

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

1

5007

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299156



I Teil: Baustoffe. 1-240.

II " : Träger, Stützen, Mauerwerk, Decken, Dächer 1-357.

III " : Treppen, Türen, Fenster, Abfuhr der Abfallstoffe, Vorbauten, Heizung, Lüftung, Fundamente Holzbau, Erwerbs Fachwerksbau  
1-133.

IV Teil: Bauführung. 1-124.

*Dr. Hošek*  
Inz. BOGUSŁAW KLESZCZYŃSKI  
Adr. tel. i pocz.: Kleszczyński, Nieczyżew (nad Kraków)

# HOCHBAUKUNDE.

---

---

VON

HERMANN DAUB,

DOZENT AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE UND  
AN DER K. K. HOCHSCHULE FÜR BODENKULTUR IN WIEN.

I. TEIL:

BAUSTOFFE.

MIT 283 FIGUREN IM TEXT.

932

LEIPZIG UND WIEN.  
FRANZ DEUTICKE.  
1905.

*D/797*

Verlags-Nr. 1084.



II 5007

K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Akc. Nr.

4102/50

## Vorwort.

---

Angeregt, dieses Werk zu schaffen, fühlte ich mich stets, wenn ich in den letzten zehn Jahren von meinen Hörern immer wieder den Wunsch vernahm, es möge eine kurzgefaßte „Hochbaukunde“ vorliegen, die der Plage enthebe, mühsam durch die weitausgedehnten Bände, welche dieses Gebiet beherrschen, sich durcharbeiten zu müssen. Wie oft hörte ich dabei die Klage, ein langwieriges Bemühen habe zwar viele architektonisch hervorragende und konstruktiv außergewöhnliche, zahlreiche nur historisch wichtige oder bloß wegen einer besonderen Eigentümlichkeit beachtenswerte Beispiele und Muster gefunden, aber das grundlegende, elementare, dogmatische nicht, nur teilweise oder tief versteckt getroffen. So ging ich denn daran, bereits vorhandene Aufzeichnungen, die ich mir für Vorlesungen niedergeschrieben hatte, in die beabsichtigte einfache, knappe Form zu gießen. Erstrebt wurde, den Erörterungen nur geringste Wortmengen zu gönnen, damit der Umfang des Werkes so klein werde, als es das gesteckte Ziel gestattet; aber der Inhalt sollte reich genug sein, um sich über das Niveau, das eine bloß elementare Behandlung einnimmt, zu erheben.

Der ganze Stoff wurde in vier getrennte Teile zerlegt, um an Stelle eines einzigen schwerfälligen Bandes handlichere Hefte zu setzen.

Der I. Teil, den Baustoffen gewidmet, ist als Einleitung zum übrigen aufzufassen: nicht eine Baustofflehre an und für sich zu bringen, ist sein Ziel; was der Baukonstruktionslehre, die den II. und III. Teil umfaßt, vorausgeschickt werden muß, zu bieten, ist sein Zweck. Das Hauptaugenmerk wurde darauf verwendet, ausführliche Zahlenangaben über die mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe zu geben.

Eine Kenntnis der einschlägigen Literatur des ganzen Gegenstandes zu geben, bezweckt das Verzeichnis am Anfang des I. Teiles.

Wien, Ende Mai 1905.

Der Verfasser.





# Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Kapitel. Allgemeines . . . . .	1	§ 2. Physikalische Eigenschaften . . . . .	49
Wahl des Baustoffes . . . . .	2	I. Spezifisches Gewicht . . . . .	49
Prüfungsanstalten . . . . .	2	II. Porosität . . . . .	50
Versuchsanstalten . . . . .	3	III. Luftdurchlässigkeit (Permeabilität) . . . . .	51
Internationale Konferenzen . . . . .	3	IV. Wasseraufnahmefähigkeit . . . . .	51
Normalien . . . . .	3	V. Ausdehnung infolge von Temperaturänderungen . . . . .	52
Literatur . . . . .	4	VI. Spezifische Wärme . . . . .	53
II. Kapitel. Holz . . . . .	5	VII. Wärmeleitungsfähigkeit . . . . .	53
§ 1. Vorzüge und Mängel des Holzes als Baustoff . . . . .	5	§ 3. Kennzeichen guter natürlicher Bausteine . . . . .	54
§ 2. Das Gefüge des Holzes . . . . .	6	§ 4. Klassifikation der natürlichen Bausteine . . . . .	54
§ 3. Wassergehalt (Saftgehalt) . . . . .	7	§ 5. Gewinnung der natürlichen Bausteine . . . . .	54
§ 4. Quellen und Schwinden . . . . .	10	§ 6. Steinarten . . . . .	55
§ 5. Vorkehrungen gegen das Quellen und Schwinden . . . . .	10	§ 7. Bearbeitung der Quadern . . . . .	56
§ 6. Vorkehrungen gegen Fäulnis . . . . .	11	§ 8. Haltbarmachung der Steine . . . . .	59
§ 7. Holzwurmschwamm . . . . .	12	§ 9. Verschönerung der Steine . . . . .	60
§ 8. Schutz gegen Feuer . . . . .	13	II. Abteilung. Künstliche Bausteine . . . . .	61
§ 9. Wurmfraß . . . . .	13	I. Gruppe. Gebrannte künstliche Steine . . . . .	61
§ 10. Dauer . . . . .	14	§ 1. Einteilung . . . . .	61
§ 11. Kennzeichen guten Bauholzes . . . . .	15	§ 2. Erzeugung der Ziegel . . . . .	62
§ 12. Fällen der Bäume . . . . .	16	§ 3. Ziegel . . . . .	69
§ 13. Bauhölzer (Holzsortimente) . . . . .	17	A. Vollziegel . . . . .	69
§ 14. Verwendung der Hölzer für Bauzwecke . . . . .	20	I. Mauerziegel . . . . .	70
§ 15. Spezifisches Gewicht . . . . .	22	II. Gesimsziegel . . . . .	72
§ 16. Elastizität . . . . .	23	III. Keilziegel . . . . .	72
§ 17. Festigkeit . . . . .	24	IV. Pflasterziegel . . . . .	73
§ 18. Zulässige Inanspruchnahme . . . . .	25	V. Verblendziegel, Verkleidungsziegel . . . . .	73
§ 19. Reibungskoeffizienten . . . . .	25	VI. Formsteine, Profilsteine . . . . .	74
§ 20. Holzverbände . . . . .	26	VII. Dachziegel . . . . .	78
III. Kapitel. Stein . . . . .	34	VIII. Gewölb-Formziegel . . . . .	78
I. Abteilung. Natürliche Steine . . . . .	34	B. Poröse Ziegel . . . . .	78
§ 1. Technische Eigenschaften . . . . .	34	C. Lochziegel oder Hohlziegel . . . . .	78
I. Elastizität . . . . .	34	§ 4. Klinker . . . . .	78
II. Festigkeit . . . . .	35	§ 5. Terrakotten . . . . .	81
III. Sicherheitsgrad . . . . .	43	§ 6. Steinzeug . . . . .	81
IV. Zulässige Inanspruchnahme auf Druck . . . . .	44	§ 7. Feuerfeste Ziegel . . . . .	82
V. Bearbeitbarkeit . . . . .	45	§ 8. Gewicht und Festigkeit der gebrannten künstlichen Steine . . . . .	83
VI. Dauerhaftigkeit . . . . .	46	I. Spezifische Gewichte der Ziegel . . . . .	83
VII. Bruchfeuchtigkeit . . . . .	47		
VIII. Frostbeständigkeit . . . . .	48		
IX. Feuerbeständigkeit . . . . .	49		

