenfalls in das Rohr, worauf das Ertönen der Pfeife am anderen Ende dem Anrufer die Anwesenheit des Angerufenen bekannt gibt.

Die Rohre werden aus Zink- oder verzinktem Eisenblech 25—35 mm weit verfertigt, an den Stößen ineinandergeschoben, zusammengelötet und im Mauerwerke in einem Schlitz so weit versenkt, daß sie wenigstens durch den Verputz gedeckt sind. Sie sollen in unverjüngter Weite und möglichst gerader Linie geführt werden, scharfe Krümmungen sind dabei unbedingt zu vermeiden, etwa notwendige Richtungsänderungen dürfen nur mit Bogenstücken von 60—100 cm Radius erfolgen.

Jede direkte Berührung mit anderen Metallrohren (Gas- oder Wasserleitung) soll man vermeiden, weil diese beim Sprechen in Mitschwingung geraten und die Deutlichkeit der Stimme beeinträchtigen. An solchen Stellen müssen die Sprechrohre mit Werg oder Filz umhüllt werden.

Soll von einer Stelle aus nach mehreren Räumen eine Verständigung stattfinden, so muß für jeden Raum ein separater Rohrstrang mit beiderseits abschließenden Sprechmuscheln geführt werden, dabei sollen die Rohre nicht direkt nebeneinander liegen oder wenigstens mit einer Werg- oder Filzumhüllung isoliert werden.

Bei kalten Außenmauern, wo sich an den Rohrwänden Kondenswasser bilden könnte, sollen die Leitungsrohre mit Filz ganz eingehüllt werden, außerdem wäre in solchen Fällen an der tiefsten Stelle der Leitung ein einfacher Hahn anzubringen, welcher das zeitweise Ablassen eventuellen Kondenswassers ermöglicht.

In der Regel münden die Sprechrohre in geeigneten Höhen an den Wänden aus, will man aber die Ausmündung weiter, z. B. bis zu einem Schreibtisch führen, so benützt man hiezu biegsame Schläuche, z. B. mit Kautschukstreifen umwickelte und mit Seide umspinnene Drahtspiralen.

2. Pneumatische Haustelegraphen.

Diese dienen bloß zur Abgabe von Signalen, aber nicht zum direkten Sprechen. Ihre Wirkung beruht auf der Fortpflanzung des Luftdruckes.

Bei Luftdrucktelegraphen sind die Leitungsrohre (zumeist Bleirohre) bloß 3 mm weit und an den Enden mit je einem Gummiball abgeschlossen. Wird einer dieser Gummibälle zusammengedrückt, so wird durch die hiedurch hervorgerufene Luftpressung im Rohre der am anderen Ende angebrachte Gummiball im gleichen Maße aufgebläht. Die dadurch hervorgerufene Bewegung wird auf ein Klingelwerk übertragen, welches je nach der bestehenden Einrichtung kürzere oder längere Signale abgibt oder auch gleichzeitig auf einer Tafel Nummern hervortreten läßt, welche die jeweilige Aufrufstelle anzeigen.

Der Gummiball wird nach Fig. 4, T. 103, in eine schützende Kapsel *k* eingesetzt und nach außen mit einem Druckknopfe, nach innen aber mit dem Leitungsrohre *r* verbunden. Die Kapsel wird meistens, wie die Fig. 4 andeutet, im Mauerwerke versenkt befestigt.

Die Leitungsrohre werden bei Neubauten bloß in den Verputz eingelegt, bei bestehenden Gebäuden kann man sie auch auf den Verputz mit entsprechenden Haken befestigen, eventuell mit Tapeten überkleben. Die Fortsetzung der Wandleitung zu den Apparaten erfolgt mit Gummischläuchen von gleicher Lichtweite wie die Wandleitung.

Pneumatische Haustelegraphen sind bloß für kürzere, einfache Anlagen zweckmäßig. Von einem Druckknopfe aus sollen nicht mehr als zwei Apparate in Tätigkeit gesetzt werden, andererseits sollen aber auch nicht mehr als zwei Druckknöpfe zu einem Apparate führen. Durch die Einführung und vielfache Verbesserung der elektrischen Haustelegraphen haben die pneumatischen an ihrer Bedeutung und Anwendung immer mehr eingebüßt.

Die Benützung des Luftdruckes nach dem Prinzipie der pneumatischen Haustelegraphen findet aber noch immer vorteilhafte Anwendung zum Öffnen von Haustüren, Gartenumfriedungstüren u. dgl. von der Stube aus, indem man die Wirkung des Luftdruckes durch eine geeignete Vorrichtung auf den Türdrücker überträgt. Es bestehen auch Vorrichtungen, welche den Türflügel nicht nur öffnen, sondern auch nach Bedarf wieder schließen.

XIV. Aufzüge in Gebäuden.

(Tafel 104.)

Aufzüge dienen zur Förderung von Speisen, Gegenständen oder Personen zwischen den einzelnen Geschossen in vertikaler Richtung; man teilt sie daher in Speise-, Waren- und Lasten- und Personenaufzüge (englisch Lift), deren Hauptbestandteile sind: Der Schacht, der Fahrstuhl oder Korb, die Aufhäng- und Bewegungsvorrichtung, ferner die treibende Kraft (Motor u. dgl.).

Die Notwendigkeit einer solchen Anlage, dann deren Rentabilität muß genau erwogen werden, bevor man an die Ausführung derselben schreitet.

Im allgemeinen werden Aufzüge nur dann vorteilhaft sein, wenn Personen häufiger zwischen den einzelnen Geschossen, insbesondere bei hohen Gebäuden verkehren müssen oder Gegenstände in größeren Massen daselbst zu transportieren sind.

Die Anlage eines Aufzuges macht aber niemals die Anordnung von Stiegen ganz entbehrlich, schon wegen des raschen und ökonomischen Verkehrs des Dienstpersonales, besonders aber in Anbetracht einer eventuellen Unbenützbarkeit des Aufzuges, insbesondere bei Feuersgefahr.

Der Bequemlichkeit und Zweckmäßigkeit eines Aufzuges stehen aber auch viele Unannehmlichkeiten und Gefahren entgegen, z. B. die Möglichkeit des Reißens oder Brechens der Aufhängvorrichtung bei eintretender Überlastung, besonders nach etwas erfolgter Abnützung. Eine zu rasche Bewegung, welche beim plötzlichen Anhalten in den einzelnen Geschossen starke Stöße verursachen und auch eventuelle Gebrechen zur Folge haben kann. Die Möglichkeit eines Absturzes bei nicht genügender Sicherheitsvorkehrung, ferner speziell bei Personenaufzügen die gebotene Vorsicht beim Ein- und Aussteigen und schließlich die erhöhte Gefahr für die Verbreitung eines Brandes in den einzelnen Geschossen durch den Aufzugschacht, welcher bei unten ausbrechendem Brande wie ein Schlot wirkt und die Flamme rasch nach oben leitet.

Obwohl eine tadellose Anlage, wie sie heute durch leistungsfähige Firmen unter Garantie ausgeführt wird, allen diesen Gefahren möglichst Rechnung trägt, ist beim Betriebe dennoch die größte Vorsicht geboten und eine häufige, gründliche Untersuchung der ganzen Anlage durch Fachleute dringend notwendig.

1. Lage und Einrichtung des Aufzugschachtes.

Der Zweck des Aufzuges bestimmt zumeist auch dessen Lage.

Personenaufzüge sollen leicht auffindbar, in der Nähe des Haupteinganges, angeordnet werden; man verlegt sie meistens in das Stiegenhaus, wozu sich der Raum einer entsprechend großen hohlen Stiegen spindle für den Schacht besonders eignet.

Speisen- und Warenaufzüge müssen so angelegt sein, daß die Lasten in den Geschossen nicht weit transportiert werden dürfen. Kleinere derartige Aufzüge, z. B. Speisenaufzüge werden vorteilhaft in eine Mauer verlegt, in welcher der nötige Raum für die Anlage des Schachtes geschaffen werden kann. Größere Aufzüge in Magazin-, Werkstatteengebäuden u. dgl. werden je nach Bedarf im Stiegenhause, meistens aber in den Räumen selbst untergebracht, manchmal werden sie auch außerhalb des Gebäudes an einer Umfassungsmauer hochgeführt

Der Raum für den Aufzugschacht kann entweder durch alle Geschosse offen geführt werden, muß aber dann in allen Geschossen entsprechende Geländer erhalten. Der Feuersicherheit halber wird derselbe häufig mit feuersicheren Wänden und oben mit einer feuersicheren Decke abgeschlossen. Die Zugänge in den einzelnen Geschossen sind dann ebenfalls feuersicher verschließbar einzurichten.

Zur Führung des Fahrstuhles sind im Schachte **F ü h r u n g s b a l k e n** oder **S c h i e n e n** aus **T**-, **I**- oder **C**-Eisen an den Wänden genau vertikal zu befestigen, während am Fahrstuhl entsprechende Rollen (Leitrollen) oder Führungsnuten (Leitbacken) angebracht werden. Die Anordnung ist so zu treffen, daß eine ruhige und sichere Führung mit möglichst geringer Reibung gesichert ist.

Für die Aufhäng- und Bewegungsvorrichtung verwendet man je nach der zu fördernden Last **S e i l e** oder **G u r t e n** aus **H a n f** oder **S t a h l d r a h t** oder verschieden konstruierte **S t a h l k e t t e n**, welche über **R o l l e n** oder **F l a s c h e n z ü g e** geführt werden.

Bei Verwendung von Seilen, welche sich nach längerem Gebrauche ausdehnen, muß eine Vorrichtung zum Nachspannen derselben vorhanden sein.

2. Einrichtung des Fahrstuhles oder Korbes.

Die Fahrkörbe können je nach ihrem Zweck, ihrer Größe und der notwendigen Tragkraft verschiedenartige Konstruktionen erhalten.

Im allgemeinen bestehen dieselben aus einem kastenartigen Gerippe, das für kleinere Lasten aus Holz, für größere aber aus Eisen hergestellt und unten mit einem festen Boden versehen wird. Die Wände und Decken werden bei Speisen- und Personenaufzügen geschlossen, erhalten aber auf einer Seite (Speisenaufzüge manchmal auf zwei Seiten) eine verschließbare Öffnung zum Ein- und Ausbringen der Last, bezw. Ein- und Aussteigen der Personen. Die Waren- oder Lastenaufzüge erhalten gewöhnlich bloß ein Geländer, manchmal aber auch einen vollständigen Wand- und Deckenabschluß.

F a h r k ö r b e für Speisenaufzüge werden im Innern mit entsprechenden Fächern zum Auflegen der Speisen ausgestattet, die inneren Flächen erhalten einen leicht zu reinigenden soliden Anstrich oder eine ebensolche Verkleidung.

F a h r s t ü h l e für den ausschließlichen Personenverkehr erhalten längs der freien Wände Sitzbänke, eine mehr oder minder reiche dekorative Ausstattung der Wand- und Deckenflächen und eine entsprechende Beleuchtung. Eine Vorrichtung im Innern muß verlässlich anzeigen, in welchem Stockwerke sich der Fahrstuhl befindet, außerdem soll die zumeist zum Verschieben eingerichtete Tür erst dann zu öffnen möglich sein, wenn der Fahrstuhl stille steht.

Obwohl die Aufhäng- und Bewegungsvorrichtung bei Warenaufzügen eine fünffache und bei Personenaufzügen eine zehnfache Sicherheit gewährleistet, muß dennoch, schon wegen Zufälligkeiten, an jedem Fahrstuhle oder Fahrkorbe eine **F a n g -** oder **B r e m s v o r r i c h t u n g** angebracht werden, welche imstande ist, selbst den mit der größten Geschwindigkeit abwärts gehenden, stark belasteten Fahrstuhl mit Sicherheit und ohne jeden Stoß aufzuhalten.

3. Verschiedene Arten von Aufzügen.

Nach der Konstruktion der Aufzüge unterscheidet man *einfache*, das sind solche mit nur einem Fahrkorb, dessen Leergewicht mit einem Gegengewicht ausbalanciert ist, und *doppelte* Aufzüge, bei welchen zwei Fahrkörbe angeordnet sind, wovon der eine abwärts, der andere gleichzeitig aufwärts sich bewegt.

Nach der treibenden Kraft teilt man die Aufzüge in solche mit *Handbetrieb*, *hydraulische Aufzüge* und Aufzüge mit *Dampf-, Gas- oder elektrischem Betrieb*.

a) Aufzüge für den Handbetrieb.

Der Handbetrieb eignet sich mehr für kleinere Aufzüge, z. B. für den Speisen- oder Brennstofftransport usw., wird aber auch für größere, weniger benützte Aufzüge häufig mit Vorteil angewendet.

Die Fig. 1 zeigt einen einfachen Speisenaufzug mit Handbetrieb. Der mit einem Mittelfache versehene, an einer oder beiden Seiten offene Kasten (Korb) *K*, gewöhnlich 60—70 cm breit, 40—50 cm tief und 80 cm hoch, läuft auf vier Gleitbacken 1—4 in zwei Führungen *f*, *f*₁, hängt an einem Hanfseil, welches oben und unten über Rollen läuft und mit seinen Enden an der Decke und am Boden des Fahrkorbes befestigt ist. Zur Ausbalancierung des leeren Korbes ist ein Gegengewicht *G* in das Seil eingefügt.

Der Korb wird durch eine Einschnappvorrichtung in seiner tiefsten Stellung festgehalten. Am Boden des Korbes sind zwei Kautschukpuffer angebracht, welche das beim raschen Herabgleiten unvermeidliche Anstoßen abschwächen.

In Fig. 2 ist ein sonst gleich konstruierter doppelter Speisenaufzug, also ein solcher mit zwei Fahrkörben dargestellt.

Bei den beiden Aufzügen (Fig. 1 und 2) wird durch entsprechendes Ziehen an dem Seile ohne Ende der Aufzug in Bewegung gebracht.

Derartige Aufzüge können für den Transport von Speisen — bei entsprechender Einrichtung des Korbes auch für Waren — zwischen zwei Geschossen ganz vorteilhafte Anwendung finden, bei einer mehrgeschossigen Anlage würde aber der abwärts gehende Fahrkorb eine zu große Geschwindigkeit erreichen, man muß daher in solchen Fällen eine Hemmvorrichtung einschalten, welche es ermöglicht, den Gang des Korbes in einfacher Weise beliebig zu regulieren.

Ein solcher Aufzug, für den Lastentransport eingerichtet, ist in Fig. 4 dargestellt. Bei diesem ist der oben angeordnete Bewegungsmechanismus mit einer Bremsvorrichtung versehen. Durch entsprechendes Ziehen an dem endlosen Seile *s* (Zugseil) wird der Aufzug in Bewegung gesetzt. Durch entsprechendes Anspannen der in den Aufzugschacht herabhängenden Bremskette *k—k*₁ wird die Bremsvorrichtung in Tätigkeit gesetzt, wodurch der Gang des Korbes allmählich langsamer oder durch stärkeres Anspannen nach Bedarf ganz zum Stehen gebracht wird.

Am Bewegungsmechanismus ist auch noch eine Sicherheitsvorkehrung angebracht, welche im Falle unvorsichtiger Handhabung den Mechanismus vor Beschädigungen schützt.

Der Fahrkorb kann auch mit einer Fangvorrichtung versehen werden, die denselben, im Falle das Seil reißt, vor dem Herabfallen hindert.

Solche Aufzüge können für kleinere Lastenaufzüge selbst bis 1000 kg Tragkraft, aber auch für mehrgeschossige Speisenaufzüge vorteilhafte Anwendung finden, man kann sie auch als Doppelaufzug, d. h. mit zwei Fahrkörben konstruieren.

In Fig. 3 ist ein ähnlich konstruierter Personenaufzug mit oben angebrachtem Bewegungsmechanismus, Bremsvorrichtung und Sicherheitsvorkehrung zur Darstellung gebracht; derselbe ist immer mit einer sicher wirkenden Fangvorrichtung

zu versehen. Er eignet sich für eine bis drei Personen, ist von einem Manne leicht zu bedienen und kann in Ermanglung einer anderen Betriebskraft für kleineren Verkehr vorteilhafte Anwendung finden.

Die Fig. 5 bringt einen Holz- und Kohlaufzug mit Kurbelantrieb für mehrgeschossige Gebäude zur Darstellung, welcher in einer Mauernische durch alle Stockwerke bis zum Dachboden führt. Der etwa 80 cm breite, 50 cm tiefe und 130 cm hohe Aufzugkorb *K* wird mit zwölf Leitrollen an zwei Säulen geführt, hängt auf einer englischen Kette und ist mit einem entsprechenden Gegengewicht austariert. Der im Keller aufgestellte Aufzugkran, welcher mit der Aufzugvorrichtung in entsprechende Verbindung gebracht ist, kann von einem Manne leicht bedient werden. Statt dessen kann, namentlich für geringe Lasten und einer geringeren Geschößzahl auch ein einfacher Wandkran an die Wand befestigt werden. Ein im Kellergeschosse am Aufzugschachte angebrachter Zeiger gibt genau an, in welchem Geschosse sich der Fahrkorb befindet.

b) Aufzüge mit hydraulischer Betriebskraft (hydraulische Aufzüge).

Die Betriebskraft wird bei den hydraulischen Aufzügen durch Wasserdruck hervorgerufen, indem man von einem möglichst hoch gelegenen Reservoir durch ein Rohr (Druckrohr) das Wasser auf den in einem Arbeitszylinder verschiebbar eingefügten Kolben leitet, welcher durch den Wasserdruck in Bewegung gesetzt wird. Diese Bewegung wird dann irgendwie dem Aufzug mitgeteilt.

Die Handhabung dieser Aufzüge erfolgt durch die Steuerung, d. h. man reguliert durch eine entsprechende Vorrichtung (Hahn-, Ventil-, Kolben- oder Schiebersteuerung) den Wasser-Zu- und Abfluß derart, daß z. B.:

1. Der Zufluß des Wassers in den Zylinder geöffnet, der Abfluß aber gleichzeitig gesperrt wird, was ein Steigen des Fahrkorbes zur Folge hat, oder

2. der Abfluß geöffnet, und dadurch der Fahrkorb zum Sinken gebracht wird und

3. der Zu- und Abfluß gleichzeitig gesperrt und dadurch der Fahrkorb in seiner gegenwärtigen Stellung still stehend erhalten wird.

Die Größe des hydraulischen Druckes wächst mit der Höhe des Reservoirs über dem Zylinderkolben und mit der Kolbenfläche.

Eine Wassersäule von x m Höhe übt auf 1 cm^2 Fläche einen Druck von $0.1 x \text{ kg}$ aus, folglich auf eine Kolbenfläche $= F \text{ cm}^2$ einen Druck $D = 0.1 \cdot x \cdot F \text{ kg}$. Darnach wären x und F nach der zu hebenden Maximallast zu bestimmen.

Die Übertragung der bewegenden Kraft auf den Fahrstuhl kann entweder direkt durch den entsprechend verlängerten Kolben erfolgen, wird aber größtenteils indirekt durch einen eingeschalteten Mechanismus bewirkt. Man unterscheidet demnach direkt oder unmittelbar und indirekt oder mittelbar wirkende hydraulische Aufzüge.

Bei den direkt oder unmittelbar wirkenden hydraulischen Aufzügen muß der Kolben bis zur höchsten Stellung des Fahrkorbes gehoben werden; dabei sind wieder zwei Konstruktionsarten zu unterscheiden, und zwar:

Nach Fig. 8 wird der Fahrstuhl direkt vom Kolben *Ko* getragen, der also beim Heben des Stuhles nach aufwärts gedrückt und beim Sinken desselben nach abwärts auf seine ganze Länge in den Boden versenkt werden muß.

Bei der in Fig. 9 schematisch dargestellten Konstruktion ist das obere Ende des Kolbens und des Fahrstuhles durch ein Seil verbunden, welches oben über eine Rolle *Rl* läuft und den Fahrstuhl trägt. Beim Abwärtsgehen des Kolbens wird der Fahrstuhl hinaufgezogen und umgekehrt.

Zur Steuerung dient ein über die Rollen $r-r_1$ geführtes Seil ohne Ende, das vom Fahrstuhle aus betätigt wird. An der Aufhängvorrichtung ist auch eine Fangvorrichtung angebracht, welche, im Falle das Seil reißt, den Stuhl in jeder Lage festhält.

Bei diesen Konstruktionen geht sehr viel an Druckkraft verloren, da auch das Gewicht der langen Kolbenstange überwunden werden muß; auch ist das Versenken der langen Kolbenstange umständlich und kostspielig. Man verwendet daher nur mehr indirekt oder unmittelbar wirkende Aufzüge, bei welchen der Weg des Kolbens kürzer ist als der des Fahrstuhles, der Kolbendurchmesser aber im Verhältnisse der Verkürzung wächst, somit auch an Druckkraft bedeutend gewonnen wird. Die Verkürzung des Kolbenhubes erfolgt zumeist durch einen gewöhnlichen oder Differenzialflaschenzug.

In Fig. 6 ist ein solcher hydraulischer Personenaufzug dargestellt. Der Fahrstuhl (Personencoupé) wird mit zwölf Kautschukleitrollen an zwei Führungssäulen geführt, er hängt an einer Kette (oder Drahtseil) und ist mit einer Fangvorrichtung versehen. Die hydraulische Hebevorrichtung, ein stehender Zylinder Zy mit Zu- und Ableitungsrohren, ist im Kellergeschosse untergebracht (derselbe kann auch liegend angeordnet werden).

Durch einen um den Zylinder Zy gelegten Flaschenzug, bei welchem die festen Rollen R unten am Zylinder angebracht sind, die losen R_1 aber auf zwei Führungen $f-f_1$ auf- und abwärts gleiten, wird die Bewegung des Kolbens auf das Zugseil (Kette) übertragen. Im Flaschenzuge sind hier vier feste und vier lose Rollen angeordnet, somit laufen acht Seilstränge über dieselben, und ist daher der Kolbenhub achtmal kleiner als der Hub des Fahrstuhles, oder es wird der Fahrstuhl um das achtfache des Kolbenhubes auf- oder abwärts bewegt.

Die Steuerung s wird durch einen, zumeist im Erdgeschosse angebrachten Hebelmechanismus betätigt, welcher so eingerichtet ist, daß die Bewegung des Fahrstuhles in seinem untersten Stand, sowie in den einzelnen Stockwerken sich automatisch abstellt. Ein im Parterre angebrachter Zeiger Z gibt an, in welchem Stockwerke der Fahrstuhl sich befindet.

Um jeden Unfall durch unzeitgemäße Bewegung des Fahrstuhles beim Ein- und Aussteigen in denselben hintanzuhalten, sind die automatisch verschließbaren Türen in den Stockwerken mit einem elektrischen Läutwerk versehen. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt hier 15—20 m in der Minute.

Der Wasserverbrauch ist bei diesen Aufzügen ein sehr geringer und wird beim Abwärtsgehen des Fahrstuhles gar kein Wasser verbraucht.

Hydraulische Aufzüge sind im allgemeinen nur dort ökonomisch, wo eine Wasserleitung das nötige Wasserquantum hiezu liefert. Ein direkter Anschluß an eine Wasserleitung ist aber nicht zu empfehlen und in den meisten Städten auch nicht gestattet. Man muß daher immer ein entsprechend großes eisernes Reservoir möglichst hoch, z. B. am Dachboden, anordnen und den Zufluß des Wassers in dasselbe automatisch regeln. Der Fassungsraum des Reservoirs soll drei- bis fünfmal so groß sein als jener des Zylinders. Selbstverständlich ist das Reservoir so anzubringen, daß es vor jeder Verunreinigung und auch vor Frost vollkommen geschützt ist.

c) Aufzüge mit Dampf-, Gas- oder elektrischem Antrieb.