	Seite		Seite
II. Spezifische Gewichte des Ziegelmauerwerks . . . . .	83	3. Kalkteig (Kalkbrei) . . . . .	100
III. Festigkeit . . . . .	84	4. Kalkmilch . . . . .	100
IV. Zulässige Inanspruchnahme auf Druck . . . . .	84	5. Kalkwasser . . . . .	100
II. Gruppe. Ungebrannte künstliche Steine . . . . .	85	§ 4. Das Brennen des Kalkes . . . . .	100
§ 1. Künstliche Steine aus lufttrockenem Ton . . . . .	85	§ 5. Das Löschen des Kalkes . . . . .	102
1. Luftziegel . . . . .	85	§ 6. Mörtel aus Weißkalk . . . . .	103
2. Lehmputzen . . . . .	85	1. Eigenschaften . . . . .	103
§ 2. Künstliche Steine aus Mörtelmassen . . . . .	86	2. Zusammensetzung . . . . .	103
I. Aus Kalkmörtel . . . . .	86	3. Erhärtung . . . . .	104
1. Kalksandsteine (Kalkziegel, Sandsteinziegel) . . . . .	86	4. Ergiebigkeit . . . . .	105
1 a. Kalksandziegel . . . . .	86	5. Erfordernis . . . . .	105
1 b. Kunstsandstein . . . . .	87	6. Verwendung . . . . .	105
1 c. Hydrosandstein . . . . .	87	7. Besondere Arten . . . . .	105
2. Bimmsandsteine (rheinische Schwemmsteine, Tuffsteine) . . . . .	87	1. Kalkstück . . . . .	105
3. Schlackenziegel . . . . .	87	2. Verlängerter Zementmörtel . . . . .	106
4. Löschiegel . . . . .	88	3. Loriotscher Mörtel . . . . .	106
5. Korksteine . . . . .	88	4. Aschemörtel . . . . .	106
II. Aus Zementmörtel . . . . .	89	5. Asche-Wasserglasmörtel . . . . .	106
1. Zementsteine . . . . .	89	6. Scottscher Zement (Selenitmörtel) . . . . .	106
1 a. Zement-Dachplatten . . . . .	89	7. Sparkalk . . . . .	106
1 b. Zementröhren . . . . .	89	§ 7. Hydraulischer Kalk . . . . .	106
1 c. Mosaik- o. Terrazzofliese . . . . .	90	§ 8. Mörtel aus hydraulischem Kalk . . . . .	107
1 d. Zementplatten . . . . .	90	1. Eigenschaften . . . . .	107
2. Asbestzementsteine . . . . .	90	2. Ergiebigkeit . . . . .	107
3. Zementdielen . . . . .	90	3. Festigkeit . . . . .	107
3 a. Stegzementdielen . . . . .	91	4. Verwendung . . . . .	108
III. Aus Gipsmörtel . . . . .	91	§ 9. Romanzement (Zementkalk) . . . . .	108
1. Gipsdielen . . . . .	91	§ 10. Mörtel aus Romanzement . . . . .	109
2. Gipsschlackenplatten . . . . .	92	1. Eigenschaften . . . . .	109
3. Hohl dielen . . . . .	93	2. Mischungsverhältnisse . . . . .	109
4. Schilfbretter . . . . .	93	3. Ergiebigkeit . . . . .	110
5. Spreutafeln . . . . .	93	4. Erfordernis . . . . .	110
6. Holzseilbretter . . . . .	94	5. Verwendung . . . . .	110
7. Kokosgipsdielen, Kokolithplatten . . . . .	94	§ 11. Portlandzement . . . . .	111
8. Coalithbauplatten . . . . .	94	§ 12. Mörtel aus Portlandzement . . . . .	112
IV. 1. Xylolith o. Steinholz . . . . .	94	1. Eigenschaften . . . . .	112
2. Parkettolith . . . . .	95	2. Mischungsverhältnisse . . . . .	115
3. Legnolith . . . . .	95	3. Erfordernis . . . . .	116
4. Hygiol o. Hylol . . . . .	95	4. Ergiebigkeit . . . . .	116
5. Torgament . . . . .	95	§ 13. Kalkzementmörtel . . . . .	117
6. Asbestit . . . . .	95	§ 14. Hydraulische Zuschläge . . . . .	118
7. Lapidit . . . . .	95	I. Puzzuolanzement . . . . .	119
8. Papyrolith . . . . .	95	II. Santorinzement . . . . .	119
IV. Kapitel. Mörtel . . . . .	96	III. Traßmörtel . . . . .	120
§ 1. Allgemeines . . . . .	96	IV. Schlackenzement . . . . .	121
§ 2. Die Füllstoffe der Mörtel (Mörtelspeise) . . . . .	97	V. Aschezement . . . . .	122
§ 3. Weißkalk (Luftkalk) . . . . .	99	VI. Ziegelmehlzement . . . . .	123
1. Gebrannter Kalk (Ätzkalk) . . . . .	99	§ 15. Gips . . . . .	123
2. Gelöschter Kalk (Kalk- oder Staubhydrat) . . . . .	99	§ 16. Gipsmörtel . . . . .	124
		1. Gewinnung . . . . .	124
		2. Eigenschaften . . . . .	125
		3. Mischungsverhältnisse . . . . .	125
		4. Verwendung . . . . .	126
		Besondere Arten.	
		1. Alaungips (Marmor-, Keenes od. Mac Lean-Zement) . . . . .	126
		2. Boraxgips (Parianzement) . . . . .	127
		3. Macks Zementgips . . . . .	127
		4. Scagliol . . . . .	127
		5. Tripolith . . . . .	127
		6. Gipsstück . . . . .	127

	Seite		Seite
7. Weißtuck . . . . .	127	§ 9. Haltbarmachung des Eisens . . . . .	169
8. Gipsmarmor (Stuckmarmor)	128	I. Schutz des Eisens gegen	
§ 17. Magnesiakalk (Dolomit-, Weiß-		Rost . . . . .	169
oder Medinazement) . . . . .	128	II. Schutz des Eisens gegen	
§ 18. Magnesiazement (Sorelscher		Feuer . . . . .	171
Zement) . . . . .	128	§ 10. Schmiedeisensorten . . . . .	172
a) Zinkzement . . . . .	128	I. Bleche . . . . .	172
b) Magnesiakalkzement . . . . .	128	A. Ebene Bleche . . . . .	172
c) Bitumelith . . . . .	128	1. Glatte Bleche . . . . .	172
d) Albolith . . . . .	129	a) Schwarzblech	
§ 19. Prüfung der hydraulischen Bin-		(Sturzblech) . . . . .	172
demittel . . . . .	129	b) Stahlblech . . . . .	174
I. Eigengewicht . . . . .	129	c) Weißblech . . . . .	174
II. Feinheit der Mahlung . . . . .	129	d) Verzinktes Eisen-	
III. Abbindeverhältnisse . . . . .	130	blech . . . . .	174
IV. Volumenbeständigkeit . . . . .	131	2. Gerippte Bleche (Rif-	
V. Bindekraft . . . . .	133	felblech, Rippenblech) . . . . .	174
§ 20. Mechanische Bindemittel . . . . .	136	3. Tragnetzblech, Streck-	
I. Erhärtung durch Austrock-		metall . . . . .	175
nen . . . . .	136	B. Gewellte Bleche . . . . .	176
1. Lehmörtel . . . . .	136	I. Wellblech . . . . .	176
2. Schamottemörtel . . . . .	137	1. Gerades Wellblech . . . . .	176
II. Erhärtung durch Erstar-		a) flaches Wellblech . . . . .	176
rung aus dem Schmelz-		b) Trägerwellblech . . . . .	179
flusse . . . . .	137	c) Rollbalkenblech . . . . .	182
V. Kapitel. Beton . . . . .	138	d) Jalousiewellblech. . . . .	182
§ 1. Zusammensetzung . . . . .	138	2. Bombiertes Wellblech . . . . .	183
§ 2. Eigenschaften . . . . .	141	II. Stukkaturblech . . . . .	184
I. Spezifisches Gewicht . . . . .	141	C. Gewölbte Bleche . . . . .	184
II. Lineare Ausdehnung . . . . .	141	I. Tonnenbleche (Wölb- und	
III. Luftdurchlässigkeit . . . . .	142	Hängbleche) . . . . .	184
IV. Elastizität . . . . .	142	II. Buckelplatten (Trog-	
V. Festigkeit . . . . .	143	bleche) . . . . .	184
VI. Zulässige Inanspruchnahme	149	II. Fassoneisen . . . . .	185
§ 3. Verhalten gegen Feuer . . . . .	149	1. Stab- od. Stangeneisen . . . . .	185
§ 4. Betonbereitung . . . . .	150	2. Flacheisen . . . . .	186
VII. Kapitel. Eisen . . . . .	151	3. $\overline{\text{T}}$ -Eisen . . . . .	187
§ 1. Das Eisen als Baustoff . . . . .	151	4. $\overline{\text{L}}$ -Eisen . . . . .	189
§ 2. Beimengungen des Eisens . . . . .	151	5. $\overline{\text{L}}$ -Eisen . . . . .	190
§ 3. Eisengattungen . . . . .	152	6. $\overline{\text{T}}$ -Eisen . . . . .	191
I. Roheisen . . . . .	152	7. Zorèeisen (Belageisen) . . . . .	192
Gußeisen . . . . .	153	8. Quadranteisen . . . . .	192
II. Schmiedbares Eisen . . . . .	158	9. Winkeleisen . . . . .	194
1. Schmiedeisen . . . . .	158	10. $\overline{\text{T}}$ -Eisen mit Birnkopf . . . . .	197
a) Schweiß Eisen . . . . .	158	11. Winkeleisen mit Birnkopf . . . . .	197
b) Flußeisen . . . . .	158	12. Abgekantete scharfkantige	
2. Stahl . . . . .	159	Winkeleisen . . . . .	197
a) Schweißstahl . . . . .	159	13. Halbe $\overline{\text{T}}$ -Eisen (Kleisen-	
b) Flußstahl . . . . .	159	profile) . . . . .	197
§ 4. Gefüge des schmiedbaren Eisens	159	14. $\overline{\text{L}}$ -Eisen (Kleisenprofile) . . . . .	197
§ 5. Eigenschaften des Eisens . . . . .	160	15. Fenstereisen . . . . .	197
§ 6. Elastizität und Festigkeit des		§ 11. Eisenverbände . . . . .	197
schmiedbaren Eisens . . . . .	166	I. Schweißen . . . . .	197
§ 7. Glüh- und Anlaßfarben . . . . .	167	II. Löten . . . . .	198
§ 8. Prüfung von Eisen und Stahl	167	III. Nieten . . . . .	198
1. Gußeisen . . . . .	167	Nietverbindungen . . . . .	203
2. Schweiß Eisen . . . . .	168	IV. Schrauben . . . . .	206
3. Flußeisen . . . . .	169	V. Bolzen, Gelenke . . . . .	208
4. Flußstahl . . . . .	169	VI. Keile . . . . .	209
5. Stahl . . . . .	169		

	Seite		Seite
VIII. Kapitel. Kupfer, Blei, Zink, Zinn und Legierungen . . . . .	210	C. Hartglas (Vulkanglas) . . . . .	226
§ 1. Kupfer . . . . .	210	D. Drahtglas . . . . .	226
§ 2. Blei . . . . .	212	E. Luxfergläser . . . . .	227
§ 3. Zink . . . . .	214	1. Luxferprismen . . . . .	227
§ 4. Zinn . . . . .	217	2. Luxferglas . . . . .	227
§ 5. Legierungen . . . . .	217	F. Elektroglas . . . . .	228
IX. Kapitel: Glas . . . . .	220	II. Glasziegel (Glasbausteine) . . . . .	228
§ 1. Eigenschaften des Glases . . . . .	220	1. Glashohlsteine . . . . .	228
1. Allgemeines . . . . .	220	2. Glashartguß-Mauersteine . . . . .	229
2. Gefärbtes Glas . . . . .	221	3. Glashartguß - Wandver- kleidungsplatten . . . . .	229
3. Dekoriertes Glas . . . . .	221	4. Glasdachziegel . . . . .	229
4. Fehler des Glases . . . . .	221	5. Luxfer-Glasfließe, Luxfer- Multiprismen . . . . .	230
5. Prüfung des Glases . . . . .	221	X. Kapitel: Asphalt . . . . .	231
6. Spezifisches Gewicht . . . . .	222	I. Asphaltstein . . . . .	231
7. Ausdehnungskoeffizient . . . . .	222	II. Goudron . . . . .	231
8. Schmelzpunkt . . . . .	222	III. Asphaltmastix . . . . .	231
9. Festigkeit . . . . .	222	IV. Künstlicher Asphalt . . . . .	232
§ 2. Glasarten . . . . .	224	V. Technische Eigenschaften . . . . .	232
I. Tafelglas . . . . .	224	VI. Verwendung des Asphalts . . . . .	232
A. Geblasenes Glas . . . . .	224	XI. Kapitel: Farben . . . . .	235
1. Walzenglas . . . . .	224	I. Lasurfarben . . . . .	235
2. Mondglas . . . . .	225	II. Deckfarben . . . . .	235
B. Gegossenes Glas (Guß- glas) . . . . .	225	1. Wasserfarben . . . . .	235
1. Rohglas . . . . .	225	2. Leimfarben . . . . .	235
1 a. Kathedralglas . . . . .	226	3. Ölfarben . . . . .	235
2. Spiegelglas . . . . .	226	4. Lacke . . . . .	235

# Literatur.

## Handbuch der Architektur.

### I. Teil. Allgemeine Hochbaukunde.

1. Band.
  - Heft 1. Essenwein: Einleitung.  
Exner, Hauenschild, Lauboeck, Schmitt: Die Technik der wichtigeren Baustoffe (M. 10.—).
  - Heft 2. Landsberg: Die Statik der Hochbaukonstruktionen (M. 15.—).
2. Band. Bühlmann: Die Bauformenlehre (M. 16.—).
3. Band. Pfeifer: Die Formenlehre des Ornaments.
4. Band. Borrmann: Die Keramik in der Baukunst (M. 8.—).
5. Band. Koch: Die Bauführung (M. 12.—).

### II. Teil. Die Baustile.

1. Band. Durm: Die Baukunst der Griechen (M. 20.—).
2. Band. Durm: Die Baukunst der Etrusker und Römer.
3. Band.
  1. Hälfte. Holtzinger: Die altchristliche und byzantinische Baukunst (M. 12.—).
  2. Hälfte. Franz-Pascha: Die Baukunst des Islam (M. 12.—).
4. Band. Die romanische und die gotische Baukunst.
  - Heft 1. Essenwein: Die Kriegsbaukunst
  - Heft 2. Essenwein: Der Wohnbau.
  - Heft 3. Hasak: Der Kirchenbau (M. 16.—).
  - Heft 4. Hasak: Einzelheiten des Kirchenbaues (M. 18.—).
5. Band. Durm: Die Baukunst der Renaissance in Italien (M. 27.—).
6. Band. Geymüller: Die Baukunst der Renaissance in Frankreich.
  - Heft 1. Historische Darstellung der Entwicklung des Baustils (M. 16.—).
  - Heft 2. Strukture und ästhetische Stilrichtungen. Kirchliche Baukunst (M. 16.—).
7. Band. Bezold: Die Baukunst der Renaissance in Deutschland, Holland, Belgien und Dänemark (M. 16.—).