Wenn für den Betrieb eines Aufzuges eine maschinelle Kraft verfügbar ist, so ist eine möglichst einfache, aber sicher wirkende Verbindung der Kraftquelle mit dem Betriebsmechanismus herzustellen, durch welche die Auf- und Abwärtsbewegung des Fahrstuhles und auch dessen Stillstand einfach und gefahrlos eingeleitet wird. Hiefür bestehen verschiedenartige Vorrichtungen. Eine einfache Transmissionsanordnung, z. B. für den Dampftrieb ist in Fig. 13 schematisch dar-

gestellt. Die Transmissionswelle T , welche von einer Dampfmaschine in rotierende Bewegung gesetzt wird, ist sehr breit gehalten, während die Betriebswelle B aus drei Riemenscheiben besteht, von welchen die mittlere mit der Welle fest verbunden, die beiden äußeren aber auf der Welle drehbar angebracht sind.

Über die beiden losen Riemenscheiben einerseits und die Transmissionswelle andererseits sind zwei Treibriemen gelegt, von denen der eine a normal (offen), der andere b aber gekreuzt ist. Schiebt man den normal gelegten Riemen über die feststehende mittlere Welle, so wird diese in gleiche Rotation gesetzt wie die Transmissionswelle, schiebt man dagegen den gekreuzten Riemen auf dieselbe, so erfolgt die rotierende Bewegung in umgekehrter Richtung. Die Drehung wird meistens mittels Schraube ohne Ende auf ein korrespondierendes Zahnrad übertragen, welches auf der den Fahrstuhl treibenden Welle w fest aufgekelt ist.

Ein ähnlich eingerichteter Aufzug ist in Fig. 7 dargestellt; derselbe eignet sich zum Fördern der schwersten Lasten (bis 2500 kg) und kann durch eine geeignete Vorrichtung von jedem Stockwerke und auch vom Fahrstuhle aus in und außer Bewegung gesetzt werden. In der untersten und obersten Stellung kommt der Fahrstuhl von selbst zum Stillstand.

Auf ähnliche Art können auch Aufzüge mit elektrischen Motoren betrieben werden. Die Einrichtung ist dann gewöhnlich so getroffen, daß man den Motor vom Fahrstuhle aus beliebig in Betrieb setzen (anlassen) oder abstellen kann.

Wo städtische Elektrizitätswerke vorhanden sind, kann man an das Kabelnetz direkt anschließen und dadurch einen einfachen und billigen Betrieb erreichen.

XV. Blitzableitungen.

Blitzableitungen sollen die Gebäude von der zerstörenden Wirkung atmosphärischer Elektrizität möglichst schützen.

a) Entstehung des Blitzes.

Bei einer mit Wasserdunst und Elektrizität geschwängerten Wolke kondensieren sich die Wasserbläschen, sobald sie in eine kalte Luftströmung gelangen, zu Wassertropfen, wobei die ursprüngliche Oberfläche der Bläschen auf weit über den tausendsten Teil vermindert wird. Im gleichen Maße steigt nun auch die elektrische Spannung der einzelnen Wassertropfen und bei Regenbildung durch die Verminderung des Volumens und der Oberfläche der Wolke auch die elektrische Ladung derselben.

Die mit Elektrizität überladenen Gewitterwolken wirken derart erregend (influenzierend) auf die zunächst liegenden Teile der Erdoberfläche, daß die der Ladung entgegengesetzte (positive oder negative) Elektrizität angezogen, die gleichnamige aber nach dem Erdinneren abgestoßen wird. Diese Influenzwirkung nimmt mit der Verminderung der Entfernung zwischen Wolke und dem betreffenden Gegenstande auf der Erdoberfläche und mit dessen Leitungsfähigkeit und Massigkeit immer mehr zu, bis die elektrische Spannung so stark geworden ist, daß der Widerstand der dazwischen liegenden Luftschichte den Ausgleich nicht mehr aufzuhalten vermag. In diesem Momente erfolgt der Spannungsausgleich durch den zur Erde niederfahenden Blitz, der nur jenen Weg zu den ausgedehnten Leitermassen — dem Grundwasser — wählt, welcher ihm den geringsten Widerstand darbietet.

b) Wirkung des Blitzstrahles.

Nach theoretisch aufgestellten Daten ist die Wirkung des Blitzes wie folgt zu erklären:

Der Blitzstrahl repräsentiert eine bestimmte, in Form von elektrischer Energie in demselben angehäuften Arbeitsgröße. Auf dem Wege zum Erdinneren findet der Blitz überall Widerstand, den er überwinden muß, wobei er beständig elektrische Energie abgibt, welche sich in Wärme, Licht, mechanische Bewegung, Schall, magnetische und chemische Energie umsetzt, bis schließlich die ganze elektrische Energie in andere Formen umgesetzt ist und der Blitzstrahl sein Ende gefunden hat.

Die Zerstörung, welche der Blitz auf seinem Wege z. B. durch ein Gebäude anrichtet, ist wesentlich von dem Widerstande abhängig, welchen derselbe auf seinem Wege zum Erdinneren vorfindet. Je größer der Widerstand ist, ein desto größerer Teil der elektrischen Energie wird in andere Energie umgesetzt und desto ärger wird die zerstörende Wirkung sich äußern.

Zusammenhängende, namentlich ausgedehnte Metallmassen bieten den geringsten, Isolatoren und auch Halbleiter (Holz u. dgl.) den größten Widerstand. Schwächere Metallteile, eventuell auch Halbleiter (Holz u. dgl.) können dabei bis zur hellen Glut, bezw. Entzündung erhitzt werden und einen Brand verursachen. Besonders gefährlich sind Gasleitungsrohre, insbesondere aber Sprengstoffe.

Größere Metallmassen werden durch den Blitz nur für einen Moment in magnetischen Zustand versetzt, eventuell erwärmt, erleiden aber sonst keine Veränderung.

Eine andere Gefährdung durch Blitzschlag bilden die sogenannten Rückschläge.

Wie erwähnt, wirkt eine Gewitterwolke influenzierend auf die unter derselben befindlichen Teile der Erdoberfläche. In dem Momente, wo der Blitzstrahl zur Erde niedergeht, wird diese Influenz noch bedeutend verstärkt und hört erst dann ganz auf, bis der Blitzstrahl in der Erde sich verloren hat. Wenn nun der Blitzstrahl während seiner größten Spannung auf der Erdoberfläche zusammenhängende Metallmassen, wie Wasser-, Gas-, Telegraphen- und Telephonleitungen, Eisenkonstruktionen u. dgl. vorfindet, so entstehen hiedurch rasch aufeinander folgende elektrische Wellen von solcher Intensität, daß zu den einzelnen Metallmassen kräftige Funken überspringen, die Zerstörungen und Brand verursachen können. Zur Vermeidung solcher Seitenentladungen empfiehlt es sich, bei Blitzableiteranlagen alle im betreffenden Gebäude vorhandenen größeren Metallteile untereinander und mit der Leitung gut leitend zu verbinden.

c) Durch die Lage und Bauart der Gebäude bedingte Blitzgefahr.

Nach theoretischen Betrachtungen und praktischen Erfahrungen wird die Gefahr von Blitzschlägen auf ein Bauobjekt von verschiedenen Faktoren beeinflusst, und zwar:

1. Bei Objekten, welche auf irgend eine Weise mit dem Grundwasser in leitender Verbindung stehen, z. B. durch Wasser- und Gasleitungen, Pumpbrunnen, feuchte Fundamente, feuchten Untergrund und hohen Grundwasserstand usw., ferner bei jenen, welche in unmittelbarer Nähe von stehenden oder fließenden Gewässern, Sümpfen u. dgl. sich befinden, ist die Gefahr eines Blitzschlages im allgemeinen größer.

2. In der Ebene sind Objekte vom Blitzschlage um so mehr gefährdet, je höher sie über die zunächst liegenden Gebäude emporkragen, z. B. hohe Häuser, Kirchtürme, Fabriksschloten usw.

3. Einzeln stehende Bauobjekte, Gehöfte u. dgl. sind unter sonst gleichen Verhältnissen dem Blitzschlage mehr ausgesetzt als solche, die in geschlossenen Orten stehen; durch eine hohe Lage derselben, z. B. im Gebirge, wird die Wahrscheinlichkeit eines Blitzschlages noch erhöht, besonders wenn die Objekte auf feuchtem Grund stehen.

4. Telegraphen-, Telephon- und elektrische Lichtleitungen, welche oberhalb der Gebäude geführt werden, üben im allgemeinen eine schützende Wirkung auf die betreffenden Gebäude aus, aber nur dann, wenn diese Leitungen in nicht zu großer Entfernung mit guten Blitz- und Erdableitungen verbunden sind. Befinden sich aber in der Nähe solcher Leitungen oder ihrer Abzweigungen metallische Leitermassen wie Gas- und Wasserleitungen u. dgl., so muß für eine gut leitende Verbindung mit denselben Vorsorge getroffen werden, da diese sonst eine erhöhte Blitzgefahr für die zunächst liegenden Objekte bilden.

d) Einrichtung und Wirkung der Blitzableiter.

Man unterscheidet zwei Systeme von Blitzableitern, und zwar:

1. Das System Franklin, bei welchem zwischen dem höchsten Punkte eines Objektes und dem Grundwasser durch eine entsprechende Leitung ein Weg geringsten elektrischen Widerstandes gebahnt wird.

2. Das System Farady, welches darauf beruht, daß elektrische Entladungen von rasch wechselnder Bewegungsrichtung — wie dies beim Blitzschlage zutrifft — nicht gleichmäßig den ganzen Querschnitt leitender Metallmassen durchziehen, sondern größtenteils bloß die Oberfläche derselben.

Demnach bietet z. B. ein Dachabfallrohr aus entsprechend starkem Blech dem Blitzschlage fast den gleichen geringen Widerstand, wie eine Eisenstange von gleichem Querschnitte. Gegenstände, die sich innerhalb einer metallischen Umhüllung befinden, sind gegen Blitzschlag geschützt, vorausgesetzt, daß die Umhüllung nicht so dünn ist, daß sie durch den Blitzschlag geschmolzen oder zerrissen werden kann.

Nach dem System Farady wird man daher die Oberfläche des zu schützenden Objektes entweder ganz mit Metall bekleiden (Blehdach), oder ein möglichst engmaschiges Netz aus entsprechenden Drahtseilen darüber ziehen.

1. Blitzableitung nach System Franklin.

Bei diesem System hat man zu unterscheiden: Die Auffangstange und die Leitung und von letzterer wieder die Luft- und die Erdleitung. Die Luftleitung teilt sich wieder in die Dach- und Wandleitung und die Erdleitung in die Boden- und Tiefleitung.

a) Die Auffangstange (Fig. 1 und 2, T. 105).

Diese besteht aus der kupfernen Spitze, dem Schafte, das ist die eigentliche Stange und dem Fuße. Die Formen und Dimensionen sind aus den Fig. 1 und 2 zu entnehmen.

Die kupferne Spitze, welche an die Auffangstange mit einem Muttergewinde festgeschraubt wird, darf weder eine Vergoldung noch einen Anstrich erhalten.

Der Schaft ist eine schmiedeeiserne, konische Eisenstange von 20 mm oberem Durchmesser; der untere Durchmesser nimmt mit der Länge der Stange zu und beträgt derselbe bis 3 m Länge 25, bis 4 m 35 und bis 5 m 40 mm Durchmesser. Im untersten Teile hat der Schaft einen quadratischen Querschnitt von 40 mm Seitenlänge und ist an seinem Ende keilförmig in die Gabel des Fußes genau passend zugearbeitet. Die Verbindung der Auffangstange mit der Gabel des Fußes erfolgt durch zwei Schraubenbolzen und ist das obere Loch des Schaftes elliptisch geformt,

damit man bei gelöster unterer Verschraubung die Stange etwas heben und dann umlegen kann. Das untere Ende des Fußes wird gabelförmig auf die Dachsparren oder Firstpfette passend zugeschmiedet und mit diesen sowie mit einem am Sparrenpaare befestigten Kehlbalken durch Schraubenbolzen verbunden (Fig. 3 a und b). Zur Ableitung des Regenwassers von der Auffangstange auf die Dachfläche sind an der Stange zwei Schirme s^1 und s^2 (Fig. 1 und 2) befestigt.

Die Auffangstangen sollen, abgesehen von Rauchschloten, an den höchsten Stellen des Daches, also am Dachfirst, in solcher Höhe und Anzahl angebracht werden, daß das Objekt bis zu einer Grenze geschützt ist, welche durch die Kegel­fläche bestimmt wird, deren Mantellinie unter 1 : 2 geneigt ist und durch die Spitze der Auffangstange geht.

Bei regelmäßigen Gebäuden wird man die Höhe der Auffangstangen mindestens ein Viertel der Gebäudebreite nehmen, vorausgesetzt, daß deren Spitzen die höchsten Rauchschlote und sonstigen Dachbestandteile u. dgl. noch mindestens 1,25 *m* überragen.

Werden Auffangstangen direkt an Rauchschlote oder sonstigen Dachüberhö­hungen angebracht, so müssen sie diese um 1,25 *m* überragen.

Ergeben sich für die Höhe der Auffangstangen verschiedene Maße, so ist das größte Ausmaß zu wählen; dieses darf aber 5 *m* nicht überschreiten, da sonst beim Aufstellen und Befestigen derselben Schwierigkeiten eintreten.

b) Die Leitung.

Für die Leitung verwendet man Rundeisen von 15 *mm* Durchmesser oder Flacheisen von gleichem Querschnitt oder verzinkte Drahtseile ohne Hanfeinlage von solchen Dimensionen, daß die Summe der Querschnitte aller Drähte dem Querschnitte eines 15 *mm* dicken Rundeisens gleichkommt.

An der Meeresküste werden 7 *mm* dicke Kupferdrähte oder Kupferdrahtseile verwendet, deren einzelne Drähte mindestens 2 *mm* dick und in solcher Anzahl angeordnet sind, daß die Querschnittssumme aller Drähte jener eines 7 *mm* dicken Drahtes entspricht.

Für Leitungen, deren Erdleitung nicht über 500 *m* lang ist, genügen die angegebenen Querschnitte; längere Leitungen müssen der Länge entsprechend um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des Querschnittes stärker dimensioniert werden.

Die Verbindung der Rundeisenstangen erfolgt durch Verschraubung mit Muffen, welche entgegengesetzte Muttergewinde eingeschnitten haben (Fig. 5 a). Bei Drahtseilen werden die Enden auf 15 *cm* Länge flach geklopft, übereinander gelegt, mit dünnem Draht gut verschnürt und mit Schnellot verlötet.

Der Anschluß an die Auffangstange wird durch einen an den Fuß der Stange gut passenden und fest angepreßten Ring bewerkstelligt. Bei einer Leitung mit Rundeisen werden nach Fig. 4 so viele Ansätze aus Rundeisen vom Leitungsquer­schnitt eingenietet, als dort Leitungen abzweigen sollen. An diese mit Schraubengewinden versehenen Ansätze werden die Leitungstangen mit den bekannten Muffen angeschraubt. Bei Drahtseilleitungen erhält der Ring an seinem Umfange eine Rinne, in welche das Drahtseil genau hineinpaßt. Das Seil wird in diese Rinne den Ring fest umfassend eingelegt, an seinem Ende etwas flach geklopft, mit dünnem Draht festgeschnürt und gut verlötet (Fig. 10).

Bei Verwendung von Kupferdrähten werden die Verbindungen der Enden und die Anschlüsse an die Auffangstangen in ähnlicher Weise wie bei Drahtseilen durchgeführt.

Bei Krümmungen dürfen nur flache Bögen, auf keinen Fall scharfe Brechungen vorkommen.

Als Rostschutz erhalten die Bestandteile der Luftleitungen bei Rundeisen und eisernen Drahtseilen und auch die Auffangstangen einen Anstrich mit Steinkohlenteer-Asphal­tlack und die Erdleitungen eine Hanfumhüllung nebst einem dreimaligen Teeranstrich. Kupferleitungen bedürfen natürlich keines Anstriches.

α) Anordnung der Luftleitung.

Die Luftleitung teilt sich in die Dachleitung und in die Wandelleitung. Besitzt ein Gebäude mehrere Auffangstangen, so werden diese am Dachfirst durch die Firstleitung verbunden.

Die Ableitung muß stets vom Fuße einer Auffangstange erfolgen, darf daher nicht zwischen zwei Stangen von der Firstleitung abzweigen. Bei mehr als zwei Auffangstangen genügt es, wenn nur jede zweite Stange mit einer Ableitung versehen wird.

Je nach der Lage der Auffangstangen und der Form des Daches führt man die Dachleitung längs der Dachneigung, mit Vorliebe aber an den Graten bis über das Hauptgesimse in die Wandelleitung.

Bei kleineren Anlagen soll man womöglich stets zwei Ableitungen anbringen, eine an der Wetterseite, die andere, wenn tunlich, auf der entgegengesetzten Seite in möglichst symmetrischer Lage.

Die Unterstützung und Befestigung der Dachleitung erfolgt in Entfernungen von 4—6 m mit eisernen Trägern, welche am Dachfirst (Firstleitung) nach Fig. 5 an die Dachsparren festgeschraubt, sonst aber nach Fig. 6 mit ihren Spitzen in die Dachsparren eingeschlagen werden; in die oberen gabelförmigen Enden der Träger werden die Rundeisenstangen oder Drahtseile eingelegt und mit kleinen Schraubenbolzen festgehalten.

Die Wandelleitung erhält eine ähnliche Befestigung bei Rundeisen unter jeder Muffenverbindung (Fig. 7) und bei Drahtseilen nach Fig. 11 in entsprechenden Entfernungen. Die Träger der Wandelleitung dürfen aber nicht mit eisernen Schließen, Trägern u. dgl. in Berührung kommen, weil dadurch gefährliche Zweigleitungen ohne Verbindung mit dem Grundwasser geschaffen werden würden. Die Träger sind so zu befestigen, daß die Dach- und Wandelleitung 5—10 cm von der Dach-, bezw. Wandfläche absteht.

Rauchschlote, welche die Firstleitung überragen, sollen durch einen um den Rauchfangkopf geführten eisernen Kranz mit der Firstleitung in metallische Verbindung gebracht werden. Ähnlich sollen auch alle am Dache vorhandenen Metalle größeren Umfanges, wie Eindeckungsfläche, Dachrinnen, eiserne Träger u. dgl. mit der Dachleitung verbunden werden.

β) Anordnung der Erdleitung.

Anschließend an die Luftleitung führt in einer Tiefe von 1.0—1.3 m die Bodenleitung auf dem kürzesten Wege bis zur Tiefleitung, welche in einem Schachtbrunnen oder in stehende oder fließende Gewässer bis unter den tiefsten Grundwasserstand führt, wo sie mit einer Eisenplatte oder einem Eisenrohre abschließt.

Als Tiefleitung können aber auch die Rohre eines Rammbrunnens dienen, deren unteres Rohrende mindestens 3 m in das beständige Grundwasser hinabreicht. In diesem Falle wird die Bodenleitung mit einem um das obere Rohrende festgeschraubten und angelöteten eisernen Ring verbunden, Fig. 12. Solche Rammbrunnen sollen aber zum Wassers schöpfen nicht benützt werden, erhalten daher keine Pumpe und können somit beliebig tief eingerammt werden.

Schachtbrunnen, dann stehende oder fließende Gewässer müssen unzweifelhaft mit dem beständigen Grundwasser in guter Verbindung stehen und dauernd Wasser führen. Die Brunnensohle soll 3 m unter den Grundwasserspiegel hinabreichen.

Man kann in einen Brunnenschacht zwei oder auch mehrere Tiefleitungen einführen, doch müssen diese so angeordnet werden, daß sie vor jeder Beschädigung geschützt sind und mit dem Schöpfenden in keinen Kontakt stehen. Eine Vereinigung solcher Tiefleitungen zu einer einzigen Leitung darf nur dann stattfinden, wenn diese von ein und demselben Gebäude oder einem zusammenhängenden Gebäudekomplex herkommen.

Bei Bodenleitungen, die von räumlich getrennten Gebäuden kommen, muß jeder Leitungsstrang für sich bis zum Grundwasser geführt und dort mit seiner eigenen Platte oder Röhre verbunden werden.

Nur ausnahmsweise können, wo es die örtlichen Verhältnisse wünschenswert erscheinen lassen, zwei oder mehrere von einem Gebäude oder zusammenhängenden Gebäudekomplexe kommende Bodenleitungen vor Erreichung des Grundwassers zu einem Bündel vereinigt werden. Die einzelnen Leitungen müssen aber dann ihren Querschnitt beibehalten und parallel zueinander bis zum Grundwasser führen, wo sie in einer entsprechend vergrößerten Grundplatte endigen.

Befinden sich in der Nähe der Bodenleitung Wasser- oder Gasleitungen, so sind diese Rohre mit der Leitung in metallische Verbindung zu bringen. Führen solche Rohre auch in die höher liegenden Gebäudegeschosse, so sind sie auch dort mit der Luftleitung entsprechend zu verbinden. Bestehen solche Rohrleitungen aus Bleiröhren oder sind die eisernen Rohrleitungen mit isolierenden Hanfeinlagen abgedichtet, so soll man die Leitungsfähigkeit derselben durch parallel zur Leitung geführte, entsprechend starke Drähte verstärken. Diese Drähte müssen an möglichst vielen Stellen mit der Leitung metallisch verbunden werden.

Selbstverständlich darf ein Anschluß an Gas- oder Wasserleitungsrohre niemals als Endleitung angesehen werden, es muß also in jedem Falle die Endleitung mit Grundplatte bis in das beständige Grundwasser geführt werden. Auch die Einmündung der Erdleitung mit einem zusammengerollten Drahtseil ohne Grundplatte oder Rohr — wie es häufig geschieht — ist schlecht und muß unbedingt vermieden werden.

Die Tiefleitung aus Rundeisen wird in Brunnenschächten unter jeder Muffe, dann dazwischen auf 1.5 *m* Entfernung mit Mauerhaken so wie die Wandleitung befestigt, manchmal auch ganz eingemauert. Bei Drahtseilen ist die Befestigung ähnlich.

Führt die Tiefleitung in offene Gewässer, so kann sie frei an der Uferböschung bis auf den Grund, mindestens aber 1 *m* unter den niedersten Wasserstand versenkt werden. Sind aber Beschädigungen zu befürchten, so muß sie in der Uferböschung eingegraben werden.

Das untere Ende der Tiefleitung wird entweder mit einer 8 *cm* weiten, 4 *m* langen Eisenröhre oder mit einer 6—10 *mm* dicken Eisenplatte von 0.4 *m*² bis 0.6 *m*² Flächeninhalt metallisch verbunden. Hiefür werden die Rundeisenstangen flach geschmiedet und mit dem Rohre oder der Platte durch Schraubenbolzen verbunden, Fig. 8; ähnlich kann die Verbindung auch bei einer Drahtseilleitung erfolgen, die aber überdies noch an die verzinkte Röhre oder Eisenplatte festzulöten sein wird.

Bei einer Kupferleitung soll die Grundplatte 2—3 *mm* stark, 1 *m* lang und breit sein und mit der Leitung verlötet werden, bei Verwendung einer Kupferröhre ist die Dimensionierung und Verbindung ähnlich.

2. Blitzableitung nach System Farady.

Ist die Führung der Erdleitung bis zum beständigen Grundwasser mit großen Schwierigkeiten verbunden, so wird man vorteilhafter das System Farady anwenden.

Wie im Punkte *d*, 2 erwähnt, beruht dieses System auf dem Prinzipie des Oberflächenschutzes. Man wird also trachten, das Dach und die Wände des zu schützenden Objektes mit einem metallischen Leiter von genügender Stärke zu überziehen und diese Umhüllung mit der feuchten Erde in leitende Verbindung zu bringen.