### III. Teil. Die Hochbaukonstruktionen.

1. Band. Barkhausen, Heinzerling, Marx: Konstruktionselemente in Stein, Holz und Eisen  
Schmitt: Fundamente (M. 15.—).
2. Band. Raumbegrenzende Konstruktionen.
  - Heft 1. Marx: Wände und Wandöffnungen (M. 24.—).
  - Heft 2. Ewerbeck, Schmitt: Einfriedungen, Brüstungen und Geländer; Balkone, Altane und Erker.  
Göller: Gesimse (M. 20.—).
  - Heft 3a. Barkhausen: Balkendecken (M. 15.—).
  - Heft 3b. Körner, Schacht, Schmitt: Gewölbte Decken; verglaste Decken und Deckenlichter (M. 24.—).
  - Heft 4. Dächer.  
Schmitt: Dächer im allgemeinen, Dachformen.  
Landsberg: Dachstuhlkonstruktionen (M. 18.—).
  - Heft 5. Koch, Marx, Schwing: Dachdeckungen; verglaste Dächer und Dachlichter; massive Steindächer, Nebenanlagen der Dächer (M. 26.—).
3. Band.
  - Heft 1. Koch: Fenster, Türen und andere bewegliche Wandverschlüsse (M. 21.—).
  - Heft 2. Krämer, Mayer, Schmidt, Schmitt: Anlagen zur Vermittlung des Verkehrs in den Gebäuden (Treppen und innere Rampen; Aufzüge; Sprachrohre, Haus- und Zimmer-Telegraphen) (M. 14.—).
  - Heft 3. Koch: Ausbildung der Fußboden-, Wand- und Deckenflächen (M. 18.—).
4. Band. Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.  
Schmitt: Versorgung der Gebäude mit Sonnenlicht und Sonnenwärme.  
Fischer, Kohlauch: Künstliche Beleuchtung der Räume.  
Fischer: Heizung und Lüftung der Räume.  
Lueger: Wasserversorgung der Gebäude (M. 22.—).
5. Band. Marx, Schmitt: Koch, Spül-, Wasch- und Bade-Einrichtungen.  
Kauff, Schmitt: Entwässerung und Reinigung der Gebäude.
6. Band. Marx, Koch: Sicherungen gegen Einbruch.  
Sturmboefel: Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.  
Köpcke: Glockenstähle.  
Spillner: Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen; Stützmauern.  
Ewerbeck: Terrassen und Perrons, Freitreppen und äußere Rampen.  
Schmitt: Vordächer.  
Brückner, Spillner: Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung (M. 14.—).

## IV. Teil. Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude.

1. Halbband. Die architektonische Komposition.  
Wagner: Allgemeine Grundsätze.  
Thiersch: Die Proportionen in der Architektur.  
Wagner: Die Anlage des Gebäudes.  
Bühlmann: Die Gestaltung der äußeren und inneren Architektur.  
Wagner: Vorräume, Treppen, Hof- und Saal-Anlagen.
2. Halbband. Gebäude für die Zwecke des Wohnens, des Handels und Verkehrs.  
Heft 1. Weissbach: Wohnhäuser (M. 21.—).  
Heft 2. Auer, Kick, Zaar: Gebäude für Geschäfts- und Handelszwecke (M. 16.—).  
Heft 3. Neumann: Gebäude für den Post-, Telegraphen- und Fernsprehdienst (M. 10.—).
3. Halbband: Gebäude für die Zwecke der Landwirtschaft und der Lebensmittel-Versorgung.  
Heft 1. Schubert, Schmitt: Landwirtschaftliche und verwandte Anlagen (M. 12.—).  
Heft 2. Osthoff, Schmitt: Gebäude für Lebensmittel-Versorgung (M. 16.—).
4. Halbband. Gebäude für Erholungs-, Beherbergungs- und Vereinszwecke.  
Heft 1. Wagner: Schankstätten und Speisewirtschaften, Kaffeehäuser und Restaurants.  
Schmitt: Volksküchen und Speiseanstalten für Arbeiter; Volks-Kaffeehäuser.  
Wagner: Öffentliche Vergnügungsstätten.  
Durm: Festhallen.  
Hude: Gasthöfe höheren Ranges.  
Schmitt: Gasthöfe niederen Ranges, Schlaf- und Herbergshäuser.  
Heft 2. Mylius: Baulichkeiten für Kur- und Badeorte.  
Schmitt, Wagner: Gebäude für Gesellschaften und Vereine.  
Durm, Lieblein, Reinhardt, Wagner: Baulichkeiten für den Sport. Sonstige Baulichkeiten für Vergnügen und Erholung.
5. Halbband. Gebäude für Heil- und sonstige Wohlfahrts-Anstalten.  
Heft 1. Kuhn: Krankenhäuser (M. 32.—).  
Heft 2. Benke, Henrici, Sander, Voiges, Wagner, Weltzien, Wolf: Verschiedene Heil- und Pflegeanstalten; Versorgungs-, Pflege- und Zufluchthäuser (M. 15.—).  
Heft 3. Genzmer: Bade- und Schwimmanstalten (M. 15.—).  
Heft 4. Genzmer: Wasch- und Desinfektionsanstalten (M. 9.—).
6. Halbband: Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst.  
Heft 1. Bhenke, Hinträger, Lang, Lindheimer, Schmitt, Wagner: Niedere und höhere Schulen (M. 18.—).  
Heft 2. Eggert, Junk, Körner, Schmitt, Spieker, Tiedemann: Hochschulen.  
Heft 3. Schaupt, Schmitt, Walther: Künstler-Ateliers, Kunstakademien und Kunstgewerbeschulen; Konzerthäuser und Saalbauten (M. 15.—).  
Heft 4. Kerler, Kortüm, Lindheimer, Messel, Opfermann, Schmitt, Wagner: Gebäude für Sammlungen und Ausstellungen.  
Heft 5. Semper: Theater (M. 27.—).  
Heft 6. Schmitt: Zirkus- und Hippodromgebäude.
7. Halbband. Gebäude für Verwaltung, Rechtspflege und Gesetzgebung; Militärbauten.  
Heft 1. Bluntschli, Kortüm, Lasius, Osthoff, Schmitt, Schwachten, Wagner, Landauer: Gebäude für Verwaltung und Rechtspflege (M. 27.—).  
Heft 2. Wallot, Wagner, Richter. Parlaments- und Ständehäuser; Gebäude für militärische Zwecke (M. 12.—).
8. Halbband. Kirchen, Denkmäler und Bestattungsanlagen.  
Heft 1. Gurlitt: Kirchen.  
Heft 2. u. 3. Hofmann: Denkmäler.  
Heft 4. Grässel: Bestattungsanlagen.
9. Halbband. Stübben: Der Städtebau.
10. Halbband. Lambert, Stahl: Die Garten-Architektur (M. 8.—).