Blechdächer in Verbindung mit Wandverkleidungen aus Blech, wie sie bei provisorischen Bauten, z. B. Wellblechbaracken vorkommen, ferner ganz in Eisen konstruierte Objekte bieten im allgemeinen auch ohne Auffangstangen und bei mangelhafter Erdleitung einen hinreichenden Blitzschutz für das betreffende Objekt

In Ermanglung eines solchen Oberflächenschutzes und bei fehlender, natürlicher Erdleitung wird man jene Objekte, welche infolge ihrer Lage oder ihres gefährlichen Inhaltes (Sprengstoffe) einen Blitzschutz unbedingt erheischen, mit einem engmaschigen Netz aus Drahtseilen u. dgl. überziehen.

Hiezu dient die Dach-, Wand- und Erdleitung.

a) Die Dachleitung.

Einzelne stehende Gebäude, insbesondere Sprengmittelmagazine, erhalten über die ganze Dachfläche aus verzinkten Drahtseilen ein Netz, welches wie beim Franklinsystem geführt und befestigt wird (Fig. 9). Bei Mangel einer Wasserableitung soll jedoch die Luftleitung derart vermehrt werden, daß die einzelnen Querseile nicht weiter als 5 m voneinander entfernt sind.

Blechdächer, welche den besten Blitzschutz gewähren, machen die Dachleitung natürlich ganz entbehrlich.

b) Die Wandleitung.

Es ist vorteilhaft, die Dachleitung mit der gleichen Neigung 3—5 m über die Umfassungswände des Gebäudes fortzuführen und dann erst an vertikal aufgestellte Stangen bis zur Bodenleitung abwärts zu führen (Fig. 9).

Wo die Verhältnisse diese Anordnung nicht gestatten, werden die Dachleitungen an den Umfassungswänden, wie beim System Franklin zur Bodenleitung herabgeführt, dabei soll aber auf eine möglichst symmetrische Anordnung der Wandleitung gesehen werden, weil hiedurch die elektrische Induktion auf die im Gebäude befindlichen Objekte vermindert wird. Alle an den Umfassungswänden angebrachten größeren Metallbestandteile (eiserne Türen, Fensterläden u. dgl.) sind miteinander und mit der Wandleitung durch entsprechende Leitungsdrähte möglichst zu verbinden.

c) Die Erdleitung.

Ist eine Führung der Wandleitung bis zum Grundwasser nicht möglich, so muß um das ganze Gebäude ein geschlossener Drahtseilstrang eingegraben werden, an welchen alle Enden der Wandleitung mit metallischer Verbindung anschließen. Dieser Drahtseilstrang soll 3—5 m von den Umfassungswänden entfernt in den Boden eingegraben werden, nur wenn es die Verhältnisse nicht gestatten, kann man ihn auch unmittelbar neben den Fundamentmauern eingraben.

Von diesem Verbindungsstrang zweigen die Erdleitungen ab, welche in gleicher Anzahl wie die Wandleitungen 30—50 m nach außen bis in feuchte Erde führen sollen.

Lassen aber die Verhältnisse so lange gerade Leitungen nicht zu, so können an ihrer Stelle drei bis vier kürzere (10—15 m lange) Leitungen fächerförmig auslaufend angeordnet werden, Fig. 9.

Zum Schutze der Drahtseile gegen Beschädigungen können diese bei der Einmündung in den Erdboden in Eisenrohre gelegt werden, welche, 1 m tief in den Boden eingegraben, um 1.5—2 m über den Boden emporragen (Fig. 9).

3. Untersuchung der Blitzableitungen.

Jedes Frühjahr sollen Blitzableitungen gründlich untersucht werden. Dabei sind zu prüfen:

1. Die Wassertiefe der als natürliche Erdleitung dienenden Brunnen;
2. der stetige Zusammenhang (Kontinuität) der Leitung;
3. die Beschaffenheit der Spitzen bei allen Auffangstangen;
4. die Luftleitung bezüglich Festigkeit und Güte derselben, insbesondere der Verbindungen der Stützen und des Anstriches.

Zu 1. Bei Rammbrunnen soll man durch Hinablassen eines Senkels in die Rohre sich überzeugen, ob der Kontakt mit dem Grundwasser besteht. Diese Untersuchung soll auch im Hochsommer, insbesondere bei anhaltend trockener Jahreszeit vorgenommen werden. Ist der Wasserstand nicht genügend, so muß der Brunnen durch Nachschlagen der Röhre vertieft werden.

Zu 2. Die Kontinuität der Leitung kann am verlässlichsten mittels des galvanischen Stromes untersucht werden. Hierzu bedient man sich einer kleinen Telegraphenbussole und eines Elementes, das aus einem in Wasser getauchten Zink- und Kupferblech mit je $0\cdot10\text{ m}^2$ Flächeninhalt gebildet ist. Dieses Element wird bei Einschaltung des dazu gehörigen Leitungsdrahtes, an der Bussole einen Ausschlag von beiläufig 10^0 zeigen.

Schaltet man in den Stromkreis überdies die Blitzableitung ein, so wird die geringste Unterbrechung im Zusammenhange der Leitung den Ausschlag der Bussolelnadel auf Null reduzieren.

Prüfung der Kontinuität der Leitung.

Fig. 13 zeigt die Draufsicht eines in einem Kästchen verwahrten Elementes bei geöffnetem Deckel; *b* ist die flach eingerollte Erdplatte aus Kupferblech, mit einem daran befestigten Kupferdraht von 25—30 *m* Länge; *c* die Bussole; *d* das Element. Der übrige umspinnene Leitungsdraht von 100 *m* Länge wird auf eine Spule aufgewickelt, die im Elemente *d* Platz findet und zum Gebrauche herausgenommen wird.

Zur Prüfung stellt man das Kästchen so, daß die Spitze der Bussole an der Kreiseinteilung mit „Nord“, bezw. „Süd“ zusammenfällt. Nachdem das Element bis auf 3 *cm* vom oberen Rande mit Wasser gefüllt wurde, prüft man zuerst die Richtigkeit des Elementes, indem man die Klemme 1 und 2 mit einem kurzen Draht verbindet, bei 3 und 4 aber die beiden Enden des Leitungsdrahtes festklemmt; vorerst müssen aber alle Drahtenden blankgeschabt werden.

Ist durch einen befriedigenden Ausschlag der Nadel die Funktionsfähigkeit des Apparates dargetan, so schaltet man die Blitzableitung in den Stromkreis ein; hierbei ist der Vorgang nach der Art der Leitung verschieden, und zwar: Bei einer Anlage nach Fig. 14 ist die volle Linie 1, 2, *B* die Blitzableitung und die gestrichelte 1—*B* der Leitungsdraht, welcher bei 1 an die blank gefeilte Auffangstange mehrmals umwickelt und mit der Grundplatte *b* (Fig. 17) in das Brunnenwasser versenkt wird, *c* ist die Bussole und *d* das Element. Der Stromkreis ist nun geschlossen und die Bussolelnadel muß einen Ausschlag von beiläufig 10^0 geben, vorausgesetzt, daß die Leitung in Ordnung ist. Gibt die Nadel keinen oder einen nur sehr geringen Ausschlag, so ist der stetige Zusammenhang der Leitung unterbrochen und muß dann der Fehler durch allmähliche Einengung der zu untersuchenden Strecke aufgesucht und behoben werden.

Bei einer Anlage nach Fig. 15 mit zwei Auffangstangen 1 und 2 und einer dazwischen angeordneten Ableitung 3—*B* muß man die Leitungen 1—3—*B* und 2—3—*B* abesondert durch zwei Einschaltungen 1—*B* und 2—*B* prüfen.

Bei einer Anlage nach Fig. 16 müßte man zuerst die Leitung 2—1—*B* untersuchen, dabei aber die zweite etwa bei *f* an einer gut zusammenfügbaren Stelle unterbrechen. Sodann müßte nach erfolgter Verbindung bei *f* die Leitung 2—3—*B* geprüft, hierzu aber wieder die früher geprüfte etwa bei *d* geöffnet und nach erfolgter Prüfung wieder zusammengefügt werden.

Nach erfolgter Untersuchung und Behebung etwaiger Mängel wird das Element entleert, die Erdplatte gereinigt und getrocknet und der Apparat verpackt.

III. Teil.

Instandhaltung, Umgestaltung und Demolierung bestehender Gebäude.

I. Instandhaltung der Gebäude.

(Tafel 106.)

Um ein Gebäude im guten Zustand durch längere Zeit zu erhalten, muß man die zeitweise auftretenden Mängel und Gebrechen beheben, bevor sie an Umfang zunehmen oder den soliden Bestand ungünstig beeinflussen. Man soll daher jedes Gebäude mindestens jährlich gründlich untersuchen, außerdem ist nach jedem Sturm, Gewitter, nach starken Regengüssen u. dgl. eine Besichtigung jener Gebäudeteile notwendig, welche dadurch Schaden gelitten haben könnten (Dächer, Decken, Kanäle, Grundmauern u. dgl.).

Bei der Untersuchung darf man sich nicht mit einer oberflächlichen Besichtigung begnügen, sondern man muß, namentlich bei älteren und stark benützten Bauten, auch die tragenden Konstruktionsteile untersuchen und hiezu eventuell bloßlegen, besonders aber alle jene Teile, welche mehr beansprucht sind oder leicht Schaden erleiden, z. B. Tramaufleger, Dachrinnen, Dachwasserläufe, Auswechslungen usw. auf das Genaueste untersuchen.

Man muß auch jede Ursache einer zerstörenden Einwirkung auf das Sorgfältigste zu ergründen trachten, damit eine zweckmäßige und dauernde Abhilfe getroffen werden könne.

Um aber die Kosten derartiger Untersuchungen durch Aufreißen usw. nicht unnütz zu erhöhen, muß man einerseits darüber im Klaren sein, wo die Mängel in erster Linie zu suchen sind und andererseits das Resultat jeder Untersuchung dauernd vormerken, um gewisse Anhaltspunkte für später eintretende Ereignisse zu besitzen, auf Grund deren man ein richtiges Urteil fällen kann.

Für den Vorgang bei der Untersuchung, dann für die Beurteilung der vorgefundenen Mängel und deren rationelle Abhilfe lassen sich im allgemeinen keine bestimmten Regeln aufstellen. Das Richtige für jeden einzelnen Fall zu treffen, lehrt nur eine umfangreiche Praxis auf Grund einer fachlichen, theoretischen Vorbildung.

Im nachstehenden sollen einige am häufigsten vorkommende Fälle der Untersuchung und der Behebung vorgefundener Mängel an den Hauptkonstruktionsteilen von Gebäuden usw. besprochen werden.

A. Untersuchung der Gebäudeteile und Behebung der Mängel.

1. Mauerwerk.

In der Regel bedürfen solid ausgeführte, genügend starke und gut fundierte Mauern, abgesehen von kleineren Verputzausbesserungen, keiner besonderen Instandhaltung, wenn sie vor Feuchtigkeit und vor jeder übermäßig großen Inan-

spruchnahme dauernd geschützt werden. Man muß daher trachten, jede Feuchtigkeit (Niederschläge, Erdfeuchtigkeit, Abort- und Kanalstoffe, Spülwasser u. dgl.) vom Mauerwerke fern zu halten und auch jede übermäßig große Inanspruchnahme (starke Belastung, Erschütterung, Setzungen, Seitenschübe u. dgl.) hintanzuhalten.

Es müssen also in dieser Beziehung auch die Mauern zeitweise untersucht und vorgefundene Mängel gründlich behoben werden.

Feuchtigkeit macht sich anfangs durch feuchte, dunklere Flecken an den Mauerhäuptern, später durch verschiedenartige Färbungen und bei vorgeschrittener Zersetzung des Mörtels, eventuell auch der Steine durch verschiedenartige Ausscheidungen, Abbröcklungen des Verputzes u. dgl. bemerkbar (siehe Mauerfraß).

Allzugroße Inanspruchnahme der Mauern durch starke Belastung, Erschütterung, Seitenschübe, Senkungen u. dgl. äußert sich am Mauerhaupte durch Risse, Ausbauchungen, teilweise Abbröcklung des Verputzes u. dgl.

Im nachstehenden werden einige häufiger vorkommende Mängel und deren Behebung erläutert, und zwar:

a) *Feuchte Stellen* im Sockel, bei Aborten und Küchen, bei Hauptgesimsen u. dgl., welche die Folge von aufsteigender Erdfeuchtigkeit, von undichten Rohrleitungen, schadhaften Dachrinnen usw. sein können, sind bezüglich der Entstehungsursache genau zu untersuchen und die Mängel zu beheben.

Feuchter Verputz ist vollständig abzuschlagen, die Fugen sind möglichst tief auszukratzen, eventuell vom Mauerfraß befallene Ziegel oder Steine auszustemmen und die Mauerflächen gut austrocknen zu lassen. Erst nach vollkommenem Austrocknen der Mauer werden die etwa ausgestemmt Steine durch neue Ziegel ersetzt und die Mauerhäupter wieder verputzt.

Isolierungen gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit sind bei bestehenden Gebäuden meistens schwierig und nur mit großen Kosten herzustellen (siehe Isolierungen, II. Band, Seite 310).

b) *Durch den Frost oder durch Witterungseinflüsse zerstörtes Mauerwerk* muß vollständig abgebrochen, eventuell ausgestemmt und durch neues Mauerwerk in Zementmörtel ersetzt werden; dabei ist auf eine entsprechende Verschmattung mit der alten Mauer zu sehen.

c) *Vom Mauerfraß angegriffene Mauern* unterliegen sehr bald der Zerstörung. Am schädlichsten wirkt der Mauerfraß, der durch salpetersaure Salze verursacht wird, welcher besonders an solchen Mauern auftritt, die mit Humus- oder Fäulnisstoffen in Verbindung stehen, z. B. bei Aborten, Düngerbehältern, Ausgüssen u. dgl.

Auch unreiner, schädliche Salze enthaltender Mörtel verursacht häufig den Mauerfraß namentlich dann, wenn die Mauerfeuchtigkeit nicht entweichen kann. Auch ein Gehalt von Schwefelkies in dem zur Ziegelbereitung verwendeten Tone kann die Ursache des Mauerfraßes sein.

Das Vorhandensein des Mauerfraßes äußert sich schon am Verputze durch Ausblühungen verschiedener Art. Soda verursacht grünlichweiße Ausblühungen in Form von feinen Nadeln. Der milchweiße Belag, welcher die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anzieht sowie die zuweilen auftretende schmutzigweiße Kruste, welche ebenfalls Feuchtigkeit anzieht, rühren von Kalksalzen her. Geschlossene Räume erfüllt der Mauerfraß mit einer feuchten, dumpfen und ungesunden Luft.

Die gänzliche Beseitigung des Mauerfraßes ist in der Regel sehr schwierig und kostspielig, man muß daher schon beim Neubau durch geeignete Mittel, wie Isolierung, Verwendung von reinem Mörtel und guten Steinen usw. dessen Auftreten unmöglich machen. Macht er sich aber dennoch nachträglich bemerkbar, so muß sofort an die gänzliche Beseitigung desselben geschritten werden, indem man den Verputz abschlägt, das angegriffene Mauerwerk, wenn tunlich, ganz aus-

stemmt und durch neues in Zementmörtel ersetzt. Sodann läßt man die Mauer gut austrocknen oder trocknet sie künstlich aus, bringt einen wasserdichten Verputz mit Asphalt u. dgl. an und trägt über diesen erst den eigentlichen Verputz auf.

Kann das angegriffene Mauerwerk nicht ganz ausgebrochen werden, so sollen nach eventuellem, vorherigem Austrocknen die Mauern wenigstens eine Verkleidung mit Klinkerziegeln in Portlandzementmörtel oder mindestens einen wasserdichten Verputz mit Isoliermörtel erhalten (Seite 314).

d) Risse im Mauerwerk. Kleine, nicht durchlaufende, sondern vielfach unterbrochene Risse entstehen in jedem Verputz, welcher mit fettem Mörtel und weichem, also nicht reschem Sande hergestellt wurde, besonders dann, wenn der feine Verputz noch vor dem Austrocknen des groben Verputzes aufgetragen wurde. Diese Risse sind ohne Bedeutung und können ohneweiters verputzt oder übertüncht werden.

Stärkere Risse können von geringfügigen Setzungen infolge Pressung der Lagerfugen des frisch hergestellten Mauerwerkes herrühren. Wenn sich solche Risse nicht erweitern, so sind sie ebenfalls gefahrlos und können einfach verputzt werden.

Stärkere, durchlaufende Vertikalrisse in den Mauern rühren zumeist von ungleichmäßigen oder bloß örtlichen Fundamentsetzungen, horizontale Risse dagegen fast ausschließlich von irgend welchen Seitenschüben her. Solche Risse muß man sorgfältig beobachten und über die Entstehungsursache ein klares Urteil zu gewinnen trachten, um die Anordnungen zur Behebung der Risse richtig treffen zu können. Man kann dieselben entweder ganz oder teilweise verputzen oder mit Papier überkleben und dann beobachten, ob der frische Verputz oder das aufgeklebte Papier wieder reißt. Nach der Richtung und Größe der Risse läßt sich auch die Richtung der Setzung erkennen und die schadhafte Stelle leichter auffinden.

Schlechter Baugrund muß verstärkt oder es müssen die Fundamente bis zum tragfähigen Boden unterfangen, eventuell auch verbreitert werden (siehe Unterfangen der Fundamente, Seite 583).

Seitenschübe können von Gewölben, Decken oder von Dachstühlen herrühren, sie werden durch wirksam und solid angebrachte Zugschließen meistens aufzuheben sein.

e) Risse in Gewölben können von ungleichmäßiger Setzung der Widerlager oder auch von ungleicher oder übermäßig starker Belastung der Gewölbe herrühren; sie laufen meistens parallel zur Gewölbachse. Man muß die Ursache auffinden und vollständig beseitigen. Die Sprünge selbst sind vom Rücken aus mit reinem Zementmörtel zu vergießen, größere Risse aber außerdem mit Eisenkeilen gut zu verkeilen.

Zeigen sich stärkere Risse im Gewölbe, eventuell auch Ausbauchungen an den Endwiderlagern als Folgeerscheinung von übermäßig großem Gewölbschub, so muß man durch Anordnung von kräftigen, in genügender Zahl angeordneten Zugschließen, eventuell unter Zuhilfenahme kräftiger Schraubenwinden trachten, die Endwiderlager in die ursprüngliche Lage zu bringen, mindestens aber dem Fortschreiten der Ausbauchungen Einhalt zu tun. Unter Umständen kann auch eine vorübergehende Bölzung der Gewölbe und Endwiderlager notwendig werden, die nach dem Einziehen der Zugschließen wieder entfernt wird.

f) Der Vorgang beim Einziehen der Schließen ist in jedem einzelnen Falle verschieden, im allgemeinen aber ziemlich gleich jenem bei Neubauten (siehe II. Band, Kapitel X und T. 37 und 38). Man muß trachten, die Schließen an jenen Stellen anzuordnen, wo sie dem Seitenschub wirksam begegnen, aber auch die Stabilität der Konstruktion nicht beeinträchtigen, außerdem sollen sie in der Gewölbleibung nicht sichtbar sein, oder dort entsprechend maskiert werden.

Nachdem die erforderlichen Löcher, Schließenritzen u. dgl. im Mauerwerke ausgestemmt wurden, werden die Schließen nacheinander eingezogen und die Ankersplinte gegen die ausgestemmtten Schließenritzen in den Vertiefungen mit Eisenkeilen abgekeilt. Erst dann erfolgt das Spannen der Schließen durch kräftige Vorrichtungen, am besten durch das holländische Spansschloß (Fig. 15 und 16, T. 37), welches in der Mitte jeder Schließe eingefügt wird. Man muß hiebei sämtliche Schließen gleichzeitig und gleichmäßig anspannen, um so dem Seitenschub in allen Teilen der Konstruktion gleichzeitig und kräftig entgegen zu wirken.

Manchmal kann es auch notwendig werden, daß man nebst Ankersplinte auch Eisenschienen an den äußeren Mauerhäuptern einlegen muß, welche die ausgebauchten Mauerteile der ganzen Länge nach durchziehen. In einem solchen, wohl seltener eintretenden Falle, wird es sich empfehlen, die Ankersplinte alle gleich lang zu machen und so einzulegen, daß deren beide Enden in einer Geraden liegen, wo sie dann ein entsprechend starkes Winkeleisen, wie in Fig. 8, T. 106, dargestellt, gegen das Mauerhaupt andrücken.

Nach dem erfolgten Einziehen und Anspannen der Schließen werden die etwa vorgenommenen Bölzungen entfernt, die ausgestemmtten Mauerteile mit Zementmörtel vermauert, die Sprünge im Gewölbe mit dünnflüssigem, feinem Portlandzementmörtel ausgegossen und die beschädigten Verputzstellen erneuert.

g) Ein ähnlicher Vorgang beim Einziehen der Schließen ist auch in dem Falle einzuhalten, wenn der Seitenschub auf die Hauptmauern von Dachstuhl- oder Deckenkonstruktionen herrührt.

h) Aus dem Lote gekommene, also überhängende Mauern können durch kräftige Zugschließen oder durch kräftige Winden wieder ins Lot gebracht werden, z. B. bei zwei gegenüberliegenden Hauptmauern kann man an den ausgebauchten Stellen Löcher stemmen, durch diese Schließen einziehen und dann die Schließen mit einem holländischen Spansschloß (Fig. 8, T. 106) gehörig anziehen.

Freistehende, aus dem Lote gekommene Mauern können mit kräftigen Winden in die vertikale Lage gebracht und dann mit Pfeilern entsprechend verstärkt werden.

i) Bei ausgebauchten Stütz- oder Futtermauern muß zuerst die hinter der Mauer befindliche, auf die Mauer drückende Erde abgegraben werden. Sodann kann die Mauer durch Bölzung mit Streben und starken Keilen oder Hebewinden in die ursprüngliche Lage gebracht und an der Rückseite durch eine aufzuführende Mauer verstärkt werden; gleichzeitig mit dem Aufmauern werden die im Mauerwerk entstandenen Risse mit dünnflüssigem, reinem Portlandzementmörtel ausgegossen.

Bei solchen Arbeiten können infolge großen Erddruckes, eventuell auch Wasserandrang u. dgl. Schwierigkeiten eintreten. Jedenfalls müssen zuerst sorgfältige Bölzungen vorgenommen und diese mit dem Fortschreiten der Erdarbeiten vervollständigt werden. Eingedrungenes Wasser soll durch entsprechende Ableitung vom Mauerwerke sorgfältig ferngehalten werden.

2. Holzkonstruktionen.

Die wichtigsten Bedingungen für die Erhaltung von Holzkonstruktionen sind: Trockenheit, Luft und womöglich auch Licht. Es soll die im Holze noch vorhandene Feuchtigkeit ungehindert entweichen und andere Feuchtigkeit nicht hinzutreten können. Wird diesen Bedingungen entsprochen, so kann ein gesund eingebautes Holz recht lange erhalten bleiben, wie es die vielen alten Gebäude heute noch beweisen. Wird eine Holzkonstruktion zufällig naß, so muß man sogleich deren vollständige Austrocknung veranlassen und eventuell eingehüllte Holzkonstruktionen (Deckenträme) auf diese Zeit bloßlegen.

Von großer Wichtigkeit ist die zeitweise Untersuchung des ganzen Holzwerkes, insbesondere aber der durch andere Konstruktionen verdeckten Holzteile, z. B. Deckenträme, weil bei diesen die obigen Bedingungen nicht vollkommen zutreffen, sie daher der Zerstörung mehr ausgesetzt sind als frei liegende Holzkonstruktionen, wie Dächer, Türen, Fenster u. dgl. Hiebei muß man aber den richtigen Weg einschlagen, um nicht durch unnützes Bloßlegen große Kosten zu verursachen.

In der Regel wird man eingebaute Hölzer erst dann durch Bloßlegen derselben untersuchen, wenn äußere Anzeichen deren Schadhaftheit mit ziemlicher Sicherheit vermuten lassen, z. B. bei Holzdecken wird sich jede, infolge angefallter Tranköpfe in der Decke entstandene Senkung durch Risse in der Hohlkehle bemerkbar machen, die sich aber nicht erweitern, sondern zunehmend verengen und teilweise Abblätterungen im Verputze hervorrufen. In einem solchen Falle ist ein teilweises Bloßlegen der Tranköpfe, behufs näherer Besichtigung derselben, unvermeidlich. Hiezu muß jener Weg eingeschlagen werden, welcher, ohne bedeutenden Schaden anzurichten, mit wenig Kosten zum Ziele führt, z. B. im obersten Geschosse wird man am Dachboden durch Entfernung der Deckenbeschüttung und Pflasterung die Tranköpfe bloßlegen und sie dann näher untersuchen. Die Kosten für das Aufreißen und Wiederherstellen der Pflasterung sind äußerst gering und der Zweck kann dadurch vollkommen erreicht werden. Auch kann man auf diesem Wege eine Verstärkung der schadhafte Stelle ohne besondere Kosten durchführen, wie später erklärt werden wird. In den unteren Geschossen wird man durch Anbohren der Träme und Untersuchen der Bohrspäne die Beschaffenheit des Holzes zu ermitteln trachten. Obwohl diese Art weniger verlässliche Daten liefert, so kann man bei einiger Aufmerksamkeit dennoch die schadhafte Stellen auffinden, welche dann durch Bloßlegen erst weiter untersucht werden müssen. Im gesunden Holze dringt nämlich der Bohrer bei größerer Kraftanwendung nur langsam vor, während im angefallten Holze die Bohrarbeit unter geringer Kraftanwendung viel rascher vor sich geht. Die Bohrspäne geben dann weiteren Aufschluß über die Beschaffenheit des Holzes; sind die Späne morsch, so ist das Holz angefault und muß dann, behufs weiterer Untersuchung von oben, der Fußboden teilweise entfernt werden.

Freiliegende Holzkonstruktionen als: Dachgehölze, Türen, Fenster, Fußboden, Wandverkleidungen, Holzwände u. dgl. werden am einfachsten mit einem spitzen Messer untersucht, indem man die Klinge an jenen Stellen in das Holz hineinsticht, wo man am ehesten faules Holz vermutet. Während die Klinge in gesundes, weiches Holz nur mit größerer Kraftanwendung tiefer als 1 cm eindringt, wird sie beim morschen Holze mit Leichtigkeit mehrere Zentimeter tief eindringen.

Auch durch den dumpfen hohlen Klang beim Anschlagen kann man faules Holz erkennen; schlägt man aber mit einem Hammer u. dgl. an die angefallte Stelle, so wird dort das Holz je nach dem Grade der Zerstörung mehr oder weniger tiefe Eindrücke erfahren, manchmal werden förmliche Löcher eingeschlagen.

Die beiden letzteren Untersuchungsarten sind bei angestrichenen Holzkonstruktionen zu empfehlen, weil man den Zweck erreicht, ohne den Anstrich beschädigen zu müssen.

Die Untersuchung wird am zweckmäßigsten an jenen Stellen vorgenommen, an denen für den gesunden Bestand des Holzes die ungünstigsten Verhältnisse bestehen, z. B. dort, wo das Holz auf Mauerwerk aufruht, wo das Wasser der Niederschläge sich sammelt oder mit Wasser überhaupt hantiert wird usw. Die Untersuchung kann erfolgen durch bloßes Ansehen, Anschlagen, Anhacken oder Anbohren.

Ist das Holz schon teilweise angefault, so muß die Untersuchung eventuell auf alle Hölzer ausgedehnt werden. Sind nur einzelne Teile angefault, so werden dieselben ganz abgehackt oder abgesägt und es wird festgestellt, ob der noch erübrigende, gesunde Teil hinreichend stark sei, um die betreffende Last mit genügender Sicherheit zu tragen; wäre dies nicht der Fall, so müßte er verstärkt oder durch einen neuen ersetzt werden.

Wurmstichiges Holz ist als Bauholz absolut ungeeignet. Der Holzwurm verrät seinen Aufenthalt durch die vielen kleinen Löcher und durch den Auswurf des Holzmehles. Vom Holzwurm arg zerstörtes Holz erkennt man auch an dem hohlen Klang. Nachdem sich der Wurm aber nicht immer von Haus aus konstatieren läßt, ist es möglich, daß erst später das Vorhandensein desselben erkannt wird. Da zur Bekämpfung weit vorgeschrittenen Wurmfraßes kein Mittel bekannt ist, so kann dem Umsichgreifen des Wurmes bloß durch Auswechseln der von demselben befallenen Holzteile vorgebeugt werden. Ist aber schon die ganze Konstruktion vom Wurme derart angefressen, daß die Tragfähigkeit wesentlich eingebüßt hat, so muß die ganze Holzkonstruktion beseitigt und durch eine neue ersetzt werden.

Der gefährlichste Feind des Holzes ist bekanntlich der Haus- oder Holzschwamm, welcher infolge seiner ungemein schnellen Verbreitung das Holz in kürzester Zeit gänzlich zerstört. Man muß daher dort, wo die Bedingungen für die Entstehung des Schwammes vorhanden sein können, eine genaue Untersuchung des Holzes in dieser Beziehung vornehmen, um den Hausschwamm schon im Stadium des Entstehens ganz energisch bekämpfen zu können. Über Entstehung und Bekämpfung des Hausschwammes sind im I. Band, Seite 16, die nötigen Daten gegeben.

3. Verstärken schadhafter Holzdecken.

a) Bei Tramdecken können angefaulte Tranköpfe, nachdem das angefaulte Holz abgehackt bzw. abgesägt wurde, durch seitwärts auf beiden Seiten des Trames angelegte und mit dem Trame durch Schraubenbolzen verbundene Bohlen entsprechend verstärkt werden (Fig. 1). Die Schraubenbolzen müssen aber in die vorgebohrten Löcher sehr gut passen und die Muttern fest angezogen werden.

Bei schweren Decken und stark angefaulten Tranköpfen kann man die Verstärkung der Träme, wie in Fig. 2 gezeigt, mit eisernen Bändern solider durchführen, welche, in entsprechenden Entfernungen angeordnet, die Träme samt den Verstärkungshölzern umfassen und an zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken mit kurzen Schraubenbolzen ordentlich angespannt werden, siehe Fig. 2 a.

Man kann auch die Träme nach Fig. 6 a mit Z-Eisen auf die Hauptmauer gewissermaßen aufhängen oder nach Fig. 6 b von unten stützen. Wo es zulässig ist, kann man mehrere angefaulte Träme an ihrer unteren Seite nach Fig. 7 mit einem durchlaufenden Balken unterstützen, welcher an der unteren Seite mit einem Z-Eisen an die tragende Mauer gestützt und durch Schraubenbolzen mit allen Trämen bei den Kreuzungsstellen verbunden wird.

Bei Dippeldecken werden einzelne an den Köpfen angefaulte Dippelbäume auf die anschließenden, gesunden Dippelbäume ausgewechselt oder durch quer darüber gelegte Eisenschienen (kleine I- oder C-Eisen), an welche die schadhaften Dippelbäume mit Schraubenbolzen zu befestigen sind, aufgehängt (Fig. 5), so daß die Last der schadhaften Decke auf die anschließenden Dippelbäume übertragen wird. Bei schweren Decken wird es sich empfehlen, statt der Schienen zwei Träger kleineren Profils, wie in Fig. 3, nebeneinander anzuordnen, durch Schraubenbolzen miteinander zu verbinden und die Ankerbolzen zwischen den beiden Trägern durch eine Unterlagsplatte durchzustecken und dann die Mutter aufzuschrauben. An der unteren Seite der Dippelbäume soll dann eine durchlaufende, entsprechend gelochte Flacheisenschiene angeordnet werden, durch deren Löcher die Schraubenbolzen gesteckt werden.

Statt Eisenschienen kann man hiezu auch Balken verwenden, wenn dieser über den Fußbodenbelag des Dachbodens vorstehen darf (Fig. 4).

Sind mehrere nebeneinander liegende Dippelbäume nur soweit angefault, als sie am Mauerwerk aufliegen, so kann ein neues Auflager in der Art gebildet

werden, daß man unterhalb der Dippelbäume, anschließend an die tragende Mauer, quer durchlaufende Balken (Fig. 7) oder Z-Träger (Fig. 6 b) anordnet, welche an den Kreuzungsstellen mit den gesunden Dippelbäumen durch Schraubenbolzen verbunden werden.

Sind einzelne Dippelbäume nicht an den Tramköpfen, sondern an anderer Stelle angefault, so kann man sie ebenfalls, wie in Fig. 5 dargestellt, an die anschließenden gesunden Dippelbäume mit Eisenschienen und Schraubenbolzen aufhängen. In diesem Falle müssen aber solche Verstärkungen an beiden Seiten der angefaulten Stelle stattfinden.

Sehr stark angefaulte Dippelbäume müssen durch neue ersetzt werden.

4. Verstärken schadhafter Dachstühle.

Bei der Untersuchung der Dachstühle sind besonders die Verbindungen der Dachsparren mit den Pfetten, dann die Mauerbänke und die Bundtramenden zu besichtigen.

Das durch die Dachhaut etwa eingedrungene Wasser wird häufig längs den Dachsparren herabfließen, in den einzelnen Holzverbindungen, meistens aber am Fuße der Sparren sich ansammeln und nach einiger Zeit das Holz dortselbst zum Faulen bringen.

Beim Fortschreiten solcher Mängel würde der Dachstuhl sich an den betreffenden Stellen senken, wodurch auch die Dacheindeckung beschädigt werden könnte.

Solche Einsenkungen sind dann schon an der äußeren Dachfläche wahrnehmbar.

Einzelne solcher Schäden, welche die Tragfähigkeit der Konstruktion in Frage stellen, können dadurch behoben werden, daß an das teilweise angefaulte Holz ein neuer Balken angeschlossen wird und beide Hölzer durch Schraubenbolzen miteinander fest verbunden werden. Die etwa notwendigen Holzverbindungen werden dann in dem neuen Holze hergestellt. — Das Auswechseln ganzer Konstruktionsteile würde in den meisten Fällen das Abtragen eines großen Teiles der Dachhaut bedingen und große Kosten verursachen. Einige Beispiele sollen das Vorgesagte erläutern:

a) Ist die Verbindung des Sparrens mit der Fußpfette derart angefault, daß sich der Dachsparren dort bereits gesenkt hat, so muß derselbe zuerst mit Winden oder Hebeln in seine ursprüngliche Lage gehoben werden. An der inneren Seite der Fußpfette und an den Seitenflächen der Dachsparren werden sodann Balken angeschoben, welche mit den entsprechenden Ausschnitten für die Aufklauung versehen sind (Fig. 9). Diese Balken werden sodann mit starken Schraubenbolzen an die anschließenden alten Hölzer festgeschraubt, worauf die Winden oder Hebel gelüftet werden.

b) Ist das Bundgespärre bei einem Kniestock außerdem noch am Bundtramende und am Fuße der Kniesäule angefault, so wird außer der erwähnten Verstärkung der Fußpfette und des Dachsparrens auch noch der Bundtram zangenartig zu umfassen und eine neue Säule neben der alten aufzustellen sein (Fig. 10). Alle Verstärkungshölzer müssen, sobald sie in richtiger Lage sind, mit den anstoßenden alten Hölzern durch starke Schraubenbolzen solid verbunden werden.

c) Bei einem altartigen Dachstuhle mit Stich und Wechsel kann das Bundgespärre, wenn die Verbindung des Bundtrams mit dem Sparren schadhaft geworden ist, dadurch verstärkt werden, daß man eine kurze Strebe, welche dem Sparrenschub entgegenwirkt, in den Bundtram und Sparren oder in die liegende Stuhlsäule versetzt (Fig. 11) und dann die ganze Konstruktion gegen Drehung mit einem eisernen Zugband verankert.

Die etwa schadhaften Verbindungen am Fuße der Leergespärre können durch Unterstützung der Dachsparren mit einer auf den Stichen ruhenden Fußpfette *f* (Fig. 11) verstärkt werden. Diese Fußpfette reicht bis zu beiden Bundträmen und kann mit diesen durch Eisenbänder oder starke Klammern entsprechend verbunden werden.

5. Dacheindeckung.

Die Dacheindeckung soll immer in einem solchen Zustande erhalten werden, daß selbst bei stärkerem und längerem Regen das Wasser nicht in den Dachraum eindringen kann. Dies erheischt eine öftere, sorgfältige Untersuchung der Eindeckung, wenigstens aber nach jedem Sturme, Hagel, starken Regenguß, zur Schneeschmelze usw. und die sofortige Behebung der vorgefundenen Mängel. Bei Ziegeldächern soll das Dach alle Frühjahr überstiegen, d. h. nachgesehen und die vorgefundenen Mängel behoben werden, gleichzeitig ist auch die Dachrinne auszukehren. Bei Ziegel-, Schieferdächern u. dgl. soll immer ein kleiner Vorrat von passenden Platten vorhanden sein, um gebrochene sofort ersetzen zu können. Pappendächer und Eisenblechdächer müssen durch zeitweise aufzutragende geeignete Anstriche vor frühzeitiger Zerstörung geschützt werden. Hierüber und über sonstige Maßnahmen für Dacherhaltung siehe Spengler- und Dachdeckerarbeiten, Seite 350 usw.

6. Treppen.

Steinerne Stiegenstufen sollen nur aus hartem Stein, Betonstufen aus gutem Portlandzementbeton erzeugt werden. Bei normaler Benützung können solche Stufen recht lange erhalten bleiben. Sind Stiegenstufen in dem am meisten begangenen Teile stark abgenützt (ausgetreten), so kann dieser Teil nach Fig. 15 rechtwinklig ausgemeißelt, mit Kunststeinmasse ausgefüllt und nach dem Erhärten desselben vom Steinmetz bearbeitet werden (siehe auch Seite 328).

Bei Freitreppen, das sind solche, welche außerhalb der Gebäude, also ohne Überdachung angeordnet sind, soll das Niederschlagwasser rasch abfließen und zwischen den Lagerfugen nicht eindringen können. Man soll daher offene Fugen stets mit Portlandzement gut ausfüllen und im Winter den Schnee von der Treppe abkehren.

Bei hölzernen Stiegen müssen stark ausgetretene Trittstufen ganz ausgewechselt werden.

Das Stiegen geländer muß an der Treppe gut befestigt sein, lockere Stellen müssen ohne Aufschub wieder gefestigt werden. Über Befestigung bei steinernen Stufen siehe Seite 327 und 390.

7. Riegelwände.

Bei diesen wird gewöhnlich die Verbindung der Ständer und Schwellen durch das in das Zapfenloch eindringende Wasser zuerst zerstört.

Einzelne derartige Stellen können durch Ausstemmen des schadhaften und Einpassen eines neuen Holzes, das mit dem unversehrten Teile verbolzt wird, repariert werden (Fig. 12). Ist der Ständer ebenfalls schadhaft, so muß auch bei diesem der angefaulte Teil durch ein neues Holz ersetzt werden, welches mit dem gesunden Teile überblattet und verbolzt wird (Fig. 12). Die ganze Konstruktion muß natürlich früher mit Winden entsprechend gehoben und in dieser Lage bis zur Vollendung der Reparatur erhalten werden.

Bei schadhaften Eckständern wird es oft notwendig sein, ein ganzes Stück vom Schweller zu erneuern und auch den Eckständer im unteren Teile entsprechend anzustücken (Fig. 13). Die Ecke muß noch vor dem Abtragen der schadhaften Konstruktion sorgfältig aufgeblözt werden, damit keine Senkung eintreten kann.

Ist aber eine Senkung schon früher eingetreten, so muß die ganze Konstruktion mit Winden wieder in die ursprüngliche Lage gehoben werden. Selbstverständlich muß man das an die schadhafte Holzkonstruktion anschließende Ziegelmauerwerk so weit abtragen, daß die Verstärkung der Holzkonstruktion ungehindert erfolgen kann.

8. Heiz- und Kochanlagen.

Bei Untersuchung derselben ist die größte Sorgfalt nötig, weil eine diesbezügliche Außerachtlassung nicht nur für das Objekt selbst, sondern auch für die Umgebung verhängnisvoll werden kann.

Vor allem ist darauf zu sehen, daß die Rauchschlote zur bestimmten Zeit ordentlich gereinigt werden, daß die Verschußtürchen derselben gut schließen und sicher abgesperrt sind, daß ferner etwa ausgefallene Mörtelfugen bei Rauchschlotten unverzüglich verputzt werden und daß überall eine gute Isolierung zwischen Schornstein und Holz besteht und tadellos erhalten bleibt. Namentlich größere Feuerungsanlagen muß man diesbezüglich gründlichst untersuchen; auch sollen bei diesen die Ausmündungen der Rauchschlote über Dach mit engmaschigen Funkenfängern versehen sein.

Die Feuerherde selbst müssen in allen ihren Teilen vollkommen intakt erhalten und schadhafte Stellen im Feuerraume sowie in den Rauchzügen mit feuerfestem Mauerwerk (Schamotte oder Lehm) ohne Aufschub gründlich behoben werden.

Vor jedem Schürloch, bezw. Aschefall soll bei Vorhandensein hölzerner Fußböden auf diese ein Blech befestigt oder eine Blechtasse (Ofentasse) vorgelegt werden, um eventuell herausfallende glühende Kohlenstücke vom Fußboden zu isolieren.

9. Türen und Fenster.

Bei den äußeren Türen und Fenstern soll der schützende Anstrich stets rechtzeitig erneuert werden, noch bevor derselbe ganz zerstört ist. Die Glastafeln sollen durchaus gut eingekittet sein; eventuell ausgefallene Verkittungen sind jährlich zu erneuern, gleichzeitig aber auch alle fehlenden Beschläge zu ersetzen und mit der passenden Ölfarbe anzustreichen.

Alle beweglichen Beschläge (Bänder, Kegel, Ringel, Schlösser u. dgl.) sollen durch Einschmieren vor Rostbildung geschützt werden, was besonders bei wenig benützten Türen und Fenstern zu beobachten sein wird, da sonst beim Öffnen Gewalt angewendet werden müßte, wodurch entweder der Beschlag oder das Holzgerippe brechen könnte.

Wenn Türen oder Tore am Fußboden schleifen, so ist dies gewöhnlich eine Folge von Senkungen des Tür- oder Torflügels oder der Bänder und Kegel, oder größerer Abnützung der letzteren durch Reibung. Dieser Übelstand ist je nach seiner Art dadurch zu beheben, daß man den eingesackten Tür- oder Torflügel in seine ursprüngliche Verbindung bringt, mit Nägeln oder Schrauben befestigt, eventuell mit Scheinhaken an den Ecken verstärkt. Letzteres insbesondere bei Türen und Toren, die von Feuchtigkeit zu leiden haben. Sind Bänder und Kegel gelockert, so sind dieselben entsprechend zu befestigen. In den meisten Fällen genügt ein Einlegen von eisernen Ringen zwischen Bänder und Kegel, wenn diese durch den längeren Gebrauch stark ausgerieben sind. Auf keinen Fall soll man die Flügel unten abschneiden oder einen größeren Teil davon abhobeln.

10. Fußböden.

Hölzerne Fußböden müssen sorgfältig vor Durchnässung geschützt werden, es ist daher das öftere Verschütten von Wasser oder das zu nasse Aufwaschen unbedingt hintanzuhalten, denn das Wasser dringt durch die Brettungen in die Schuttschicht ein und greift das Holz von unten an.

Bei mit Ölfarbe gestrichenen Fußböden muß der schützende Anstrich, noch bevor er gänzlich abgetreten ist, erneuert werden. Harte Böden sollen öfter mit Wachs u. dgl. eingelassen werden.

Bei richtiger Konservierung der angestrichenen weichen und der harten Fußböden (Brettel- oder Parkettböden) ist eine Abnutzung derselben fast ausgeschlossen (siehe hierüber Anstreicherarbeiten, Seite 408).

Bei Fußböden, welche keinen schützenden Anstrich erhalten, sich daher durch das Begehen derselben ungleichmäßig abnutzen, müssen einzelne, schadhafte Bretter entweder stückweise oder ganz ausgewechselt werden. Erst wenn viele Bretter schadhafte sind, soll der Fußboden umgelegt oder neu hergestellt werden.

Pflasterungen und Estriche dürfen nicht übermäßig beansprucht werden. Man darf also über dünne Pflasterplatten und Estriche nicht fahren und auf denselben auch nicht Holz hacken usw.

Einzelne, abgenutzte Stellen sind entweder umzupflastern oder neu herzustellen. Diese Reparaturen müssen sich stets so weit erstrecken, daß alle gelockerten oder schadhafte Teile entfernt werden. Ganze Umpflasterungen oder Neuherstellungen sollen erst nach gänzlicher Schadhaftheit des Fußbodens ausgeführt werden.

II. Aborte, Senkgruben, Kanäle, Ausgüsse u. dgl.

Diese bilden den unangenehmsten, jedoch wichtigsten Teil der Gebäudeerhaltung, namentlich bei Massenaborten in Schulen, Kasernen, Spitalern u. dgl. Bei schlechter Reinhaltung und unrichtiger Behandlung entstehen durch diese Infektionsherde Gefahren nicht nur für den Bestand des Gebäudes, sondern auch für die Gesundheit der Bewohner.

Über die Herstellung und Reinhaltung solcher Anlagen sind die nötigen Anhaltspunkte im II. Teile, Seite 422 usw. gegeben.

Die Gebäudeverwaltung soll strenge darauf sehen, daß alle diese Anlagen stets nur normalmäßig benützt und vorschriftsmäßig gereinigt werden, damit keinerlei Verunreinigungen, Verstopfungen oder Gebrechen vorkommen. Insbesondere wäre darauf zu sehen, daß in Abort-, Ausguß-, Kanalrohre u. dgl. keine festen Gegenstände (Kehricht, Asche, Hadern, Speisereste u. dgl.) geworfen werden.

Sollten dennoch Verstopfungen vorkommen, so müssen die die Rohre verstopfenden Gegenstände mit Eisenhaken u. dgl. herausgezogen werden. Wenn diese im Siphon festsitzen, so ist die Putzschraube abzunehmen, worauf man die Gegenstände herausziehen, kleinere jedoch in die Rohre durchschwemmen kann. Sind feste Gegenstände im Abortabfallrohre stecken geblieben, so muß man versuchen, sie mit einer biegsamen Drahtwelle und daran befestigter Klaue, z. B. nach Fig. 17 und 18, T. 78, herauszuziehen, wozu es notwendig sein wird, den unter der Abortgainze befindlichen Siphon abzunehmen. Dabei muß man aber vorsichtig sein, um nicht die Rohre zu beschädigen; insbesondere Bleirohre werden mit Eisenhaken leicht durchgestoßen. Gestattet die Konstruktion die Reinigung durch eine Putzöffnung von unten, so wird man in den meisten Fällen rascher zum Ziele gelangen.

In ähnlicher Weise sind auch verstopfte Pissoir-Ausgußrohre, Kanalrohrstränge u. dgl. zu reinigen und mit einem größeren Wasserquantum gehörig durchzuspülen.

Das zeitweise Untersuchen solcher Anlagen bezüglich ihrer Wasserundurchlässigkeit usw. soll man nicht unterlassen, damit dadurch nicht anschließende Gebäudeteile (Mauern, Deckenkonstruktionen u. dgl.) oder der Erdboden infiziert werde.

Senkgruben wird man gelegentlich der Entleerung derselben untersuchen. Selbstverständlich müssen diese zuerst ausgewaschen und desinfiziert werden; außerdem sind aber die hinabsteigenden Personen anzuseilen, um sie bei Unfällen rasch emporziehen zu können. Kanäle müssen vorher mit Wasser gehörig durchspült und gelüftet werden.