## Fortschritte auf dem Gebiete der Architektur.

- Behnke: Die Gasofen-Heizung für Schulen (M. 1,60).  
Schacht, Schmitt: Verglaste Decken und Deckenlichter (M. 2,40).  
Barkhausen, Lauter: Praktische Ausbildung der Studierenden (M. 1.—).  
Schmitt: Hochschulen (M. 3.—).  
Fischer: Heizung, Lüftung und Beleuchtung der Theater und dgl. (M. 2.—)  
Goecke: Die Architektur sozialer Wohlfahrtsanstalten (M. 2,40).  
Schmitt: Naturwissenschaftliche Institute (M. 4,60).  
Hinträger: Die Volksschulhäuser (M. 43.—).  
Schubert v. Soldern: Die Sprache des Ornaments (M. 1,80).  
Gerhard: Entwässerungs-Anlagen amerikanischer Gebäude.  
Wolf: Das städtische Schwimmbad zu Frankfurt.

## Baukunde des Architekten (Deutsches Bauhandbuch).

## I. Band.

1. Teil: Der Aufbau der Gebäude (M. 14.—).
2. Teil: Der Ausbau der Gebäude (M. 12.—).

## II. Band: Gebäudekunde.

1. Teil: Landwirtschaftliche Bauten, — Viehmärkte und Schlachthöfe, — Markthallen, — Speicherbauten und Proviandtänze, Garnison-Bäckereien, — Städtische Stallbauten, Bauanlagen für Pferdesport und -Zucht, Fuhrparkställe, — Pferdeställe und Reitbahnen des deutschen Heeres, — Posthaltereien und Postfuhrämter, — Feuerwachen, — Ländliche Wohnhäuser und Forstdienstgebäude, — Anhang: Anforderungen der Gesundheitslehre (M. 12.—).
2. Teil: Museen, — Bibliotheken und Archive, — Kirchen, — Synagogen (M. 8.—).
3. Teil: Theater, — Zirkusbauten, — Panoramen, — Saalbauten, — Vereinshäuser, — Öffentliche Badeanstalten, — Sport-Anlagen, — Rennbahnen, — Tennis-Anlagen, — Kegelbahnen, — Schießstätten, — Anlagen für Wassersport (M. 10.—).

4. Teil: Allgemeine Schulanstalten. — Schulen in Deutschland. — Außerdeutsche Schulen. — Kinderbewahr-Anstalten und hauswirtschaftliche Bildungsanstalten. — Erziehungsanstalten mit Volks-Schulunterricht. — Alumnate und Seminare. — Hochschulen. — Fachschulen. — Niedere Fachschulen. — Militärische Erziehungs- und Bildungsanstalten. — Kasernen-Anlagen nebst Militär-Schießständen und Barackenlagern (M. 10.—).

5. Teil: Künstler-Werkstätten. — Kauf-, Waren- und Geschäftshäuser. — Gasthäuser, Hotels. — Gewächshäuser. — Ausstellungsbauten (M. 10.—).

6. Teil: Postbauten. — Gebäude für Banken, Versicherungs-Gesellschaften und Börsen. — Gerichtsgebäude. — Gefängnisse (M. 10.—).

**Gottgetreu:** Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen.

- I. Teil: Maurer- und Steinmetzarbeiten (M. 30.—).
- II. Teil: Zimmermannsarbeiten (M. 28.—).
- III. Teil: Eisenkonstruktionen (M. 36.—).
- IV. Teil: Der innere Ausbau (M. 32.—).
- V. Teil: Nachtrag zum inneren Ausbau (M. 6.—).

**Breymann:** Allgemeine Baukonstruktionslehre.

- Band I. Warth: Konstruktionen in Stein (M. 21.—).
- Band II. Warth: " " Holz (M. 21.—).
- Band III. Königer: " " Metall (M. 21.—).
- Band IV. Scholtz: Verschiedene Konstruktionen (M. 18.—).

**Wanderley:** Handbuch der Baukonstruktionslehre.

- I. Band. Die Konstruktionen in Holz (M. 8.—).
- II. Band. Die Konstruktionen in Stein (M. 16.—).
- III. Band. Konstruktionen in Eisen.

**Friedel:** Baukonstruktionslehre (M. 20.—).

**Issel:** Handbuch des Bautechnikers.

- Band I. Opderbecke: Der Zimmermann (M. 5.—).
- Band II. " " Der Maurer (M. 5.—).
- Band III. " " Die Bauformenlehre (M. 5.—).
- Band IV. Issel: Der innere Ausbau (M. 5.—).
- Band V. Issel: Die Wohnungsbaukunde (M. 5.—).
- Band VI. Opderbecke: Die allgemeine Baukunde (M. 5.—).
- Band VII. Issel: Die landwirtschaftliche Baukunde (M. 5.—).
- Band VIII. Issel: Der Holzbau (M. 5.—).
- Band IX. Schüler: Eisenkonstruktionen (M. 5.—).
- Band X. Geyger: Die angewandte darstellende Geometrie (M. 5.—).
- Band XI. Opderbecke: Der Dachdecker und Bauklempner (M. 5.—).
- Band XII. Nöthling: Die Baustofflehre (M. 5.—).

**Gabriely:** Grundzüge des Hochbaues (M. 5.60).

**Ringhoffer:** Lehre vom Hochbau (M. 16.—).

**Michel:** Baugewerkslehre (M. 10.80).

**Knäbel:** Technisches Bauhandbuch (M. 18.—).

**Frauenholz:** Baukonstruktionslehre für Ingenieure (M. 32.—).

**Diesener:** Praktische Unterrichtsbücher für Bautechniker.

- IV. Band. Die Baukonstruktionen des Maurers (M. 4.40).
- V. " " " " Zimmermanns (M. 5.40).

**Schmölke:** Handbuch des Hochbautechnikers (M. 8.50).

**Schmölke:** Die Konstruktionen des Hochbaues (M. 22.50).

**Kämmerer:** Kompendium des Hochbaues (M. 5.—).

**Robrade:** Taschenbuch für Hochbautechniker (M. 4.50).

**Klassen:** Grundrißvorbilder.

- I. Wohn- und Gewächshäuser (M. 24.—).
- II. Gasthäuser, Hotels, Restaurants (M. 6.—).
- III. Schulgebäude (M. 18.—).
- IV. Gebäude für Gesundheitspflege und Heilanstalten (M. 16.—).
- V. Viehmärkte, Schlachthöfe und Markthallen (M. 10.—).
- VI. Gebäude für Handelszwecke (M. 16.—).
- VII. Gebäude für Vereine, Konzerte und Vergnügungen (M. 10.—).
- VIII. Wohltätigkeitsanstalten (M. 4.—).
- IX. Gebäude für Verwaltungszwecke (M. 15.—).
- X. Gebäude für Kunst und Wissenschaft (M. 24.—).
- XI. Kirchliche Gebäude (M. 28.—).
- XII. Gebäude für militärische Zwecke (M. 9.—).
- XIII. Gebäude für Justizzwecke (M. 12.—).
- XIV. Gebäude für die Zwecke der Land-, Garten- und Forstwirtschaft (M. 18.—).
- XV. Industrielle Anlagen (M. 36.—).

Tafelwerke.

„Der Baukonstrukteur“. Prokop: Hochbau (M. 52.—).

Gugitz: Wiener Baukonstruktionen (M. 60.—).

Riewel u. Schmidt: Bautechnische Vorlageblätter (M. 30.—).

Rothe: Vorlagen für Maurer (M. 9.—).

## Holzkonstruktionen.

Gunzenhauser: Baukonstruktionen in Holz (M. 10.—).

Behse: Der Zimmermann (M. 9.—).