Die vorgefundenen, schadhafte Stellen im Verputz oder im Mauerwerk werden ausgestemmt und mit Portlandzementmörtel neu hergestellt. Etwa notwendige Spreizungen oder Bölzungen dürfen niemals unterlassen werden.

Gebrochene Rohrkanalstücke werden durch neue Rohrteile mit Schiebemuffen (Fig. 18 b, T. II) ersetzt.

Geruchverschlüsse sind auf ihre tadellose Funktionierung sorgfältig zu prüfen, eventuell verstopfte Stellen gehörig zu reinigen und schadhafte Teile auszubessern oder neu herzustellen.

Einsteigöffnungen müssen dicht abschließen, die Doppeldeckel mit dem dazwischen lagernden Abdichtungsmaterial müssen beständig intakt erhalten werden. Alle Eisenteile sind sorgfältig vor Rost zu schützen, daher zeitweise gründlich zu reinigen und mit Teer oder guter Ölfarbe einigemal anzustreichen.

Schlammkästen (Gullys) sind öfters, besonders nach heftigem Regen zu reinigen, d. h. zu entleeren.

12. Feuerungsanlagen.

Um einen guten Zug in sämtlichen Feuerungsanlagen zu erhalten, ist die zeitweise Reinigung der Rauchschlote, der Sparherde und auch mancher Öfen notwendig, dabei muß aber auch Ruß und Asche entfernt werden. Die bei Öfen und Sparherden notwendige Regulierung des Zuges darf nur durch entsprechendes Öffnen und Schließen der Aschetür (Reguliertür), niemals aber durch Sperrvorrichtungen (Klappen oder Schieber) bei der Einmündung in die Rauchschlote erfolgen.

Vor jedem Einheiztür muß der Fußboden aus feuersicherem Material (Pflasterung oder Vorlegblech) versehen sein, damit herabfallende, glühende Kohlen keinen Brand verursachen können; diese feuersicheren Vorlagen müssen auch in gutem Zustande erhalten bleiben.

Schadhafte Ofen- und Herdbestandteile müssen zeitgerecht durch passende, gleichwertige Bestandteile ersetzt werden. Näheres hierüber bei Feuerungsanlagen, Seite 457.

13. Zentrale Heizung, Lüftung, Wasserleitung und Beleuchtung.

Für solche Anlagen bekommt gewöhnlich jedes Gebäude eine Instruktion, nach welcher der Betrieb, bezw. die Handhabung derselben genau geregelt werden muß, damit die Funktionsfähigkeit erhalten bleibe und Unterbrechungen durch eintretende Schäden möglichst hintangehalten werden.

In den bezüglichen Kapiteln dieses Werkes sind die nötigen Daten für jeden einzelnen Fall zu finden, daher werden im nachstehenden bloß die wichtigsten Momente hervorgehoben, und zwar:

Bei Zentralheizungen muß man vor jeder Heizperiode die Heizkörper, bezw. die Anlage von Staub, organischen Stoffen u. dgl. gründlich reinigen, weil diese durch die Einwirkung der Hitze teilweise oder ganz verbrennen und dann übelriechende Gase entwickeln.

Nach jeder beendigten Heizperiode muß die ganze Anlage untersucht und müssen die vorgefundenen Mängel behoben werden.

Bei Lüftungsanlagen dürfen die vorhandenen Luftkanäle nicht verunreinigt oder verstopft und deren Ausmündungen nicht verstellt werden.

Bei Wasserleitungsanlagen muß die Dichtigkeit der Rohrleitung und die Funktionsfähigkeit aller Absperrvorrichtungen stets im Auge behalten und nötigenfalls sogleich hergestellt werden, damit keine Wasserverschwendung und auch keine Befeuchtung der Gebäudeteile eintreten kann.

Die zum Schutze gegen Einfrieren getroffenen Vorkehrungen müssen stets wirksam erhalten bleiben, eventuell bei eintretender Notwendigkeit noch verstärkt werden, weil durch das Einfrieren der Leitung kostspielige Rohrbrüche und in weiterer Folge Durchnässungen der Gebäudeteile eintreten.

Bei starkem, anhaltendem Frost kann eine zeitweise Entleerung der Rohrleitung eventuell auch der vorhandenen Reservoirs notwendig werden.

In Gebäuden, wo der Wasserverbrauch nicht pauschaliert ist, wird derselbe am Wassermesser abgelesen und obliegt es dann dem Gebäudeverwalter, den Verbrauch öfter zu kontrollieren und etwaige Verschwendung unverzüglich abzustellen; rührt aber der Mehrverbrauch von entstandenen Gebrechen in der Leitung her, so müssen diese sogleich behoben werden. In diesem Falle muß auch die Abschreibung des durch das Gebrechen erfolgten Mehrverbrauches, nach den Bestimmungen des betreffenden Wasserwerkes, veranlaßt werden.

Feuerhydranten werden gewöhnlich plombiert gehalten, um der Wasserverschwendung vorzubeugen. Die Plomben dürfen nur bei Ausbrechen eines Brandes abgenommen werden; soll dies ausnahmsweise aus anderer Ursache notwendig sein, so muß man hievon das betreffende Wasserwerk rechtzeitig verständigen.

Das Auftauen eingefrorener Rohrleitungen muß bei offenen Auslauf- und Entleerungshähnen begonnen und langsam und vorsichtig durchgeführt werden, damit durch zu große Hitze keine Dampfbildung stattfindet oder Leitungsrohre, namentlich Bleirohre, keinen Schaden erleiden. In nicht beheizbaren Räumen kann man eingefrorene Rohrteile mit Holzkohlenfeuer, mit einer Lötlampe oder mit erhitzten Ziegeln u. dgl. langsam auftauen (siehe auch Seite 350).

Bei Gas- und elektrischer Beleuchtungsanlage soll man den Gas- oder Elektrizitätsmessern die nötige Aufmerksamkeit widmen. Bei außergewöhnlich großem Verbrauch soll unter Beiziehung eines Sachverständigen die Leitung eingehend untersucht werden.

14. Erhaltung der Fassaden.

Es ist besonders darauf zu sehen, daß bei allen Abdachungsflächen die Eindeckung gut erhalten bleibt und daß durch die Dachrinnen oder Ablaufrohre kein Wasser auf die Mauerflächen dringen kann. Solche Mängel müssen unverzüglich behoben werden, weil der Schaden an den Mauern sonst große Dimensionen annehmen kann.

Der Sockel und der untere Teil der Fassade werden teils durch Spritzwasser, teils durch mechanische Einwirkungen am meisten leiden; daher müssen diese Teile öfters frisch verputzt und gefärbelt werden, was bis zur Kordonhöhe ganz gut vorgenommen werden kann, ohne die Gesamtfassade besonders ungünstig zu beeinflussen.

Aus Sicherheitsrücksichten sind die Gesimse genau zu beobachten, damit nicht durch plötzliche Abtrennungen Passanten verletzt werden. Ebenso sind auch die etwa vorhandenen Blitzableitungsanlagen jährlich zu untersuchen (siehe Blitzableitungen, Seite 565).

Für eine tadellose Erhaltung des Fassadeverputzes ist eine zeitweise Erneuerung des Anstriches, insbesondere an der Wetterseite notwendig. Für diesen Zweck muß aber die alte Färbung vorher abgekratzt, schadhafte Verputzstellen müssen abgeschlagen und mit gutem Mörtel erneuert werden. Über Weißen und Färbeln siehe Seite 214 und über Erneuerung von Ölfarbanstrichen Seite 418.

B. Untersuchung der äußeren Objekte und Terraintelle und Behebung der Mängel.

1. Hausbrunnen.

Obwohl schon bei der Anlage von Hausbrunnen alle möglichen Vorkehrungen zur Reinhaltung derselben getroffen werden müssen, ist dennoch eine beständige Überwachung in dieser Richtung notwendig, eventuell müssen bestehende Übel-

stände unverzüglich verbessert werden. Hierüber sind bei Brunnenanlagen auf Seite 518 die nötigen Anhaltspunkte gegeben.

Außerdem sollen die Brunnenschächte jährlich gereinigt und die Pumpwerke überprüft, eventuell frisch beledert, gedichtet und gereinigt werden.

Im Winter sollen freistehende Auslaufständer mit schlechten Wärmeleitern umhüllt und außerdem die Frosthähne offen gelassen werden.

Friert das Wasser im Auslaufständer oder im Pumpwerke dennoch ein, so kann man mit einem durch längere Zeit zu unterhaltenden Holzkohlenfeuer das Eis langsam zum Schmelzen bringen, auf keinen Fall darf das Feuer direkt an das Pumpwerk gelegt oder beim Pumpwerke Gewalt angewendet werden.

2. Kehricht-, Asche- und Düngerbehälter.

Es muß strenge darauf gesehen werden, daß Kehricht, Asche und Dünger getrennt in die hiezu bestimmten Behälter untergebracht und daß beim Einwerfen und beim Entleeren jede äußere Verunreinigung sorgfältigst vermieden werde. Auch sollen diese Behälter zeitweise, z. B. im Frühjahr, gründlich gereinigt und desinfiziert und die Bewegungsvorrichtungen der Ein- und Auswurftrühn gut eingefettet, wenn nötig, die Türchen frisch angestrichen werden.

3. Höfe, Straßen und Gehwege.

Zum Objekte gehörige Höfe, Straßen und Wege müssen nebst der zeitweisen Reinigung derart instand gehalten werden, daß die Niederschlagswässer möglichst rasch abfließen und sich keine Pfützen bilden können. Sie müssen also entsprechende Absattlungen und in den Verschneidungslinien womöglich gepflasterte Wasserrigole erhalten, welche die Wässer in offene Gräben oder in Kanaleinfläufe führen. Ganz unbenützte Stellen können vorteilhaft mit Grasflächen eventuell auch mit Baumpflanzungen versehen werden. Die übrigen Flächen erhalten eine mäßige Beschotterung, welche in ihrer ebenen Fläche zu erhalten ist, daher müssen entstandene Vertiefungen zeitweise nachgeschottert werden.

Stark benützte, ungepflasterte Gehwege können vorteilhaft durch eine Teerung vor übermäßiger Abnutzung und Staubbildung geschützt werden. Hiezu werden sie geebnet, gewalzt und nach vollständigem Austrocknen mit heißem Teer gesättigt und mit Sand bestreut, eventuell nochmals leicht gewalzt. Auf diese Art können auch stark begangene, aber nicht befahrene Hofflächen behandelt werden.

Bei Reitwegen und Reitplätzen sind die stark abgenützten Stellen mit haselnußgroßen Kieselschotter nachzuschottern oder mit staubfreiem grobem Sande derart auszugleichen, daß alle Vertiefungen ausgefüllt sind und das Wasser ungehindert abfließen kann.

Bei Straßen werden die ausgefahrenen Geleise und sonstigen Vertiefungen mit möglichst hartem, wallnußgroßem Schlägelschotter (am besten aus Kalkstein) ausgefüllt und diese Stellen mit feinem Schotter und Sand bestreut, wenn möglich auch gewalzt.

Alle Hofflächen, Wege, Straßen u. dgl. sind vom Graswuchs jährlich mindestens einmal zu befreien, dabei muß aber alles Unkraut mit der Wurzel ausgerissen werden. Hiezu eignet sich am besten die Zeit nach einem ausgiebigen Regen, so lange der Boden durchnäßt ist, also noch weich ist.

Bei Pflasterungen ist es vorteilhaft, die Fugen mit einem erhitzten Gemenge von Asphalt und Teer auszugießen, dadurch wird auch der lästige Graswuchs ganz verhindert. Dies ist insbesondere bei allen Wasserrigolen, Saum- oder Trottoirpflasterungen längs den Gebäuden, Kehricht-, Asche-, Düngerbehältern, Brunnen usw. anzustreben, wobei auch die Fuge zwischen der Mauer und dem Pflaster gut ausgegossen werden muß.

4. Offene und gedeckte Reitschulen für Kasernen (Fahrschulen).

Bei offenen Reit- oder Fahrschulen ist die Behandlung, je nachdem der Boden durchlässig oder nicht durchlässig ist, verschieden. In jedem Falle muß bei offenen Schulen das Terrain entsprechend abgesetzt werden.

a) Bei durchlässigem (sandigem) Boden wird auf den geebneten, gewalzten oder gestampften Untergrund eine 15 cm hohe Lage harter, haselnußgroßer Rieselschotter aufgetragen, darüber kommt 5 cm hoch lehmiger Sand, der gut gewalzt wird, und dann nochmals 5 cm hoch lehmiger, jedoch angefeuchteter Sand, der wieder gut gewalzt wird. Schließlich wird 5 cm hoch grober, staubfreier Sand aufgetragen. In Ermangelung von lehmigem Sande kann auf die Schotterschicht 10 cm hoch staubfreier Sand in einer Schicht aufgeschüttet werden.

b) Bei undurchlässigem (lehmigem) Boden wird auf den gewalzten oder festgestampften, entsprechend gesattelten Untergrund 15 cm hoch grober Rundsotter aufgeschüttet und gewalzt, darauf kommt 15 cm hoch Rieselschotter, der wieder gewalzt wird, und dann erst 10 cm hoch reiner, rescher, ungeworfener Flußsand.

c) Bei gedeckten Reitschulen wird auf den geebneten und festgestampften, natürlichen Boden 15 cm hoch verschieden großer Schlägelschotter aufgebracht und vollkommen eben gewalzt oder (nahe den Mauerecken) gestampft, darüber kommt 25 cm hoch ein Gemenge von Sägespänen und reinem Sand, je zur Hälfte vermengt. Die oberste Schicht muß stets 25 cm dick erhalten bleiben, daher sollen Sägespäne und Sand zum Nachfüllen vorrätig sein. Zum Verstärken der Schicht wird eine Mischung von 1 Teil Sand und 5 Teilen Sägespäne verwendet.

Die Reitbahn muß nach jeder Benützung täglich mit leichten Eggen gelockert und geebnet werden.

5. Einfriedungen.

Die vorhandenen Einfriedungen aus Mauerwerk, Holz oder Eisen müssen stets in gutem Zustande erhalten werden. Diesbezüglich sind im allgemeinen die zur Erhaltung von Mauern und Holzkonstruktionen in Gebäuden gegebenen Daten auch hier anzuwenden. Außerdem wäre noch folgendes zu beachten:

Bei Mauern muß man eine Durchfeuchtung derselben durch entsprechende Abdeckung und durch einen guten Verputz oder eine dichte Verfugung (besonders in den unteren Teilen) möglichst zu verhindern trachten. Die Abdachungen, ferner der Verputz oder eine eventuelle Verfugung muß daher stets in gutem Zustande erhalten werden.

Zum Schutze gegen eine etwa mögliche Unterwaschung der Fundamente müssen die nötigen Vorkehrungen rechtzeitig getroffen werden.

Bei Einfriedungen aus Holz muß man den schützenden Anstrich, noch bevor er vollständig verflüchtigt, erneuern. Bei Holzständern sollen die nach oben gerichteten Stirnholzflächen mindestens abgedacht, womöglich aber eingedeckt werden.

Sind die Holzständer in der Terrainhöhe so stark angefault, daß ein Umwerfen derselben durch den Sturmwind zu befürchten steht, so müssen diese verstärkt werden, indem man daneben entsprechend starke Bohlen eingräbt oder einschlägt und, wie Fig. 14 zeigt, mit dem Ständer durch Schraubenbolzen oder lange Nägel verbindet.

Eisengitter und Drahtgeflechte unterliegen im allgemeinen weniger der Zerstörung, wenn der schützende Anstrich rechtzeitig erneuert wird, und die eisernen Stützen in der Erde mit einer Betonumhüllung vor Rost geschützt sind.

Jede Einfriedung muß so angeordnet werden, daß sie ganz auf eigenem Grund steht. Bei Holzeinfriedungen werden die Bretter oder Latten gegen den Nachbargrund an die Riegel genagelt. Die Abdachung muß so angeordnet sein, daß das Wasser nur auf den eigenen Grund abtropfen kann.

Laut österreichischem bürgerlichen Gesetzbuch ist der Eigentümer verpflichtet, die rechte Seite seines Besitzes — vom Haupteingange aus betrachtet — einzufrieden, die andere Seite fällt wieder den Nachbarn zu.

C. Sonstige zur Erhaltung gehörige Maßnahmen.

1. In bezug auf Feuergefahr.

In Werkstätten, in welchen Holz oder andere feuergefährliche Stoffe verarbeitet werden, sollen die Abfälle täglich gesammelt und gesichert deponiert oder abgeführt werden. Die Feuer sind abends zu verlöschen und soll auch die Asche abends entfernt und an feuersicheren Orten deponiert werden. Die gleiche oder ähnliche Vorsichtsmaßregel muß auch in allen anderen feuergefährlichen Räumen beobachtet werden.

2. In bezug auf Ein- und Ausbruchsicherheit.

Alle Tür- und Fensterverschlüsse, insbesondere jene für Kassenlokale, Magazinräume u. dgl. müssen in gutem Zustande erhalten und, wenn die Räume unbenützt sind, stets geschlossen werden.

Die gleiche Aufmerksamkeit soll den Tür- und Fensterverschlüssen in Arresträumen und solchen für Geistesranke gewidmet werden. In diesen Räumen muß man diesbezüglich auch die Ofen- und Ventilationseinrichtungen öfters besichtigen.

3. In bezug auf Grenzverletzungen.

Die Grundgrenzen, besonders jene, die nicht mit einer Einfriedung bezeichnet sind, sollen an den Brechungspunkten mit Grenzsteinen so fixiert sein, daß die Grenzlinien mit den äußeren Rändern der Grenzsteine zusammenfallen.

Es muß öfter nachgesehen werden, ob die Grenzsteine nicht umgesetzt wurden, und sollte dies der Fall sein, so ist durch Messung nach dem Plane die richtige Stelle zu fixieren und der Grenzstein im Einvernehmen mit dem betreffenden Nachbarn an diese Stelle zu versetzen. Kann mit dem Nachbarn ein Einvernehmen nicht erzielt werden, so muß man den Schutz der kompetenten Behörde in Anspruch nehmen.

4. In bezug auf Bauverbotrayone.

Die gesetzlich normierten Bauverbotrayone, z. B. bei Munitions- und Pulvermagazinen usw. müssen an der Hand der Situationspläne stets im Auge behalten werden, damit bei baulichen Veränderungen keine Überschreitung dieser Grenzen stattfindet. Eventuell ist hiezu die Mithilfe der kompetenten Behörde (Militär-Bauabteilung, Geniedirektion) in Anspruch zu nehmen.

D. Erhaltung und Nachschaffung der Einrichtungsstücke.

1. Erhaltung und Nachschaffung.

Die zum Gebäudeinventar gehörigen Einrichtungsgegenstände, z. B. in Schulen, Kasernen u. dgl. sollen stets in benützbarem, tadellosem Zustande erhalten werden. Vorkommende Gebrechen an denselben sind, noch ehe sie an Umfang zunehmen, in gehörigen Stand zu setzen. Sind die Gebrechen derart umfangreich, daß sie nicht leicht, oder nur mit größeren Kosten behoben werden können, so müssen die betreffenden Gegenstände durch neue, mindestens gleichwertige ersetzt werden.

Bei Neuanschaffungen können Neuerungen insoferne eintreten, als diese eine Verbesserung der alten Gegenstände mit Sicherheit oder unter Garantie erwarten lassen.

Mehrvorräte an Einrichtungsstücken sollen nur in solcher Anzahl vorhanden sein, um die reparaturbedürftigen auf die Zeit ihrer Herstellung ersetzen zu können. Größere Mehrvorräte zu halten ist nicht ökonomisch.

Die Aufbewahrung der Vorräte soll in geeigneten trockenen, dem Temperaturwechsel nicht sehr unterworfenen Räumen stattfinden. Möbel sollen in gewöhnlichen Dachbodenräumen nicht aufbewahrt werden.

Auch die Einrichtungsstücke sollen zeitweise, z. B. gelegentlich der Gebäudebesichtigung, auf ihren Zustand untersucht und kleinere Mängel sogleich behoben werden, weil sonst leicht größere Schäden, eventuell die gänzliche Unbrauchbarkeit daraus entstehen könnte.

2. Benützung der Einrichtungsstücke.

Die widmungsgemäße Benützung der Einrichtungsgegenstände ist von großer Bedeutung für deren Erhaltung. Darüber läßt sich wohl nicht viel sagen, da doch jeder Laie eine nicht widmungsgemäße Benützung sofort erkennen muß. Solche Unzukömllichkeiten soll die Gebäudeverwaltung sofort abstellen.

II. Umgestaltung bestehender Gebäude.

(Tafel 107).

Soll ein bestehendes Gebäude infolge geänderter Verhältnisse eine mehr oder minder umfangreiche Umgestaltung, einen Aufbau neuer Geschosse oder einen Anbau erfahren, so ist das Gebäude zuerst gründlich zu untersuchen und festzustellen, ob der allgemeine Bauzustand und die sonstigen Verhältnisse bautechnischer Natur eine solche Veränderung überhaupt zulassen, ob der gewünschte Zweck dadurch erreicht werden könne und ob die Kosten der Umgestaltungs- und Verbesserungsarbeiten mit dem erreichten Zwecke im Einklang stehen. Größere Umgestaltungen sind oft schwieriger durchzuführen und auch teurer als Neubauten; außerdem erweisen sich im Laufe der Ausführung meist noch Arbeiten als nötig, auf die man im Vorhinein nicht gefaßt sein konnte.

Man darf aber auch nicht unbeachtet lassen, daß der gewaltige Baufortschritt es ermöglicht, die schwierigsten Rekonstruktionsarbeiten unter Anwendung von Eisenkonstruktionen und der rasch erhärtenden Zementmörtel mit Leichtigkeit auszuführen.

A. Untersuchung der Gebäudeteile.

Wenn auch durch eine einfache Besichtigung und flüchtige Kostenberechnung die Rentabilität eines Umbaus festgestellt wurde, so soll man es in der Regel doch nicht unterlassen, durch eine eingehendere Besichtigung mit einer genaueren Kostenberechnung eine gewisse Sicherheit zu schaffen, bevor man die Umgestaltung des Gebäudes endgültig beschließt. Dabei darf man aber nicht nur die schadhafte und schwache Konstruktionsteile als Grundlage für die Kostenberechnung betrachten, man muß vielmehr genau erwägen, ob nicht etwa veraltete Dekorationen oder minderwertige Konstruktionen, welche durch neuere Verbesserungen bereits überholt wurden, die Bequemlichkeit, Salubrität und Schönheit des Gebäudes und somit auch dessen Wert beeinträchtigen; dieselben müßten vielleicht später doch zur Auswechslung, bezw. Neuherstellung gelangen.

Die Untersuchung des Gebäudes kann in ähnlicher Weise erfolgen, wie sie für Gebäudeerhaltung im vorherigen Kapitel dargelegt wurde.

B. Berechnung der Kosten für die Umgestaltung.

Nachdem die Kostenberechnung für Umbauten bedeutend schwieriger durchzuführen ist, als jene für Neubauten, so wird auch der erfahrene Techniker alle Sorgfalt anwenden müssen, um eine möglichst genaue Berechnung zu liefern, welche den späteren, tatsächlichen Ausgaben entspricht. Er muß außer den Kosten für die Neuherstellungen auch jene für den Abbruch der alten Gebäudeteile, ferner das Einfügen in die alten Konstruktionsteile und Verbinden mit derselben, sowie eventuell notwendige Böhlungen u. dgl. im Voranschlage aufnehmen. Auch muß er darauf bedacht sein, daß während der Ausführung sich häufig noch Arbeiten als notwendig erweisen, auf die man früher nicht gefaßt sein konnte, welche aber im Voranschlage berücksichtigt werden müssen. Ebenso soll auch für eventuelle Wünsche, die der Bauherr während der Ausführung äußert, ein kleiner Betrag im Voranschlage eingestellt werden. Selbstverständlich muß auch für eventuelle Teuerungszuschüsse vorgesorgt werden.

Eine richtig aufgestellte Kostenberechnung sichert vor namhaften Überschreitungen, wie sie bei solchen Arbeiten häufig vorkommen. Sie liefert die einzige Grundlage für den Vergleich mit den Kosten eines Neubaus und die Basis für eine diesbezügliche Beschlußfassung.

Der nähere Vorgang bei Anfertigung von Kostenvoranschlägen fällt nicht in den Rahmen dieses Werkes.

C. Vorgang bei baulichen Veränderungen.

Über den Vorgang bei baulichen Veränderungen lassen sich infolge der Verschiedenheit derselben keine allgemein gültigen Regeln aufstellen. Für die Behebung vorgefundener Mängel u. dgl. können die im vorhergegangenen Kapitel, über Gebäudeerhaltung angegebenen Anhaltspunkte mit dem Zusatze platzgreifen, daß bei Umbauten schadhafte Konstruktionsteile womöglich durch neue zu ersetzen und flüchtige Reparaturen tunlichst zu vermeiden sind.

Für die bauliche Umgestaltung behufs Verbesserung, Verstärkung, Raumgewinnung u. dgl. seien im nachstehenden einige häufiger vorkommende Konstruktionsbeispiele gegeben.

1. Unterfangen der Fundamente.

Die Notwendigkeit hiezu kann eintreten:

a) Behufs Verbreiterung der Fundamentsohle, wenn der Baugrund eine zu geringe Tragfähigkeit erweist.

b) Wenn die Fundamentsohle infolge Unterwaschungen die erforderliche Tragfähigkeit nachträglich eingebüßt hat oder

c) wenn die Kellersohle nachträglich so weit vertieft werden soll, daß sie tiefer als die Fundamentsohle zu liegen käme.

In letzterem Falle kann ausnahmsweise, wenn die Kellersohle bloß um die Mauerdicke tiefer als die Fundamentsohle zu liegen kommt und hinreichend tragfähiger Baugrund vorhanden ist, statt durch Unterfangung durch Vorlegen einer genügend starken und belasteten Mauer ein seitliches Ausweichen der Fundamentsohle verhindert werden (Fig. 1). Die vorgelegte Mauer darf aber nicht gleich auf die ganze Länge, sondern nur stückweise fundiert und aufgemauert werden. In diesem Falle müssen aber die Gebäudeecken dennoch unterfangen werden.

Muß jedoch die Kellersohle um mehr als das Maß der Mauerdicke unter die Fundamentsohle gelegt werden oder ist der Baugrund nicht genug tragfähig, so ist auch in diesem Falle ein stückweises Unterfangen der Fundamentsohle unvermeidlich.

Beim Unterfangen der Fundamente muß mit der größten Sorgfalt vorgegangen und sehr gewissenhaft gearbeitet werden, damit Setzungen im Mauerwerk entweder gar nicht oder nur im geringen Maße eintreten können. Freistehende Mauern und Außenmauern müssen, wie Fig. 2 zeigt, mit Streben entsprechend abgeböltzt werden, bevor man die Unterfangung beginnt.

Das Unterfangen selbst geschieht in der Weise, daß man, von einer Seite beginnend, das Fundamentmauerwerk auf zirka 1 *m* Länge bis zur neuen Fundamenttiefe untergräbt, die neue Sohle ebnet und sodann von dieser aus mit guten Ziegeln in Portlandzementmörtel und mit engen Lagerfugen aufmauert. Zur Erzielung eines festen Anschlusses an die alte Mauer sind, wie in Fig. 2 angedeutet, die obersten 3—4 Scharen von rückwärts beginnend unter Einhaltung des Verbandes gleichzeitig aufzumauern und die an das alte Mauerwerk unmittelbar anschließenden Steine von seitwärts einzutreiben und eventuell noch aufzukeilen.

Nachdem der Mörtel genügend angezogen hat, wird anschließend an das aufgemauerte Stück wieder auf 1 *m* Länge untergraben und mit regelrechter Einschmätzung in das erste Stück aufgemauert. Dieser Vorgang ist bis zum Ende der notwendigen Unterfangung zu wiederholen.

In unhaltbarem Erdreich (Sand, Schotter u. dgl.) muß die Fundamentgrube an den Wänden mit Brettern bekleidet und abgeböltzt werden, wie in Fig. 5 im Grundriß und Höhenschnitt angedeutet erscheint. Je nach der Haltbarkeit des Bodens werden ein, zwei oder drei, zirka 25 *cm* breite Bretter auf einmal eingezogen und mit Querriegel *r* und Unterlagpfosten *u* an die Erdwände angetrieben. Bei sehr unhaltbarem Boden muß man hinter den Brettern die Hohlräume der Erdwände mit Moos, Stroh, Heu oder Holzwolle u. dgl. vollstopfen. Zu Beginn der Mauerung wird die geebnete Fundamentsohle mit dünnflüssiger Zementmilch beschüttet, darauf wird erst die erste Schar verlegt.

Wird an eine Feuermauerangebau und müssen deren Fundamente unterfangen werden, so kann dies entweder vor oder nach dem Aufmauern des anschließenden, neuen Gebäudes geschehen; im ersteren Falle muß die Mauer mit Streben gut abgeböltzt werden (Fig. 2), während im letzteren Falle die neue Mauer auf übergurtete Pfeiler gesetzt wird, so daß zwischen den Pfeilern *a* (Fig. 3) genügend Raum zum Unterfangen der Teile *b* bleibt. Die Teile *c* hinter den Pfeilern werden nicht unterfangen, dagegen müssen die Ecken *b*₁ jedenfalls unterfangen werden.

Der Anschluß der neuen an die bestehende Feuermauer muß so erfolgen, daß durch die Setzung der neuen Mauer nicht auch die alte mitgenommen wird.

Die Unterfangung von kurzen Mauern soll nur an einer Stelle, jene von längeren Mauern (über 12 *m*) kann auch von zwei Stellen begonnen und stückweise fortgesetzt werden.

Die Kosten für 1 *m*³ Unterfangungsmauerwerk stellen sich je nach der Schwierigkeit der Arbeit auf das zwei- bis vierfache jener des gewöhnlichen, geraden Mauerwerkes.

Wenn die Fundamentverbreiterung einer Mauer eines bestehenden Objektes in den Baugrund eines neuen Gebäudes hineinfällt, so darf auf den Mauerabsatz des alten Gebäudes nicht aufgemauert werden, sondern es muß durch Überkragung der neuen Mauer ein zirka 8 *cm* hoher Zwischenraum zwischen dieser und dem alten Fundamentabsatz belassen werden (Fig. 4), damit die neue Mauer nicht den letzteren belaste, wodurch die Fundamentsohle der alten Mauer übermäßig in Anspruch genommen würde und Setzungen in der letzteren eintreten könnten.

2. Ausbrechen von Maueröffnungen.

Ist die Maueröffnung zu überwölben, so werden die Konturen der gewünschten Öffnung samt denen des Mauerbogens am Mauerhaupt vorgerissen.

Bei größeren, über 2·50 *m* breiten Öffnungen wird sodann, von einem oder von beiden Anläufen beginnend, der Raum für den Bogen stückweise ausgestemmt (Fig. 6), die Unebenheiten für die Gurtenleibung mit feuchtem Sande entsprechend abgeglichen, das Bogenstück mit guten Ziegeln und engen Lagerfugen in Zementmörtel eingewölbt und der Gewölberücken an das obere Mauerwerk fest angemauert, nötigenfalls mit Eisenkeilen auch angekeilt.

Bei größeren Spannweiten oder stark belasteten Mauern muß in Pausen gearbeitet werden, d. h. es darf das nächste Mauerwerkstück erst dann ausgestemmt werden, bis der Mörtel des vorher eingewölbten Stückes genügend angezogen hat.

Die Mauer oberhalb des Gewölberückens kann auch aufgebölzt werden, d. h. man stemmt dort Löcher horizontal durch die Mauer, steckt durch diese kurze, aber entsprechend starke Balken oder eiserne Träger und unterstützt dieselben an beiden Enden mittels starken Ständern, welche mit Doppelkeilen angetrieben werden (Fig. 10).

Ist der Bogen fertig eingewölbt und der Mörtel vollständig erhärtet, so kann die Öffnung unterhalb des Bogens ausgestemmt und auch die eventuell angeordnete Bölzung entfernt werden; nachher sind die für die Bölzung ausgestemmt Riegellöcher vollzumauern.

Bei kleineren, unter 2·5 *m* breiten Öffnungen genügt eine solide Aufbölzung, um den Bogen nach erfolgter Ausbrechung der ganzen Öffnung auf einmal zu wölben. Bei kleinen, unter 1·00 *m* breiten Öffnungen ist auch eine Aufbölzung nicht nötig.

Ist die Maueröffnung mit eisernen Trägern zu überlegen, so wird sie vorerst am Mauerhaupt vorgerissen. Bei Mauern von 45 *cm* Dicke aufwärts werden sodann entsprechende Schlitzlöcher für die beiderseitigen Trägerunterlagplatten ausgestemmt und die Platten (am besten Eisenplatten) mit größter Genauigkeit in Portlandzementmörtel verlegt (Fig. 11). An einem der beiden Mauerhäupter wird dann auf die Trägerlänge ein horizontaler Schlitz (Fig. 11, *b* und *c*) so breit und so tief ausgestemmt, daß in demselben ein Träger Platz findet. Derselbe wird sodann in diesen Schlitz eingeschoben, beiderseits auf die Unterlagplatten aufgelagert und die obere Trägerflansche gegen das überhängende Mauerwerk fest verkeilt, so zwar, daß der Träger annähernd die Last zu tragen hat, welche ihm später zugemutet wird. Hiernach wird der Raum ober der Flansche mit guten Ziegeln in Portlandzementmörtel scharf, d. h. mit engen Lagerfugen ausgemauert oder bloß mit Eisenkeilen aufgekeilt und mit Zementmörtel unterfüllt. Auf der anderen Seite der Mauer wird auf die gleiche Weise ein Träger eingesetzt.

Sobald der Mörtel hinreichend angezogen hat, wird die Maueröffnung ausgebrochen und der Raum zwischen den Trägern ausgemauert.

Bei breiteren Mauern (von 75 *cm* an) muß zwischen den äußeren Trägern in der Mitte noch ein Träger gelegt werden, dieser muß von unten aus eingezogen werden, indem man das eine Auflager doppelt so tief als sonst erforderlich ausgestemmt, den Träger in diese Vertiefung hineinschiebt, ihn dann auf die zweite, gegenüberliegende Auflagerplatte emporhebt. Man kann auch, nach Fig. 1*b*, T. 108, von jeden der beiden Mauerhäuptern zwei Träger auf einmal einziehen.

Mauern unter 45 *cm* Dicke müssen zuerst vollkommen aufgebölzt, d. h. mit einem starken Balkengerüst unterstützt werden (Fig. 12). Die Öffnung wird dann der ganzen Länge und Breite nach ausgebrochen, die Träger werden unterschoben, auf die Unterlagplatten gelegt, der Raum über den Trägern scharf ausgemauert, sodann die Bölzung entfernt und die Riegellöcher zugemauert.

Sind die Mauern als Trägerauflager zu schwach, so müssen beiderseits entsprechend dimensionierte Tragpfeiler neu aufgemauert werden, für welche zuerst auf Pfeilerbreite das alte Mauerwerk auszubrechen ist. Nach Herstellung der Tragpfeiler und nachdem auch das Mauerwerk ober der herzustellenden Öffnung hinreichend aufgebölzt wurde, wird die Öffnung ausgebrochen und das Einziehen der Träger auf die vorbeschriebene Art durchgeführt.

Bei Herstellung der Bölzung ist zu beachten, daß alle gleich lang geschnittenen Ständer oben und unten an durchlaufende Kappen, bezw. Schwellen stumpf anstoßen, mit denen sie verklammert werden (Fig. 12). Auf die Kappen werden die Riegel in senkrechter Lage zu ersteren gelegt und zwischen beiden harte Doppelkeile eingetrieben, wodurch die Riegel an den oberen Mauerkörper angepreßt werden, so daß sie bei hinreichender Stärke die Mauer mit voller Sicherheit zu tragen vermögen, daher eine Setzung der Mauer während der Arbeit ausgeschlossen ist.

Anstatt hölzerne Riegel kann man vorteilhaft kurze Eisenträger oder Eisenbahnschienen anwenden, bei welchen die Riegellöcher bedeutend kleiner ausfallen wie bei Balken; auch ist die Tragfähigkeit der Eisenträger verlässlicher (siehe Fig. 15).

Das Aufkeilen der Riegel erfolgt mit harten Doppelkeilen, welche zu beiden Seiten gleichzeitig eingetrieben werden. Damit die Keile nicht zurückgleiten, kann man sie an die Schwellen mit Nägeln oder Klammern festheften. Bei eisernen Trägern können statt Holzkeile auch Eisenkeile verwendet werden, man muß aber dann auf die Schwellen keine Eisenplatten legen, damit die Eisenkeile nur zwischen Eisen gleiten.

Bölzungen dürfen niemals die Deckenkonstruktion belasten. Sind Bölzungen in oberen Geschossen vorzunehmen, so müssen die Deckenkonstruktionen aller unterhalb liegenden Geschosse an den betreffenden Stellen unterstützt werden (Fig. 14 und 15, T. 12). Bei großer Belastung (Tragmauern) muß man an diesen Stellen den Fußboden aufreißen und den Mauerzuschutt entfernen (Fig. 15, b). Auch der Stukkaturverputz soll an diesen Stellen entfernt werden, weil Mauerzuschutt und Stukkaturverputz durch die Last leicht zusammengedrückt werden, wodurch die Bölzung eine Senkung erleiden müßte.

Wo es möglich ist, die Fußschwelle der Bölzung auf Mauerabsätze tragenden Mauern aufzulegen, kann man die Fortsetzung der Bölzung in den unteren Etagen ersparen. Eventuell kann man als Auflager auch Vertiefungen in den tragenden Mauern ausstemmen.

Beim Ausbrechen von Maueröffnungen in Hauptmauern und Einziehen von eisernen Trägern über der Öffnung wird es meistens notwendig sein, die Hauptmauer mittels Streben nach außen abzuspreizen, um einen eventuell auftretenden Seitenschub aufzuheben. Gleichzeitig damit kann auch das Aufbölen bewirkt werden (Fig. 15). Die Streben können am Fuße mit seitwärts eingetriebenen Keilen k nach aufwärts angetrieben werden, so daß die Mauer bei α wirksam unterstützt wird. Die Fig. 15 c zeigt die Anordnung der Fußschwelle in schräger Lage, um die Strebe in der Richtung des Pfeiles durch Schläge aufzutreiben zu können. Die eisernen Träger T sind beim Auflager auf den Kappen mit eisernen Keilen auf eisernen Unterlagplatten fest aufzukeilen, damit sie die Mauerlast vollständig aufnehmen und eine Setzung der Mauer unbedingt verhindern.

Nach Vollendung der Bölzung werden, wie früher erklärt wurde, die Unterlagplatten versetzt, der äußere Träger in einen auszustemmenden Mauer Schlitz verlegt und über demselben die Aufmauerung anschließend an das obere Mauerwerk bewirkt. Hernach kann die Öffnung samt dem Raume für die beiden inneren Träger ausgebrochen und zum Versetzen derselben geschritten werden. Bei sehr starken Mauern ist es ratsam, auch den inneren Träger (eventuell zwei) vorher in einen Schlitz zu versetzen, darüber bis zum oberen Mauerwerk aufzumauern und erst dann die Öffnung ganz auszubrechen.

3. Behandlung des die ausgebrochene Öffnung begrenzenden Mauerwerkes.

Bei Ziegelmauern kann die Öffnung in der Weise ausgebrochen werden, daß man die Ziegel der erforderlichen Größe der Öffnung entsprechend abstemmt, so daß nur hier und da einzelne, kleine Teilsteine, die durch das Ausstemmen im Lager

gelockert wurden, frisch einzumauern sein werden. Schließlich wird mit einem stärker aufzutragenden Verputz die ganze Stirnfläche eben ausgeglichen (Fig. 13 a).

Bei Bruchsteinmauern ist man gezwungen, die ganzen in die Öffnung hineinragenden Steine herauszunehmen, wodurch eine größere, unregelmäßig abgeschlossene Öffnung entsteht, welche, wie die Fig. 13 b zeigt, in solider Verschmattung mit Ziegeln vollgemauert wird.

4. Einziehen eiserner Deckenträger an Stelle tragender Mauern.

Sind Mauern abzurechen, welche Tramdecken tragen, so müssen vor allem die Decken so aufgeblözt werden, daß die abzutragende Mauer durch die Deckenträger gar nicht belastet wird (Fig. 14). Erst dann wird die Mauer abgetragen, worauf die Träme nach Form und Länge so zugeschnitten werden, daß sie auf den Flanschen des einzuziehenden Trägers ein genau passendes Auflager finden. Hiernach werden beiderseits die Trägerunterlagsteine oder Unterlagplatten versetzt, die Träger eingelegt und an die Tranköpfe passend angeschoben, worauf der Raum *R* zwischen den beiden Trägern (Fig. 14 b) ausgemauert wird. Die Decke selbst kann sodann nach Erfordernis stukkaturt oder sonst irgendwie ausgestattet werden. Die ganze Arbeit muß mit der größten Genauigkeit ausgeführt werden, namentlich ist darauf zu sehen, daß das Trägerauflager genau horizontal ist und alle Auflager in einer Ebene liegen.

5. Anschluß neuer an alte Mauern.

Derartige Anschlüsse sollen in der Regel nur stumpf und ohne Verschmattung erfolgen, weil beim Setzen der Mauern die Schmatzen ohnehin abbrechen würden. Wird aber eine Verschmattung angewendet (Fig. 7), dann muß man die Zahnschmatzen so ausstemmen, daß immer Schichten von zwei bis drei Ziegelstärken in die alte Mauer eingreifen. Die Mauerung soll dann womöglich in Zementmörtel mit tunlichst kleinen Lagerfugen durchgeführt werden, damit möglichst geringe Setzungen stattfinden. Auf eine reichliche und solide Verankerung der beiden Mauern untereinander mit Mauerschließen muß besonders gesehen werden.

6. Aufführung von Mauern über Gewölben.

Treffen bei Umbauten mit Rücksicht auf die Raumeinteilung Mauern auf bestehende Gewölbe, so ist es nicht nötig, letztere ganz abzutragen; man kann vielmehr die Mauern auf Gurten setzen, die oberhalb des Gewölbes zwischen starke Pfeiler gespannt werden. Diese Gurtbögen müssen aber sehr solid gemauert und mit Schließen verankert werden, damit nur ganz minimale Setzungen auftreten können. Statt auf Gurten kann die Mauer auch auf eiserne Träger aufgesetzt werden, welche über dem Gewölberücken einzuziehen und eventuell mit Pfeilern beiderseits zu unterstützen sind. In beiden Fällen darf das Gewölbe nicht belastet werden, es muß vielmehr zwischen Gewölberücken und Gurtbogenleibung, bezw. zwischen ersterem und den eisernen Trägern ein freier Raum bleiben.

7. Herstellen von Rauchschloten in alten Mauern.

Diese Arbeiten sind ziemlich umständlich, daher soll man sich nur auf die notwendigste Anzahl neuer Rauchschlote beschränken.

Bei mehreren nebeneinander liegenden Schloten müssen ganze Mauerteile so weit abgetragen werden, daß der Schlot auf Ziegelbreite mit neuem Mauerwerk umgeben wird (Fig. 8). Die neu aufzuführende Mauer muß mit der alten durch entsprechende Schmatzen gut verbunden und mit Zementmörtel saftig gemauert

werden, damit einerseits Setzungen im Mauerwerke und andererseits Trennungen beim Anschlusse an das alte Mauerwerk nicht stattfinden können, wodurch gefährliche Rissebildungen entstehen würden.

Bei einzelnen Rauchscloten wird man gut tun, den Schlot mit entsprechenden Poterien zu verkleiden und diese mit der anschließenden Mauer durch Eingießen von dünnflüssigem, verlängertem Zementmörtel zu verbinden (Fig. 9).

Je nach Umständen kann man den Schlot auf die ganze Gebäudehöhe auf einmal ausbrechen und dann, von unten beginnend, aufmauern, wie z. B. bei einzelnen Schloten. In den meisten Fällen wird man aber geschößweise, von unten beginnend, vorgehen.

8. Verbreitern überwölbter Öffnungen.

Ist der Gewölbebogen für die gewünschte breitere Öffnung stark genug, so wird derselbe, wie Fig. 8, T. 108, zeigt, durch eine solide Einschalung in der ganzen Leibung unterstützt, sodann werden an den Widerlagern die Teile *a*, *b* für die Verlängerung der beiden Gewölbschenkel ausgebrochen und diese mit guten Ziegeln in Portlandzementmörtel scharf gemauert. Nachdem der Mörtel erhärtet ist, werden für die Verbreiterung der Öffnung die beiden Mauerteile *c* und *d* abgebrochen, vorerst wird aber die provisorische Einschalung abgenommen.

Wenn der Bogen für die breitere Öffnung zu schwach ist, so wird man die Öffnung vorteilhaft mit Eisenträgern überdecken. Hierbei kann man den gleichen Vorgang wie beim Ausbrechen von Maueröffnungen (Punkt 2) einhalten.

9. Heben von alten Dachstühlen und Holz- oder Riegelbauten.

Für den Aufbau eines Stockwerkes auf ein bestehendes Gebäude kann man den Dachstuhl samt der Eindeckung mit Schraubenwinden auf die erforderliche Höhe allmählich heben und unter dem Schutze des Daches den Stockwerkaufbau bewirken. Selbstverständlich muß ein solcher Dachstuhl vollkommen gesund und genügend tragfähig sein; wünschenswert wäre auch eine Eindeckung mit leichtem Deckmaterial.

Zum Heben des Dachstuhles wird derselbe bei den Verbindungen mit Klammern und Schraubenbolzen entsprechend verstärkt, wenn nötig auch mit Balken oder Zugschließen verspannt. Die Dacheindeckung muß bei den anschließenden Mauern (Rauchscloten, Brand-, Feuermauern u. dgl.) so weit abgetragen werden, daß dazwischen ein freier Raum bleibt; auch müssen die Rauchsclotköpfe abgetragen und alle Vorsprünge ect. beseitigt werden, welche beim Heben hinderlich sein könnten.

Bei sehr langen Gebäuden wird der Dachstuhl in mehrere Teile getrennt, um jeden Teil für sich heben zu können.

Zum Heben dienen starke Schraubenwinden (Fig. 11, 12 und 13, T. X), welche unter jedem Bundtramende, eventuell auch in der Mitte so angeordnet werden, daß sie über den Hauptmauern auf Pfostenunterlagen zu stehen kommen. Es muß nun das Heben bei allen Schraubenwinden gleichzeitig und ganz gleichmäßig vor sich gehen, damit der ganze Dachstuhl oder bei längeren Gebäuden der betreffende Teil ganz gleichmäßig emporsteigt, was für die tadellose Erhaltung des Dachstuhles und der Eindeckung von großer Wichtigkeit ist. Diese Arbeit muß daher unter persönlicher Leitung des Bauführers mit der größten Sorgfalt bewirkt werden.

Ist das Heben des Dachstuhles auf die Höhe der Gewindgänge vorgeschritten, so stellt man neben jeder Winde eine zweite mit einem aufgesetzten, bis unter den Bundtram reichenden Balkenstück und setzt das Heben wieder fort, bis die Gewindgänge abermals abgelaufen sind, sodann setzt man auf die zuerst in Aktion

gewesenen Winden entsprechend längere, bis unter den Bundtram reichende Balkenstücke und fährt in dieser Weise mit dem Heben des Dachstuhles fort, bis die erforderliche Höhe erreicht ist.