Krauth-Meyer: Das Zimmermannsbuch (M. 24.—).

## Steinkonstruktionen.

Ringleb: Lehrbuch des Steinschnittes (M. 24.—).

Krauth-Meyer: Das Steinhauerbuch (M. 12.—).

Behse: Die praktischen Arbeiten des Maurers und Steinhauers (M. 10.—).

## Eisenkonstruktionen.

Foerster: Die Eisenkonstruktionen der Ingenieurhochbauten (M. 42.—).

Lauenstein: Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues (M. 7.—).

Breymann: III. Teil (M. 21.—).

Scharowsky: Musterbuch für Eisenkonstruktion (M. 10.—).

Heinzerling: Der Eisenhochbau der Gegenwart.

I. Eiserner Pult- und Satteldächer (M. 14.—).

II. Eiserner Tonnendächer (M. 14.—).

III. Eiserner Zelt- und Kuppeldächer (M. 18.—).

Krauth-Meyer: Das Schlosserbuch. 2 Bde. (M. 18.—).

Hoch: Elemente der Eisenkonstruktionen (M. 6.—).

## Eisenbetonkonstruktionen.

Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten.

— vom preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten (M. —, 60).

Christof: Le béton armé (M. 22 50<sup>\*)</sup>).

Berger-Guillermé: La construction en ciment armé (M. 36.—).

Morel: Le ciment armé (M. 2,50).

Tedesco-Maurel: Traité théorique et pratique de la résistance des matériaux appliqués au béton et au ciment armé (M. 27,50).

Buell-Hill: Reinforced concrete (M. 25.—).

Koenen: Grundzüge für statische Berechnungen der Beton- und Betoneisenbauten (M. 1,20.).

Ritter: Bauweise Hennebique (M. 1,40).

Finkelstein: Armierter Beton (System Hennebique) (M. 2.—).

Turley: Anleitung zur statischen Berechnung armerter Betonkonstruktionen (M. 1.—).

Considère: Résistance à la compression du béton armé et béton fretté (M. 3,60).

Saliger: Festigkeit veränderlich elastischer Konstruktionen, insbesondere von Eisenbetonbauten (M. 4.—).

Schüle: Résistance et déformation du béton armé (M. —, 80).

Zeitschriften:

Beton und Eisen.

Zement und Beton.

## Treppen.

Behse: Treppenwerk (M. 6.—).

Delbrél: Der Treppenbau in Holz (M. 13.—).

Feller-Bogus: Eiserner Treppen (M. 30.—).

Greve: Treppenkonstruktionen (M. 1.—).

Meyer: Der Bau hölzerner Treppen (M. 5.—).

Müller: Der Bau eiserner Treppen (M. 7,50).

Rauscher: Der Bau steinerner Wendeltreppen (M. 90.—).

## Fabrikschornsteine.

Bastine: Berechnung und Bau hoher Schornsteine (M. 5,50).

Lang: Der Schornsteinbau (M. 18.—).

Pietzsch: Der Fabrikschornstein (M. 12,60).

## Holzarchitektur.

Bethke: Dekorativer Holzbau (M. 72.—).

— Holzbauten (M. 60.—).

Degen: Entwürfe zur Holzarchitektur (M. 3.—).

Diesener: Kleine Architekturen in Holz (M. 14.—).

Glabach: Die Holzarchitektur der Schweiz (M. 7.—).

Huber: Kleine Architekturen in Holz (M. 60.—).

Liebold: Holzarchitektur (M. 6.—).

Neumeister-Häberle: Die Holzarchitektur (M. 75.—).

<sup>\*</sup> Deutsche Übersetzung: in der Zeitschrift Zement und Beton.



## Ziegelarchitektur.

- Adami: Entwürfe für Ziegelrohbau (M. 36.—).  
 Bethke: Dekorativer Ziegelbau (M. 60.—).  
 — Der polychrome Backsteinbau (M. 100.—).  
 — Häuser in reinem Ziegelbau (M. 60.—).  
 Degen: Der Ziegelrohbau (M. 36.—).  
 Lacroux-Détain: Constructions en briques (M. 250.—).  
 Liebold: Ziegelrohbau (M. 6.—).  
 Schatteburg: Der Ziegelrohbau (M. 20.—).

## Bauformenlehre.

- Brausewetter: Das Bauformenbuch (M. 22.—).  
 Klein: Die architektonische Formenlehre (M. 6.—).  
 Mauch: Die architektonischen Ordnungen der Griechen und Römer (M. 16.—).  
 Opderbecke-Issel: Die Bauformenlehre (M. 5.—).  
 Scheffers: Architektonische Formenschule (M. 24.—).  
 Album moderner Baudekorationen (M. 100.—).

## Baustatik.

- Müller-Breslau: Die graphische Statik der Baukonstruktionen.  
 Bd. I (M. 18.—); Bd. II, Abt. 1 (M. 16); Bd. II, Abt. 2, Lief. 1 (M. 3.—).  
 Ritter: Lehrbuch der höheren Mechanik.  
 I. Teil: Analyt. Mechanik (M. 8.—).  
 II. Teil: Ingenieur-Mechanik (M. 16.—).  
 Vonderlinn: Statik für Hoch- und Tiefbautechniker (M. 4.40).  
 Hintz: Die Baustatik (M. 8.—).  
 Ott: Baumechanik (M. 30.—).  
 Lauenstein: Die Festigkeitslehre (M. 4.40).  
 — Die graphische Statik (M. 5.40).  
 — Die Mechanik (M. 4.50).  
 Wittmann: Statik der Hochbaukonstruktionen.  
 I. Teil: Steinkonstruktionen (M. 6.—).  
 II. Teil: Holz- und Eisenkonstruktionen (M. 12.—).  
 Autenrieth: Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe (M. 4.—).  
 Schwedler: Die Konstruktion der Kuppeldächer (M. 18.—).

## Bauführung.

- Abel: Allgemeiner Bauratgeber (K 20.—).  
 Hand: Österr.-ungar. Bauratgeber (K 20.—).  
 Junk: Wiener Bauratgeber (K 10.—).  
 Kusyn: Kostenüberschläge für Hochbauten und Schätzungen der Gebäude (K 17.—).  
 Osthoff: Kostenberechnungen für Bauingenieure (M. 18.—).  
 Benkwitz: Das Voranschlagen von Hochbauten (M. 2.40).  
 Daub: Die Kostenanschläge der Hochbauten (M. 5.—).  
 Engel: Die Bauausführung (M. 10.—).  
 Schwatlo: Kostenberechnungen für Hochbauten (M. 15.—).  
 Tietjens: Die Bauführung (M. 2.40).  
 — Der Kostenanschlag für Hochbauten (M. 10.—).  
 Tolkmitt: Bauaufsicht und Bauführung (M. 6.—).

## Baustofflehre.

- Bock: Die Ziegelfabrikation (M. 10.50).  
 Glinzer: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Baustoffkunde (M. 4.—).  
 Gottgetreu: Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien (M. 27.—).  
 Hanisch: Resultate der Untersuchungen mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie (K 3.—)  
 — Frostversuche mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie (K 1.60).  
 Krüger: Handbuch der Baustofflehre (M. 12.50).  
 Loeff: Entwürfe zum Bau von Kalk-, Zement-, Gips- und Ziegelbrennereien (M. 26.—).

## Taschenbücher.

- „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch (M. 16.—).  
 Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Kalender (K 4.—).  
 Österreichisch-ungarischer Baukalender (M. 3.50).  
 Deutscher Baukalender (M. 3.50 u. M. 4.—).