Stehen nicht so viele Winden zur Verfügung, so kann man nach jedesmaligem Ablaufen der Gewindgänge neben den Winden Stützen provisorisch einziehen und nach Zurückdrehen der Gewinde entsprechend lange Balkenstücke auf die Winden aufsetzen.

Während des Hebens müssen auch die notwendigen Stützen zur Verhinderung von seitlichen Schwankungen des Dachstuhles gesetzt werden.

Gleichzeitig mit dem Heben des Dachstuhles werden abschnittsweise die Hauptmauern auf die erforderliche Höhe aufgeführt.

Nach bewirkter Hebung wird der Dachstuhl durch entsprechendes Auf- oder Niederschrauben mit den Winden genau horizontal gestellt und dann durch Untermauern auf die aufgeführten Hauptmauern festgelagert. Schließlich wird die ganze Mauerung vollendet, die Dacheindeckung vervollständigt und das Stockwerk unter dem Schutze des nunmehr vollendeten Daches ausgebaut.

Auf die gleiche oder ähnliche Art können auch leichte Holz- oder Riegelbauten gehoben und mit massivem Mauerwerk untermauert werden.

III. Demolierung bestehender Gebäude.

(Tafel 28.)

Beim Abtragen alter Bauobjekte gilt der Grundsatz, diese Arbeiten mit möglichst wenig Arbeitskraft in der kürzesten Zeit zu bewältigen, dabei aber auch die noch brauchbaren Baustoffe, Gebäudebestandteile u. dgl. zur Wiederverwendung zu gewinnen und Unglücksfälle unbedingt zu verhindern. Außerdem sind die bestehenden polizeilichen Vorschriften in jeder Hinsicht genau zu beachten (siehe Anhang).

Die Verschiedenheit der Objekte und der dabei vorkommenden Abtragungsarbeiten lassen für jeden einzelnen Fall keine Regeln aufstellen, man muß vielmehr die Arbeitsdisposition, die Vorsichtsmaßregeln u. dgl. auf Grund praktischer Erfahrung den einzelnen Fällen anpassen. Hiefür seien im Folgenden einige praktische Winke gegeben, welche vielfach auch bei der Ausführung von Neubauten oder Umbauten in Anwendung kommen.

A. Sicherheitsvorkehrungen.

1. Einfriedung der Baustelle.

Hiefür werden gewöhnlich provisorische Bretterplanken an den frei zugänglichen Stellen hergestellt, welche 2 m hoch und derart eingerichtet sein sollen, daß man sie behufs ungehindertem Zu- und Abtransport der Baumaterialien an geeigneten Stellen leicht entfernen und des Nachts wieder schließen kann. Für diesen Zweck kann man, nach Fig. 9, entweder an einfache Ständer durch anzunagelnde Latten entsprechende Nuten $n-n'$ bilden, in welche die Bretter oder Pfosten von oben eingeschoben werden. Häufiger wird die Anordnung von Doppelständern nach Fig. 10 getroffen, welche oben mit Klammern oder aufgenagelte Brett- oder Lattenstücke in solcher Entfernung auseinander gehalten werden, daß man zwischen den Ständern, wie die Figur zeigt, von seitwärts die Pfosten oder Bretter einschieben kann.

Für den Personenverkehr sollen an geeigneter Stelle kleine versperrbare Türen angebracht werden.

Um einen möglichst großen Manipulationsraum für den Bau zu gewinnen, wird man die Einfriedung bis zur äußersten Grundgrenze hinausrücken; an öffentlichen Straßen, Gassen und Plätzen wird man so weit hinausrücken, als es die polizeilichen Vorschriften gestatten (gewöhnlich auf Trottoirbreite).

2. Schutzgerüste.

Damit durch herabfallende Gegenstände die Passanten nicht gefährdet werden, ist die Anbringung von Schutzgerüsten oder Schutzdächern, insbesondere in belebten Straßen, polizeilich vorgeschrieben.

Solche Schutzgerüste werden in den Geschoßhöhen so hergestellt, daß sie gleichzeitig für die Abtragungsarbeiten benützlich sind, somit doppelten Zweck erfüllen. Die Fig. 12 auf T. 6 zeigt solche Ausschußgerüste mit seitlichem Geländer. In belebten Straßen erhalten diese Ausschußgerüste im untersten Geschoße eine größere Breite (Trottoirbreite) und dann auch direkte Unterstützungen gegen den Straßenkörper.

Beim Abtragen des Dachstuhles wird ein solches Ausschußgerüste auch unterhalb des Hauptgesimses notwendig; dasselbe wird je nach der Höhenlage des Dachstuhles am besten in der Höhe des Dachbodenfußbodens angeordnet.

3. Bölzungen, Abspreizungen u. dgl.

Die notwendigen Bölzungen, Abspreizungen u. dgl. dürfen sowohl beim eigenen Objekt, als auch bei den anschließenden Nachbargebäuden niemals unterlassen werden.

Hiefür werden auf Tafel 108 einige praktische Beispiele im Prinzipie vorgeführt, und zwar:

Bei der Abspreizung zweier gegenüberliegender Nachbarmauern kann man je nach den bestehenden Verhältnissen verschieden vorgehen. Im allgemeinen wird man bei nicht zu großer Entfernung genügend lange, starke Balken zwischen den Mauern horizontal derart anordnen, daß sie beide Mauern gegeneinander stützen, dabei muß aber mittels Unterlagen der Druck eines jeden Balkenendes auf eine entsprechend große Mauerfläche verteilt und auch der Ausbiegung langer Balken Rechnung getragen werden. Auch wird man die Balken womöglich in der Höhe der Deckenkonstruktionen, wo die größten Horizontalschübe auftreten, anordnen.

Nach diesen Grundsätzen sind in den Fig. 2, 3 und 4 drei verschiedene Beispiele dargestellt. Die Fig. 4 zeigt außerdem, wie man bei nicht unterkellerten Nachbargebäuden und eigener, tiefer Kelleraushebung vorgehen kann.

Die Stärke der Hölzer und die Entfernung der Spreizen muß den einzelnen Fällen angepaßt werden, darüber lassen sich weder Berechnungen oder allgemeine Regeln aufstellen, noch existieren hierüber Vorschriften. Grundsätzlich soll man — bis zu gewissen Grenzen — lieber stärkere Hölzer in größerer Anzahl anwenden, als notwendig erscheint.

Die Fig. 5 gibt ein Beispiel über die Aufbölzung von ganz frei stehenden Feuermauern.

Sowohl die horizontale Abspreizung nach Fig. 2—4, als auch die Aufbölzung nach Fig. 5 muß gleichzeitig mit dem Abtragen des anschließenden Gebäudes erfolgen und müssen dabei die notwendigen harten Holzkeile ordentlich angetrieben und gegen Abgleiten durch Anheften mit Nägeln oder Klammern gesichert werden. Beim Aufführen des neuen, dazwischen liegenden Gebäudes werden die Stützen in der umgekehrten Reihenfolge wieder abgenommen, sobald die Mauern so hoch aufgeführt sind, daß sie den nachbarlichen Gebäuden eine hinreichende Stütze bieten können. Häufig wird man gezwungen sein, das Mauerwerk über die Streben und

Stützen hinauf aufzuführen, indem man um das Gehölze entsprechende Löcher mit Schmatzen in der neu ausgeführten Mauer freiläßt. Manchmal wird man beim Abtragen der Stützen gezwungen sein, diese vorerst zu zersägen, um sie durch die Löcher der neuen Mauer herausziehen zu können.

Die Fig. 6 zeigt ein Beispiel über eine Gewölbeinschalung, behufs Demolierung des Gewölbes. Hierzu braucht der Lehrbogen und die Schalung nicht die ganze Gewölbleibung voll unterstützen. Die Lehrbögen werden dabei in entsprechenden Entfernungen auf die vorher eingebaute Gerüstung aufgestellt und gegeneinander verspreizt, sodann werden die Schalbretter (Pfosten) von seitwärts eingeschoben und dann das ganze Lehrgerüste mit den Keilen k gehoben und ordentlich angekeilt.

Die Fig. 7 zeigt, wie man Holzständer mit eisernen Tragbändern a und b durch entsprechendes Aufschieben und Ankeilen der Bänder verlängern kann. Man erspart dadurch das verschwenderische Zuschneiden der verschieden langen Ständer. In diesem Falle müssen aber die Holzquerschnitte zur Größe der Bänder genau passen. Diese Anordnung ist aber nur für schwache Ständer geeignet und bei Verwendung einer größeren Zahl verschieden langer Ständer ökonomisch.

4. Verhinderung der Staubbildung.

Die hierfür notwendigen Maßnahmen rangieren zwar nicht direkt zu den Sicherheitsvorkehrungen, in sanitärer Beziehung jedoch sind sie gewiß auch Sicherheitsvorkehrungen für die Gesundheit der Arbeiter, der Nachbarn usw.

Das ausgiebigste Mittel zur Verhinderung der Staubbildung ist das Bespritzen der abzutragenden Mauern und des herabzuschaffenden Schuttes u. dgl. mit einer hinreichenden Menge Wasser. Steht für diesen Zweck eine Wasserleitung zur Verfügung, so wird es nicht schwer fallen, das Wasser von den Auslaufstellen in Schläuchen bis zur Verbrauchsstelle zu leiten und mittels einer Brause die Bespritzung vorzunehmen. Besteht in dem Gebäude selbst keine Wasserleitung, ist aber die Möglichkeit geboten, den Anschluß an eine gemeinsame oder private Wasserleitung zu bewirken, so dürfte dies in den meisten Fällen auch ökonomisch sein.

Wo aber auch diese Möglichkeit ausgeschlossen ist, muß man das Wasser entweder mit Handpumpen an Ort und Stelle leiten oder mit Aufzügen fördern.

Außer der Bespritzung soll man staubbildende Materialien (Mauerschutt, Ziegel u. dgl.) nur in geschlossenen Bretterschläuchen (Rutschen) nach abwärts befördern und diese, besonders bei Mauerschutt, womöglich direkt in die Transportgefäße (Wägen usw.) einmünden lassen, damit durch das Umschaufeln nicht wieder Staub gebildet wird.

B. Vorgang beim Abbrechen eines Gebäudes.

1. Abtragen der Dächer.

Es empfiehlt sich, hiezu nur die betreffenden Professionisten, Ziegel-, Schieferdecker, Spengler, Zimmerleute u. dgl. anzustellen, weil man mit diesen nicht nur rascher und sicherer arbeitet, sondern weil auch das Material zur Wiederverwendung besser erhalten bleibt, als bei Verwendung von Handlangern.

Bei schwerem Deckmaterial (Ziegel, Steinplatten u. dgl.) soll man bei Satteldächern mit dem Abtragen der Eindeckung auf beiden gegenüberliegenden Dachflächen gleichzeitig beginnen und gleichmäßig fortsetzen, damit eine einseitige Entlastung nicht etwa eine Verschiebung oder gar einen Einsturz des alten Dachstuhles herbeiführt.

Die Dachplatten werden, von oben beginnend, einzeln abgenommen und mit flachen Rutschen, bei hohen Gebäuden mit Aufzügen herabbefördert. Die Förderung auf Rutschen muß vorsichtig geschehen, damit die Platten nicht

brechen. Man schüttet daher unter die sehr flach gestellte Rutsche etwas Sand, in welchen die herabschleifenden Platten etwas eindringen, wo jede Platte sogleich entfernt werden muß.

Bei Blecheindeckung werden die Falze durchgehauen und die einzelnen Tafeln beschnitten.

Pappen- und Holzzementdächer können ohne besondere Vorsicht abgetragen werden, weil diese Materialien zur Wiederverwendung meistens ungeeignet sind.

Zum Abtragen des Dachstuhles wird das Gehölze in umgekehrter Reihenfolge des Aufstellens aus den Verbindungen genommen und vorsichtig herabgelassen. Dabei werden die Holznägel durchgeschlagen oder ausgebohrt. Bei schweren, steilen Dachstühlen muß man das Dachgehölze vor dem Abnehmen entsprechend abspreizen, um ein Verdrehen der Konstruktion und einen möglichen Einsturz zu verhindern.

2. Abtragen der Deckenkonstruktion.

Zuerst wird der Fußboden und die Beschüttung abgenommen. 

Pflasterungen werden sorgfältig aufgerissen, die verwendbaren Platten vom anhaftenden Mörtel gereinigt und auf Rutschen oder Aufzügen herabgelassen.

Bretterfußböden werden an den festgenagelten Stellen durch harte Keile von den Unterlagen aufgetrieben und die zumeist eingerosteten Nägel mit der Zange herausgezogen. Das noch brauchbare Holzwerk wird herabgelassen und der Verwendung zugeführt, das unbrauchbare aber als Brennholz verwertet.

Die Deckenbeschüttung (Mauerschutt) wird mit Wasser entsprechend befeuchtet und in geschlossenen Rutschen herabgelassen. Die Rutschen, welche durch zwei bis drei Geschosse reichen, erhalten oben eine trichterförmige Erweiterung, durch welche der Schutt aus den Transportgefäßen (Tragen oder Schiebtruhen) direkt eingeworfen wird.

Die Sturzverschalung wird in ähnlicher Weise wie der Fußboden aufgerissen.

Beim Abtragen der Stukkaturung und der Stukkaturverschalung ist nur die Vorsicht zu beobachten, daß durch das Herabstürzen des abgebrochenen Materials niemand beschädigt wird; das Material ist zur Wiederverwendung gewöhnlich nicht geeignet, wird daher als Mauerschutt, bezw. Brennholz behandelt.

Die Deckenträger müssen zuerst an den Tramenden freigelegt, eventuell von den Tramschließen und Schlagklammern befreit werden, bevor man sie mittels Seilen herablassen kann. Bei eisernen Deckenträgern ist ein ähnlicher Vorgang einzuhalten.

3. Abtragen der Mauern.

Beim Abbrechen von Mauern muß man im allgemeinen trachten, die Bausteine nicht zu zertrümmern, um sie als solche für die Wiederverwendung zu gewinnen.

Je nach der Art des Bindemittels, dem Alter der Mauer und der Lage derselben wird man gezwungen sein, beim Abtragen derselben verschiedenartig vorzugehen, und zwar:

Beinichtzu alten, mit Weißkalkmörtel hergestellten Mauern kann man die Steine mit der Krampe einzeln abbrechen und den noch anhaftenden Mörtel mit dem Mauer- oder Ziegelputzhammer (Fig. 1 und 13, T. VIII) abschlagen.

Bei alten oder mit Zementmörtel hergestellten Mauern ist die Bindekraft des Mörtels oft so bedeutend, daß man die Mauer nur mit größerer Kraftanwendung, durch eiserne Keile oder durch Sprengung mit einem Sprengmittel zertrümmern kann. Bei dieser Demolierungsart wird man auf die Wiedergewinnung von Bausteinen gewöhnlich verzichten.

Niedere, z. B. Einfriedungsmauern kann man durch Umwerfen derselben rascher demolieren als hohe Mauern (Gebäudemauern u. dgl.), welche man nur stückweise mit der Krampe, mit eisernen Keilen u. dgl. abbrechen kann.

Gebäudemauern werden, von oben beginnend, gewöhnlich mit der Krampe abgebrochen, das Ziegelmaterial wird in geschlossenen Rutschen herabgeführt und dann erst geputzt, und entweder verführt oder zur Wiederverwendung aufgeschichtet.

Gewölbmauerwerk wird meistens durch Durchschlagen des Scheitels zum Einsturz gebracht, dabei muß man über dem Gewölbscheitel eine provisorische Gerüstung schaffen, auf welcher die das Gewölbe demolierenden Arbeiter stehen.

Gewölbe in den oberen Etagen eines Gebäudes oder schwere Gewölbe überhaupt soll man nur stückweise abbrechen. Hierzu muß daß Gewölbe eine ähnliche Einschalung wie zum Aufbau desselben erhalten, welche die Last des ganzen Gewölbes mit Sicherheit zu tragen vermag (Fig. 6, T. 108), dabei muß man aber auch den Seitenschub anschließender Gewölbe berücksichtigen. Das Abtragen solcher Gewölbe erfolgt vom Scheitel aus, jedoch so, daß man nicht den Scheitel auf seine ganze Länge, sondern nur stückweise ausbricht, worauf die anschließenden Gewölbschenkel abgetragen werden. Durch dieses stückweise Abtragen wird die Last des Gewölbes nur zum Teile auf der Einschalung ruhen, somit auch mit größerer Sicherheit, insbesondere beim Abtragen schwerer Gewölbe, gearbeitet.

4. Abführen des Mauerschuttes.

Hiebei läßt sich an Arbeitskraft bedeutend ersparen, wenn man die Rutschen derart anbringt, daß das Zuführen des Schuttes auf dem kürzesten Wege und das Abführen desselben ohne Umschaueln erfolgen kann.

Man wird daher möglichst viele Rutschen anbringen und diese im unteren Geschoße an jenen Stellen ausmünden lassen, wo die Aufstellung der Wagen unter der Rutsche auf keine Schwierigkeiten stoßt. Bei vorhandenen Kellergewölben müssen diese für den Wagenverkehr von unten entsprechend gestützt oder oben mit Balken und Bohlen oder Pfosten entsprechend überbrückt werden. Es soll auch eine genügende Anzahl von Wagen vorhanden sein, damit die Schuttabfuhr keine Unterbrechung erleidet.

Auf der Schotterruhe des Wagens soll ein Mann stehen, welcher die mit dem Schuttmaterial etwa herabgelangten brauchbaren Materialien (Steine, Holz, Eisen u. dgl.) entfernt und das Herabwerfen des Schuttes durch Zurufen gegen oben nach Bedarf regelt.

C. Verwertung der gewonnenen Materialien.

Es ist wohl ökonomisch, die gewonnenen Abbruchmaterialien gleich an der Baustelle wieder zu verwenden, nachdem man aber nicht jedes einzelne Stück selbst untersuchen und dessen Brauchbarkeit feststellen kann, so soll man lieber auf die Verwendung so mancher Materialien, Gebäudebestandteile usw. verzichten, bevor man sich der Gefahr aussetzt, daß minderwertige oder gar schlechte Materialien verwendet werden, die den Wert des Objektes beeinträchtigen oder gar dessen Bestand gefährden.

Der Bauherr tut am besten, er verkauft die Abbruchmaterialien noch vor dem Abbruche derselben. Diese können bei minderen Objekten oft ganz gut und ohne Nachteil für das Gebäude verwendet werden, während sie für bessere Gebäude oft nicht recht taugen, manchmal auch zu schwach sind oder zum Ganzen nicht recht passen.

Gesunde, alte Dachziegel, Zementplatten, Schieferplatten u. dgl. kann man bei jedem Objekte ohne Bedenken wieder verwenden, weil deren Wetterbeständigkeit bereits erprobt ist.

Gesunde Ziegel und Bausteine kann man für Grund- und Kellermauern verwenden, wenn deren Festigkeit unzweifelhaft erhoben wurde.

Gesunde große Quadern können auf ein kleineres Ausmaß umgearbeitet werden.

Alte Traversen, Schließen, Klammern u. dgl. können nur dann zur Wiederverwendung zugelassen werden, wenn sie genügend stark sind und durch Rostbildung an ihrer Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit nur wenig oder gar nicht gelitten haben.

Alte Holzmaterialien soll man womöglich von der Wiederverwendung, wenigstens in besseren Gebäuden, vollständig ausschließen, ausgenommen wenn deren vollständige Gesundheit und Tragfähigkeit zweifellos dargetan werden kann.

C. Verwertung der gewonnenen Materialien.

Als nächstbedeutendste Aufgabe im Bauwesen ist die Verwertung der gewonnenen Materialien. Es ist zu bemerken, dass die gewonnenen Abbruchmaterialien gleich an der Baustelle wieder zu verwenden, nachdem man über nicht jedes einzelne Stück selbst untersuchen und dessen Brauchbarkeit feststellen kann, so soll man lieber auf die Verwertung von manchen Materialien, Gebrauchsgegenständen usw. verzichten. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Verwertung von manchen Materialien, Gebrauchsgegenständen usw. sehr zu empfehlen ist, wenn man sich für die Verwertung derselben interessiert. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Verwertung von manchen Materialien, Gebrauchsgegenständen usw. sehr zu empfehlen ist, wenn man sich für die Verwertung derselben interessiert.

Anhang.

Auszug aus der Verordnung des k. k. österreichischen Handelsministers im Einvernehmen mit dem Minister des Innern vom 7. Februar 1907,

mit welcher Vorschriften zur Verhütung von Unfällen und zum Schutze der Gesundheit der Arbeiter bei der gewerblichen Ausführung von Hochbauten erlassen werden.

1. Fundamente.

Bei der Aushebung von Fundamenten sowie bei Erdarbeiten überhaupt ist auf eine sichere Bölzung besondere Sorgfalt zu verwenden. Das Untergraben des Erdreiches ist unzulässig. Der Rand der Grube muß in der Breite von mindestens einem halben Meter von aller Belastung durch Erde, Material u. dgl. frei bleiben.

Neben vorhandenen Bauten dürfen, wenn diese weniger tief fundiert sind als der Neubau, neue Fundamente und der dazu nötige Bodenaushub nur stückweise, und zwar jeweilig in einer 2 m nicht überschreitenden Länge ausgeführt werden.

2. Brunnenschächte, Kanäle und Senkgruben.

Brunnenschächte mit quadratischem Querschnitte müssen unter allen Umständen ausgezimmert werden. Runde Schächte dürfen ohne Ausmauerung nur in vollständig festem Boden abgeteuft werden.

Im Brunnenschachte ist dicht über der Kopfhöhe der Arbeiter eine Schutzdecke anzubringen, unter die die Arbeiter zum Schutze gegen herabfallende Gegenstände treten können.

Vor dem Einfahren oder Einsteigen in einen Brunnen oder Brunnenschacht muß ohne Rücksicht auf seine geringere oder größere Tiefe, ebenso wie vor dem Einsteigen in bereits gebrauchte Senkgruben und alte Kanäle festgestellt werden, ob sich darin keine Stickluft befindet. Diese Feststellung ist durch langsames Hinablassen einer gewöhnlichen Laterne mit brennendem Lichte oder auf sonst verlässliche Weise vorzunehmen.

3. Kalkgruben und andere Vertiefungen.

Kalkgruben und andere den Verkehr am Bauplatze gefährdende Vertiefungen sind durchbruchsicher zu bedecken oder genügend fest zu umwehren.

4. Gerüste.

a) Im allgemeinen.

Jede Einrüstung ist aus gesundem, dem Zwecke entsprechend starkem und durch eine vorherige Benützung in seinem Querschnitte nicht geschwächtem Holze in sicherer, dem Fortschritte des Baues entsprechender Weise fachgemäß herzustellen.

Für das Abtragen von Gerüsten sind geeignete Einrichtungen zu treffen, damit Balken, Pfosten, Riegel, Klammern und sonstige große und schwere Gerüstbestandteile in sicherer Weise abgeseilt oder auf andere Weise ohne Gefährdung der unter dem Gerüste befindlichen Personen hinabbefördert werden können.

b) Langtennengerüste.

Bei Langtennengerüsten müssen die Ständer einen festen Stützpunkt und die Querriegel ein sicheres Auflager erhalten.

In allen Gerüstgeschossen ist ein entsprechend dichter, starker und breiter Bretterbelag anzubringen, dessen Enden nicht überhängen dürfen. Zur Sicherung gegen Absturz von Menschen und Herabfallen von Material oder Werkzeugen sind Brustwehren und nach außen hin Fußpfosten anzubringen.

c) Ausschußgerüste.

Bei Ausschußgerüsten müssen die Ausschußbäume innen durch sichere Verstreifungen niedergehalten oder außen durch hinreichend starke Verstreifungen gegen die Mauer gestützt werden; auch ist ein seitliches Ausweichen durch entsprechende Versteifungen zu verhindern.

d) Leitergerüste.

Leitergerüste sind mittels Diagonalwindlatten zu versteifen und zur Sicherung gegen Absturz durch Brustwehren nach außen und, wenn der freibleibende Raum zwischen dem Gerüstwege und der Gebäudewand breiter als $0,4\text{ m}$ ist, auch nach innen abzuschließen.

e) Hängegerüste.

Hängegerüste dürfen nur an genügend starken und sicher befestigten Ausschußriegeln und mittels Seilen aufgehängt werden. Bei Montierungen können statt der Seile auch Ketten und starre Eisenstangen von genügender Festigkeit verwendet werden.¹⁾

Jede Winde muß mit Sperrklinke und Bremse versehen, jedes Zahngetriebe mit Schutzkappen überdeckt sein.

Jedes Hängegerüst ist durch geeignete Vorrichtungen gegen Schwankungen zu versichern.

f) Bock- (Schragen-)gerüste.

Böcke (Gerüstschragen) ohne Längsversteifung sind unzulässig; eine solche Versteifung muß wenigstens durch Strebehölzer erfolgen, die mit Klammern verhängt sind.

Bei Schragengerüsten von $1,9\text{ m}$ Höhe oder darüber sowie bei Aufeinanderstellung von zwei Bockgerüsten ist der Pfostenbelag mit aufgestellten Fußpfosten abzuschließen und außerdem müssen noch Brustwehren angebracht werden.

g) Lehrgerüste.

Bei Lehrgerüsten ist — abgesehen von deren fachgemäßer Konstruktion — für eine entsprechende Sicherung der Aufstiege und der Arbeitsplätze am Gerüste Sorge zu tragen. Auch das Ausschlagen der Lehrgerüste darf nur unter fachmännischer Leitung vorgenommen werden.

h) Untersuchung der Gerüste.

Die Gerüste sind wenigstens alle 14 Tage, insbesondere jedoch nach Sturmwind und nach jeder längeren Bauunterbrechung auf ihren ordnungsmäßigen Bauzustand fachmännisch zu prüfen; Hängegerüste sind vor jedesmaliger Benützung, die Befestigung von Ausschußbalken derselben ist täglich zu untersuchen. Vorgefundene Mängel sind vor Beginn der Arbeit zu beheben.

i) Belastung der Gerüste.

Die Gerüste dürfen nur in einer ihrer Bauart entsprechenden Weise belastet werden. Ausschuß-, Leiter- und Hängegerüste dürfen zur Montierung von Eisen- und Holzkonstruktionen nur dann verwendet werden, wenn sie der besonderen Belastung entsprechend konstruiert sind. Im übrigen dürfen solche Gerüste nur zu solchen Arbeiten benützt werden, die keine Ansammlung von Arbeitern und keine Anhäufung von Materialien bedingen, also nur zu Anstreicherarbeiten, Färbelungen u. dgl.

5. Leitern und Treppen.

Leitern und Treppen sind vor ihrer Verwendung auf ihre Sicherheit zu untersuchen. Vorgefundene Mängel sind sofort zu beseitigen. Das Ersetzen fehlender Sprossen durch aufgenagelte Latten ist nicht gestattet.

Leitern dürfen nicht derart übereinander stehen, daß herabfallende Gegenstände den unteren Leitergang treffen können.

Leitern müssen auf dem Boden fest aufsitzen und überdies durch Klammern am Gerüste gut befestigt sein. Auf Gerüsten dürfen Leitern nur auf eine Unterlage von mindestens 5 cm starken Pfosten aufgestellt werden.

6. Laufbrücken.

Laufbrücken sind tunlichst in einer solchen Breite anzulegen, daß sie das Ausweichen zweier Personen gestatten.

Die Steigung der Laufbrücken soll möglichst 1 : 3 oder weniger betragen, darf aber keineswegs größer als 1 : 2 sein.

Die Aufgangfläche muß der Breite nach in Schrittweite Trittleisten erhalten und bei schlüpfriger Bahn mit Asche, Sand oder dgl. bestreut werden.

7. Seile und Ketten.

Bei Bauarbeiten dürfen außer Ketten nur flexible Seile aus Hanf, Baumwolle oder Draht verwendet werden.

Zur Materialförderung mittels Fördergefäßen dürfen Seile mit einfachen Haken nicht verwendet werden.

8. Aufzüge und Hebezeuge.

Die Benützung von Materialaufzügen zum Auf- und Abfahren von Personen ist unzulässig. Nur beim Baue von Brunnen und hohen Kaminen dürfen Aufzüge auch zur Personenbeförderung benützt werden, falls sie hierfür genügende Sicherheit bieten.

Aufzüge, Becherwerke und alle derartigen Hebevorrichtungen sollen so beschaffen sein, daß eine Gefährdung der unterhalb beschäftigten Personen durch das Herabfallen von Materialien ausgeschlossen ist; in dem untersten Geschoße ist ein entsprechend starkes Schutzdach herzustellen.

9. Vorkehrungen im Innern von Bauten.

Zur Sicherung der Arbeiter gegen Absturzgefahr im Innern eines Gebäudes sind entweder die Deckenträger (Traversen, Träme) unmittelbar nach dem Verlegen voll zu überdecken oder die zu unbedeckten Tramlagen führenden Öffnungen in den Umfassungswänden, ebenso wie jene, die unmittelbar in Höfe, Schächte und unvollendete Stiegenhäuser führen, sicher abzuschränken.

Bei bereits versetzten Stiegen sind, so lange die definitiven Stiegegeländer nicht angebracht sind, provisorische Schutzgeländer anzubringen.

Verbindungen (Gänge, Treppen) unter nicht abgedeckten Räumen sind mit Schutzdecken gegen herabfallende Gegenstände zu versehen.

Sollen auf Sturzdecken Materialien transportiert oder gelagert werden, so müssen hierfür Gänge oder ein voller Belag aus Pfosten hergestellt werden.

10. Dacharbeiten und ähnliche gefährliche Arbeiten.

Bei gefährlichen, namentlich bei Dachdecker- und Schneeabräumarbeiten, bei Blitzableiterinstallationen, bei gefährlichen Spengler- und Glaserarbeiten sind die Arbeiter mit einem Sicherheitsgurt und einem Seile auszurüsten.

Bei Neueindeckung von Glasdächern muß unter diesen ein mit Brettern fest abgedecktes Gerüst aufgestellt werden; Glasabfälle sind sofort wegzuschaffen.

11. Demolierungen.

Bei Demolierungen ist das Umwerfen ganzer Mauerteile in der Regel unzulässig.

Nur freistehende Mauern, Giebelwände, Essen u. dgl. dürfen, wenn sie isoliert stehen, unter ständiger fachmännischer Leitung umgeworfen oder gesprengt („geschossen“) werden.

Auch das Abbrechen von Gewölben darf nur unter ständiger, fachmännischer Leitung erfolgen. Der unterhalb des abzubrechenden Gewölbes befindliche Raum ist abzuschließen und, wenn es die Konstruktion des Gewölbes fordert, ist eine entsprechende Unterfütterung herzustellen.

Bauwerke, die durch Demolierung anstoßender Bauten ihre Stütze verlieren, sind fachgemäß zu sichern.

12. Sonstige Sicherheitsvorschriften.

Das Zuwerfen von Baumaterial („Schupfen“) ist nur im Erdgeschoße zulässig. Die Beförderung von Ziegeln durch auf Leitern stehende Arbeiter ist höchstens von Stockwerk zu Stockwerk gestattet.

Wo Materialien in größerer Menge übereinander geschichtet werden, ist durch geeignete Vorkehrungen Vorsorge zu treffen, daß ein Zusammenbruch des gelagerten Gutes hintangehalten wird.

Reparaturen an Gebäuden (Tünchen, Anwerfen, Anstreichen der äußeren Fensterrahmen u. dgl.) dürfen auf einfachen Leitern nur an ebenerdigen oder an einstöckigen Gebäuden vorgenommen werden; an mehrstöckigen Gebäuden sind Ausschuß-, Leiter- oder Hängegerüste zu verwenden.



Alphabetisches Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Abfallrohre	340	Blecheindeckungen.	345
Aborte	440	Blei	82
Abortstoffe, Abfuhr, und zwar:		Blitzableitungen	559
beim System Liernur	433	Blockwände	136
„ Tonnensystem	434	Bockgerüste.	142
„ Senkgrubensystem	435	Bodenentwässerung	452
bei Torfmüllverwendung	438	Bodenrinnen	340
Abtragung von Dächern	591	Bohlenwände	140
„ „ Decken	592	Böhlungen	590
„ „ Mauern	592	Brennstoffe	457
Aluminium	83	Bretterdächer	352
Anduropappe	102, 364	Bretterwände	140
Anker (Verankerungen)	306	Bronze	87
Anstreichen der Dachpappendächer	363	Bruchsteinmauerwerk	157
Anstreicherarbeiten	408	Brunnen	518
Anstriche mit:		Dachabfallrohre	340
Ölfarbe, Öllacke und Firnisse	409	Dachausmittlung	273
Kaséfarben	413	Dachbodenfenster	343
Wasserglas- und Wasserfarben.	413	Dächer, Belastung derselben	274
Teer	413	Dacheindeckung mit Blech	345
Kesslerschen Fluaten	414	„ „ Brettern.	352
sonstigen Spezialfarben	416	„ „ Dachpappe	362
Anstriche mit Ölfarbe, Erhaltung, Ver-		„ „ Eternitschiefer	366
dienstberechnung	418	„ „ Holzzement	365
Antimon	85	„ „ Schiefer	358
Artesische Brunnen	528	„ „ Schindeln	353
Asbestzementdach	366	„ „ Steinplatten	362
Aschebehälter	448	„ „ Zementplatten	361
Asphalt	30	„ „ Dachziegeln	354
Asphaltisolierplatten	102	Dachformen.	273
Aufzüge	554	Dachkonstruktionen	272
Aufzugmaschinen	107	Dachpappe	101
Ausschußgerüste	145	Dachstühle aus Eisen	292
Ausstecken und Profilieren	119	„ „ Holz	276
„ von Gebäuden	119	„ „ heben	588
Aussteckrequisiten	105	„ „ schädhafte verstärken	573
Autogene Schweißung	400	Dampfheizung.	483
Backöfen, verschiedene.	494	Deckenkonstruktion	245
Balkone und Erker	304	„ „ mit Beton	250
Basalt	23	„ „ Balken und Dip-	
Baugeräte	106	„ „ pelbäumen	245
Baugrundarten	224	„ „ Eisenbeton	251
Baugrund-Tragfähigkeit	228	„ „ Eisentragern	248
„ -Untersuchung	228	Deckenkonstruktion mit flachen Stein-	
Bauholz, behauen	124	decken	262
Bausand	29	„ „ Korkstein und	
Bausteine-Erprobung.	27	„ „ Linoleum	272
Beheizung durch Sparherde	474	„ „ Wellblech	261
Beheizung mit Leuchtgas	474	„ „ Unterzügen und	
Beschläge für Türen und Fenster.	391	„ „ Säulen	268
Beton	59	Demolierungen	589
Betongewölbe	204	Deponierung verschiedener Baustoffe	110
Betonmauerwerk	162	Deponierung von Werkzeugen, Requisiten	
Betonpfähle	237	und Baugeräten	112
Betonsteine	42	Desinfektion	450

	Seite		Seite
Dielen	371	Gewölbmauerwerk	193
Drainageanlagen	452	Gewölbendamauerung	205
Düngergruben	448	Gewölbedecken zwischen Eisenträgern	249
Einfassung der Dachränder	341	Gips	59
Einrichtungsstücke instandhalten	581	Gipsdielen	43
Eisenbetondecken	253	Gipsdielenwände	175
Eisenerprobung	74	Gipsschlackensteine	43
Eisenerzeugung	62	Gipsstein	26
Eisenfilz	103	Gitter, eiserne	390
Eisengußwaren	64	Gitterträger für Dächer	292
Eisen, Handelsfabrikate	76	Glaserarbeiten	402
Eisenkitte	101	Glasbausteinwände	178
Eisen, schmiedbares	65	Glasdächer	404
Eiserne Dachstühle	292	Glaserzeugung	87
Eiweißkitt	101	Glassorten	88
Erdanschüttung	117	Glimmer	22
Erdarbeiten	115	Glimmerschiefer	23
Erdaushebung	115	Gneis	23
Erdbekleidungen	120	Granit	22
Erdbohrer	226	Guttapercha	102
Erdfarben	91	Harzkitte	100
Erdförderung	116	Hängegerüste	145
Erker und Balkone	304	Hängwerke	132
Estriche	184	Haustelegraph, pneumatischer	553
Eternitschieferdach	366	Hebzeuge	106
Farbstoffe, verschiedene	90	Heißwasserheizung	481
Feldspat	22	Heizanlagen	462
Fensterläden, eiserne	390	Heizsysteme, kombinierte	485
Fensteröffnungen	216	Herdanlagen	486
Fensterverglasung	403	Hobeisen schleifen	107
Fenster vom Schlosser	390	Holz, Arbeiten des Holzes	13
Fenster vom Tischler	380	„ Bau desselben	3
Fernsprecher	552	„ Eignung als Bauholz	20
Feuerungsanlagen	457	„ Laub-	7
Filter	537	„ Nadel-	4
Firnis	96	„ oder Hausschwamm	16
Fluate von Keßler	414	„ physikalische Eigenschaften	10
Frostsicheres Mauern	215	„ Schutz gegen Feuer	20
Fugarbeiten	213	„ Zuarbeiten zu Bauholz	11
Fundamente unterfangen	583	Holzaustrocknen und Auslaugen	13
Fundierungen	224	Holzdecken, schadhafte, verstärken	572
Fundierung mit Beton	238	Holzfällen und Zurichten	10
„ „ Pfeilern	239	Holzimpfprägnieren	15
„ „ Rosten	241	Holzkitte	101
„ „ Sandschüttungen	243	Holzkonservieren	14
„ in offenen Gewässern	244	Holzkrankheiten	3
„ unter Wasser	240	Holzsortieren und Schlichten	11
Fundierungsarbeiten	231	Holzverbindung	124
Fußboden	371	Holzverbindungen des Tischlers	369
Fußboden mit Linoleum	272	Holz wände	136, 375
Gasbeleuchtung	506	Holzerstörung durch Wurmfraß	19
Gaskochapparate	493	Hölzer, verstärken	127
Gasmesser	512	Hydraulische Bindemittel	50
Gasöfen	474	„ Zuschläge	50
Gebäudeinstandhaltung	567	„ Kalke	50
Geländer, eiserne	390	Instandhaltung der Gebäude	567
Gerüstbrücken	147	Isoliermittel	313
Gerüste	141	Isolierplatten	102
Gesimsabdeckungen	344	Isolierungen	310
Gesimse	205	Kalkbrennen	44
Gesteine, verschiedene	21	Kalklöschchen	47
Gewölbe	187	Kalkeigenschaften	47
Gewölbe aus Beton	204	Kalksandziegel	41
Gewölbeausführung	199	Kalksteine	24
Gewölbeingerüstung	191	Kaminheizung	462
Gewölbeinschalung mit Hängeisen	267	Kanalanlagen	422

	Seite		Seite
Kanalöffnung in fließende Gewässer	432	Metalle	61
Kanäle reinigen und ventilieren	429	Metallegierungen	85
Kanalrückstauverschlüsse	430	Metallfarben	93
Kautschuk	102	Monierwände	176
Kehrichtgruben	448	Mörtel	48
Kesselherde für Waschküchen	492	„ Erhärtungsprozeß	49
Kitte	100	„ -Erzeugung	49
Kochherde für Gas	493	„ frostsichere	58
„ „ Petroleum	493	„ gemischte	57
„ „ von Gasern	488	„ hydraulische	56
„ „ Grojer	488	„ aus Lehm	61
„ „ Maisner	489	Nickel	84
„ „ Pongratz	487	Niederschlagswasserableitung	448
„ „ Dr. Kühn	491	Öfen aus Tonkacheln	464
Kombinierte Heizsysteme	485	„ eiserne	465
Konservieren der verschiedenen Baustoffe	110	„ für Leuchtgas	474
„ „ Werkzeuge, Requisiten	112	„ Meidinger	466
„ „ und Baugeräte	112	„ Regulier-Füll-	466
Korksteine	43	„ verschiedene	463
Korksteinwände	176	Ölfarben	98
Kufenaborte, Umgestaltung	445	Ölkitte	100
Kunststein	330	Öllacke	97
Kupfer	79	Ölackfirnisse	97
Kunststoffsteine	42	Pfahlwände	137
Küchenanlagen	504	Pflasterungen	179
Künstliche Beleuchtung	505	Pfostenwände	140
Lacke	97	Pilotierung	234
Lackfarben	98	Pissoiranlagen	446
Lamberien	374	Porphy	23
Langtennengerüste	142	Portlandzement	51
Lasurfarben	98	„ -Prüfung	51
Legierungen der Metalle	85	Pumpenwerke	524
Lehmmörtel	61	Quadern bearbeiten	319
Lehrbögen aus Eisen, verstellbar	267	Quadermauerwerk	158
Leim	99	Quarz	21
Leimfarben	99	Rabitzwände	177
Leimkitte	100	Rauchschlotaufsätze	503
Leinöl	95	Rauchschlote in alten Mauern herstellen	587
Leinölfirnis	96	Riegelbauten heben	588
Leitengerüste	144	Riegelwände	138
Leuchtgasbeleuchtung	506	Rollbalken aus Holz	400
Lift (Aufzüge)	554	„ „ Blech	349
Liernur, pneumatisches Abfuhrsystem	433	Romanzement	50
Linoleum	103	Säge- oder Sheddächer	286
Linoleumfußböden	272	Sand	27
Lokalheizung	462	Sandstein	26
Lufterneuerung (Ventilation)	496	Schachtbrunnen	517
Luftheizung	476	Schieferdächer	358
Luftreinigung und Befeuchtung	503	Schindeldächer	353
Mansarddächer	287	Schlagwerke	106
Maurerarbeiten	148	Schlackenzement	55
Mauernbenennung	148	Schlackenziegel	42
Mauern für Schornsteine	154	Schlosserarbeiten	385
Mauern, geböschte	169	„ Eisenverbindungen	385
Mauern mit Hohlräumen	153	„ Verschiedene Erzeugnisse	389
Maueröffnungen	216	„ Verschiedene Beschläge	391
„ „ ausbrechen	584	Schmiedeeisen	495
„ „ verbreitern	588	Schmutzwasserzisternen	447
Mauerschließen	307	Schnurgerüste schlagen	119
Mauerstärken	169	Schornsteinmauerwerk	154
Mauerträger	268	Schotter	27
Mauerwerk aus Beton	162	Schweißung, autogene	400
„ „ gemischtes	160	Senkbrunnen	522
„ „ aus Lehm	161	Senkgruben	435
„ „ Luftziegeln	161		
Messing	86		

	Seite		Seite
Sgraffito	213	Türen und Toröffnungen	220
Signalapparate	552	Turmdächer	287
Sikkativ	96	Umbauten	582
Sparherde	486	Umgestaltung der Gebäude	582
Sparherde zur Beheizung	474	Unterfangen der Fundamente	583
Spenglerarbeiten	331	Untersuchung der Gebäudeteile	567
" Wahl der Bleche	331	Uringruben	447
" Verbindung der Bleche	333	Ventilation	496
" Blechgattungen	335	Ventilationsschlotaufsätze	503
" Verschiedene Erzeugnisse	336	Ventilationskanäle und -Schlote	499
" Reparatur	350	Ventilationsöffnungen in Mauern	223
" Verdienstberechnung	351	Verankerungen	306
Spirituslacke	97	Verputzarbeiten	209
Sprechrohre	552	Verputz auf Lehmwänden	213
Sprengwerke	135	Verschienung	309
Spreutafeln	43	Versetzen in Stein	327
Spundwände	137	Versetzgerüste	146
Stahl, Eigenschaften desselben	71	Vulkanische Gesteine	26
" Erprobung	74	Wände, dünne	174
" erzeugen	66	Wandvertäfelung	374
" härten	73	Wasserteisenung	551
" Tiegelfußstahl	70	Wasserförderungsanlagen	523
" Zementstahl	70	Wasserglas	97
Steinbildhauerarbeiten	329	Wasserheizung	478
Steinbrechen	121	Wasserleitungsanlage	529
Steinflächen bearbeiten	317	Wassermesser	532
Steinimitationsverputz	210	Wasserversorgung	516
Steinkitte	101	Wasserzisternen	546
Steinkittung	326	Weißkalk	44
Steinmetzarbeiten	316	Weißmörtel	48
Steinmetzarbeiten, verschiedene	323	Werkatz für Dächer	287
" Reparatur	328	Werksteine herstellen	317
" Übernahme	328	Werkzeuge, verschiedene	104
" Verdienstberechnung	329	" für Anstreicher	109
Steinplattendächer	362	" " Dachdecker	110
Steinsprengen	121	" " Erdarbeiter	105
Steinteilen	316	" " Glaser	110
Stiegenausführung von Stein	299	" " Maurer	105
" " Eisen	303	" " Pflasterer	105
" " Holz	302	" " Schlosser	108
Stiegenausmittlung	295	" " Spengler	109
Stiegenkonstruktion	294	" " Steinmetze	106
Stuckarbeiten	212	" " Stukkateure	105
Stukkaturverputz	211	" " Tischler	107
Syenit	22	" " Zimmerleute	106
Tafelglas	89	" " Zimmermalers	109
Tapeziererarbeiten	420	Wismut	85
Terpentin	96	Xylolit	44
Terpentinlacke	97	Zemente, Aufbewahrung	54
Tischlerarbeiten	369	" Prüfung derselben	52
" Holzwände	375	Zementguß	330
" Fußböden	371	Zementplattendächer	361
" Fenster	380	Zementsteine	42
" Türen und Tore	375	Zentralheizung	476
" Wandvertäfelung	374	Ziegel	31
" Übernahme	384	Ziegelbrennen	36
" Verdienstberechnung	385	Ziegelerzeugung	34
Ton	29	Ziegeldächer	354
Tonnensystem	434	Ziegelmauerwerk	149
Tonschiefer	23	Ziegelverbände	150
Tonwaren	31	Zimmermalersarbeiten	420
Torfmulkklosetts	438	Zimmermannsarbeiten	123
Tripolith	60	Zink	81
Trockenlegung feuchter Räume	311	Zinn	83
Türen, eiserne	390	Zisternen	546
Türen aus Holz	375		

Verzeichnis

der

bei der Verfassung dieses Buches teilweise benützten Bücher und
Vorschriften etc.

- Franz Weiss v. Schleussenburg †: „Lehrbuch der Baukunst“ etc.
Fr. Ricks: „Mechanische Technologie“ vom Jahre 1898.
Germano Wanderley: „Handbuch der Baukonstruktionslehre.“
„Die Baukunde des Architekten.“ (Deutsches Bauhandbuch.)
J. Friedl: „Leitfaden für den Unterricht in der Baukonstruktionslehre“ vom Jahre 1900.
Louis Edgar Andres: „Praktisches Handbuch für Anstreicher.“
Schwatze: „Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation“ vom Jahre 1897.
Friedr. König: „Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken zur
Wasserversorgung von Städten.“
J. F. Zajiček: „Lehrbuch der praktischen Meßkunde mit einem Anhang über Ent-
wässerung des Bodens.“
D. v. Junk: „Wiener Bauratgeber“, 6. Aufl.
Dr. Hippolyt Köhler: „Die Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen
Asphalte.“
Ferner die einschlägigen Dienstbücher, Vorschriften, Normalien, Hochbaukonstruktionsdetails
und lithographierte Vorträge der technischen Militär-Fachkurse.
-

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



17272

L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300526