## Lexika.

- Lueger: Lexikon der gesamten Technik (M. 2.10).  
 Mothes: Illustriertes Baulexikon (M. 43.—).

## Wörterbücher.

Offinger: Technologisches Taschenwörterbuch\*) (M. 10.—).

Tolhausen: Dictionnaire technologique\*\*) (M. 26.50).

Weber: Technisches Wörterbuch\*) (M. 3.—).

Röhrig: Technologisches Wörterbuch\*\*) (M. 34.—).

## Zeitschriften.

## Österreichische.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereine.

Allgemeine Bauzeitung.

Österreichische Monatschrift für den öffentlichen Baudienst.

Wiener Bauindustrie-Zeitung.

Der Bautechniker.

## Ausländische.

Zentralblatt der Bauverwaltung.

Deutsche Bauzeitung.

Zeitschrift für Bauwesen.

Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen.

Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen.

Baugewerks-Zeitung.

Schweizerische Bauzeitung.

Nouvelles annales de construction.

---

\*) deutsch — englisch — französisch — italienisch.

\*\*) deutsch — englisch — französisch.

---

## I. Kapitel.

### Allgemeines.

Mit **Baustoff** oder **Baumaterial** bezeichnet man die Stoffe, aus denen ein Bauwerk hergestellt wird. In großem Maße benützt man: das Holz, die natürlichen und künstlichen Steine, die Mörtel, den Beton und das Eisen; in geringerem Umfange: Zink, Zinn, Kupfer, Blei und deren Legierungen, ferner das Glas und den Asphalt

In der ältesten Zeit der Bautätigkeit verwendete man fast ausschließlich das Holz, und heute herrscht der Holzbau noch überall dort, wo entweder der niedrige Stand der Kultur oder Waldreichtum ihm das Übergewicht verschaffen. Der Aufschwung der Zivilisation breitete die Verwendung des Steines immer mehr aus und führte in den Gegenden, wo gute natürliche Steine mangelten, zur Erzeugung künstlicher Bausteine, namentlich der „Backsteine“. Holz und Stein beherrschten dann das Bauwesen durch Jahrtausende, bis in das XIX. Jahrhundert. Erst seit einem halben Jahrhundert hat sich ihnen als ebenbürtiger Dritter das Eisen an die Seite gestellt.

Die neueste Zeit hat die Herstellung und Verwendung der Mörtel einem mächtigen Aufschwunge zugeführt, indem eine systematische Erforschung sie der bisherigen Herrschaft reiner Empirie entriß.

Eigentümlich der modernen Bautätigkeit ist die immer mehr sich ausdehnende Verwendung des Betons, der dem Steinbau ein Gebiet nach dem anderen abnimmt. Eine besondere Vervollkommnung durch die Betonbauweise erhielt die Vereinigung von Beton und Eisen zu Eisen-Beton- oder Eisen-Zementkonstruktionen, den Bauweisen Monier, Hennebique usw.

Daß das Glas heute in viel größerem Maße verwendet wird als früher, ist nicht nur der Vervollkommnung der Erzeugung zu verdanken, sondern ganz besonders der ausgedehnteren Verwendung des Eisens. Aus Eisen und Glas sind bereits gewaltige Bauten entstanden, die sich den großen Steinbauten früherer Zeiten ebenbürtig an die Seite stellen.

Die **Baustofflehre** oder **Baumaterialienkunde** handelt von der a) Gewinnung, b) Verarbeitung und c) Verwendung der Baustoffe und stellt fest:

1. für welche Bauzwecke ein bestimmter Baustoff sich eignet,
2. in welchem Grade er diese Eignung besitzt und
3. in welcher Weise man seinen Wert prüfen kann.

Dabei sind stets die **mechanisch-technischen Eigenschaften** ins Auge zu fassen und die physikalischen, chemischen, mineralogischen, petrographischen usw. nur insofern, als sie die mechanisch-technischen bedingen oder beeinflussen. Eine genaue Kenntnis der mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe gehört daher zu den Grundlagen der Bauwissenschaften.

Früher war man bei der Wertbestimmung der Baustoffe bloß auf Urteile rein empirischer Herkunft angewiesen. Heute kann die Erforschung der mechanisch-technischen Eigenschaften eines Baustoffes sowie die Feststellung des Grades seiner Brauchbarkeit streng wissenschaftlich durchgeführt werden. Denn seitdem die Erkenntnis, daß eine systematische Prüfung und Untersuchung der Baustoffe nicht allein für die Wissenschaft, sondern auch für die Praxis den größten Wert besitzt, durchgedrungen ist, sind bereits zahlreiche Anstalten entstanden, die sich mit dieser Prüfung und Untersuchung der Bau- und Konstruktionsmaterialien befassen (Prüfungsanstalten, Versuchsanstalten, Versuchsstationen, mechanisch-technische Laboratorien u. dgl.) Sie haben einen fruchtbaren Einfluß auf Wissenschaft und Praxis ausgeübt.

### Wahl des Baustoffes.

Bei der Beurteilung eines Baustoffes sind vor allem ins Auge zu fassen: dessen Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Denn von der Festigkeit hängt es ab, ob der Bauteil die Belastung, die ihm aufgebürdet wird, ohne Gefährdung seines Bestandes ertragen kann, und eine große Dauer wird das Bauwerk nur dann erreichen, wenn die zerstörenden Einflüsse, welche Witterung, Nässe, Frost, Feuer usw. ausüben, keine wesentlichen Beschädigungen hervorrufen.

Man muß sich auch noch fragen, ob die Kosten dem angestrebten Zwecke entsprechen, oder ob sich dieser durch Verwendung eines anderen Baustoffes ohne Verminderung des Wertes der Konstruktion nicht billiger erreichen ließe.

Bei den Bauteilen, die frei sichtbar sind, ist auch noch zu erwägen, welcher Baustoff den ästhetischen Anforderungen am besten entspricht.

### Prüfungsanstalten.

In den Prüfungsanstalten für Baustoffe werden Untersuchungen vorgenommen, welche die Aufgabe haben, festzustellen:

1. für welche Bauzwecke sich ein bestimmter Baustoff eignet und
2. in welchem Grade er diese Eignung besitzt.

## Versuchsanstalten.

Die mechanisch-technischen Eigenschaften der Baustoffe hängen untereinander zusammen und teilweise voneinander ab. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften üben auf sie einen gesetzmäßigen Einfluß aus. Überdies werden sie noch beeinflußt durch die Art der Herstellung, der Verarbeitung und der Verwendung.

Die Untersuchung dieser Beziehungen ist die Hauptaufgabe der Versuchsanstalten.

Außerdem obliegt diesen: die Methoden festzustellen, nach denen die Prüfungsanstalten die Prüfung der Baustoffe vorzunehmen haben.

Die Versuchsanstalten haben einen fördernden Einfluß auf das Bauwesen ausgeübt, indem sie auf Mängel aufmerksam machten, welche bei der Herstellung, Verarbeitung oder Verwendung der Baustoffe vorkommen; indem sie zweckmäßigere Verfahren hierfür vorschlugen und die Aufmerksamkeit auf geeignete Baustoffe lenkten, die noch nicht in der Praxis eingebürgert waren.

## Internationale Konferenzen.

Damit die Ergebnisse der Prüfungs- und der Versuchsanstalten untereinander verglichen und kontrolliert werden können, muß die Prüfung und Untersuchung der Baustoffe überall in einheitlicher Weise vorgenommen werden. Um nun solche einheitliche Untersuchungsmethoden für die Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien auf ihre mechanischen Eigenschaften festzustellen, treten seit dem Jahre 1884 internationale Konferenzen zusammen, an denen die Vorstände von Prüfungsanstalten und Versuchsstationen und die Vertreter von Baubehörden, Bauunternehmungen, Bauindustrien u. dg. teilnehmen.\*)

## Normalien.

Auf Grund der in den Prüfungs- und in den Versuchsanstalten sowie in der Praxis gewonnenen Erfahrungen, werden durch das Zusammenwirken jener Anstalten mit den Produzenten und Konsumenten, vorzugsweise durch technische Vereine einheitliche Bestimmungen über die Anforderungen aufgestellt, die an die Baustoffe zu stellen sind; es werden festgestellt:

- einheitliche Klassifikationen,
- einheitliche Lieferungsbedingungen,
- einheitliche Prüfungsnormen.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine in Wien aufgestellte Normalien:

Bestimmungen für die einheitliche Benennung der zu Bauzwecken verwendeten hydraulischen Bindemittel (1880) [K —.40].

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement (1888) [K —.60].

\*) Die erste dieser Konferenzen trat über Anregung Prof. J. Bauschingers (München) im Jahre 1884 in München zusammen. Die folgenden tagten: 1885 in München, 1886 in Dresden, 1888 in Berlin, 1893 in Wien, 1895 in Zürich, 1897 in Stockholm, 1901 in Budapest.

Beschlüsse der Konferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien über die einheitlichen Untersuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien auf ihre mechanischen Eigenschaften. Zusammengestellt von Prof. J. Bauschinger.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Romanzement (1890) [K —.60].

Grundzüge einer einheitlichen Benennung für Eisen und Stahl [K —.40].

Typen für Walzeisen [K 6.—].

Normalien für Abflußröhren (1903) [K —.60].

Bestimmungen für Belastung von Baukonstruktionen und Beanspruchung von Baumaterialien (1902) [K —.60].

Vom Vereine deutscher Zementfabrikanten:

Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement.

Vom Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine unter Mitwirkung des Vereines Deutscher Ingenieure und des Vereines Deutscher Eisenhüttenleute:

Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken und Hochbau (1893).

### Literatur.

R. Gottgetreu. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Baumaterialien. 2 Bde.

R. Krüger. Handbuch der Baustofflehre.

Handbuch der Architektur, I. Teil, 1. Band, Heft 1: W. Exner, H. Hauenschild, G. Lauboeck, E. Schmitt. Die Technik der wichtigeren Baustoffe.

H. Hauenschild. Katechismus der Baumaterialien.

W. Lange. Katechismus der Baustofflehre.

E. Glinzer. Lehrbuch der Baustoffkunde.

## II. Kapitel.

### Holz.

#### § 1. Vorzüge und Mängel des Holzes als Baustoff.

Wenn zu entscheiden ist, ob man für eine auszuführende Konstruktion Holz oder einen anderen Baustoff verwenden soll, so sind als Vorzüge und Mängel des Holzes zu beachten:

##### 1. Vorzüge.

1. Wegen der geringen Kosten eignet sich das Holz namentlich für bloß zeitweilige und für untergeordnete Bauten, weil dann vor allem niedrige Baukosten anzustreben sind; außerdem für alle Bauteile, an die keine besonderen Anforderungen bezüglich Feuersicherheit, Dauerhaftigkeit und Festigkeit gestellt werden.

2. Das Holz läßt sich sehr leicht, sehr rasch und billig bearbeiten. Die einzelnen Teile der Holzkonstruktionen können auf sehr einfache Weise miteinander verbunden werden.

3. Es kann in sehr großen Längen bezogen werden, namentlich das Nadelholz \*), das sich auch durch einen schlanken geraden Wuchs auszeichnet.

##### Größte Höhe der Bäume\*\*):

35—40 m <sup>1)</sup> } 50 m u. mehr <sup>2)</sup> }	Fichte, Tanne, Lärche, Föhre.
30—35 m <sup>1)</sup>	Eiche, Buche, Esche, Ahorn, Linde, Ulme, Erle; Walnuß, Tulpenbaum, Tsugen, Cha-maecyparisarten.
20—25 m } selten 30 m }	Aspe, Pirus- und Prunus-Arten, Birke, Hainbuche, Weide, Zirbe, Eibe, Spirke, Hickory, Juniperus virginiana.
8—15 m :	Juniperus communis, Evonymus, Viburnum, Sambucus, Prunus spinosa, Cornus, Syringa usw.

4. Infolge des geringen spezifischen Gewichtes (siehe § 15) sind die Holzkonstruktionen sehr leicht.

\*) Die langen, bloß entästeten und entrindeten Nadelholzstämmen, die als Ständer bei den Gerüsten verwendet werden, heißen „Landenen“ = „Langtannen“ = lange Tannen.

Verjüngung des Stammes nach oben

bei Laubholz 1·5—2·5 cm für 1 m Höhe (1·5—2·5%)

„ Nadelholz 1·0—1·5 „ „ 1 „ „ (1·0—1·5%).

\*\*\*) nach Gayer, Die Forstbenutzung.

<sup>1)</sup> in 100 Jahren.

<sup>2)</sup> in höherem Alter.

5. Das Holz ist sehr elastisch, sehr zäh und hat eine große Festigkeit (§ 16 und § 17). Es eignet sich daher auch für Träger und für Stützen.

6. Obgleich seine Dauerhaftigkeit der des Steines und des Eisens wesentlich nachsteht, so erreicht es doch eine lange Dauer, wenn es unter günstigen Umständen verwendet wird (§ 10).

## 2. Mängel.

1. Die große Feuergefährlichkeit, die es von allen Konstruktionen, die feuersicher sein sollen, ausschließt und deswegen immer mehr aus dem „Aufbau“ verdrängt (§ 8).

2. Das Quellen und Schwinden (§ 4 u. 5).

3. Die große Gefahr des Zugrundegehens durch Fäulnis (§ 6), durch den Hausschwamm (§ 7), durch Wurmfraß (§ 9) und durch die Witterungseinflüsse (§ 10).

## § 2. Das Gefüge des Holzes.

Das Nadelholz ist sehr elastisch, geradwüchsiger, astreiner, leichter, weicher, läßt sich leichter bearbeiten, kann in größeren Längen bezogen werden (§ 1, 3) und verjüngt sich weniger gegen den Wipfel als das Laubholz. Dieses ist härter, daher auch polierbar.

a) Hartes Holz: Weißbuche, Eiche, Rotbuche, Esche, Ulme.

b) Halbhartes Holz: Erle, Kiefer, Lärche, Ahorn.

c) Weiches Holz: Tanne, Fichte, Pappel, Weide.

Der Baum wächst, indem jedes Jahr um den bestehenden Holzkörper ein neuer Mantel sich bildet. Ein Schnitt \*)  $\perp$  Stammachse zeigt diese Mäntel als Ringe: Jahresringe oder Holzringe. Der im Frühjahr entstandene, der Stammachse zugekehrte Teil dieses Ringes, das „Frühjahrs Holz“, ist weicher, lockerer und heller als das „Herbstholz“.

Dieser Wechsel in der Färbung und in dem Gefüge der Jahresringe heißt „Zeichnung“. Die Zeichnung des normal gewachsenen Holzes nennt man „Flader“; bei unregelmäßigem („maserigem“ oder „wimmerigem“) Wachstum wird sie „Maser“ genannt.

Holz mit schmalen Jahresringen nennt man feinjählig, solches mit breiten grobjählig. Jenes ist in der Regel schwerer und fester.

### Anzahl der Jahresringe\*\*)

auf 1" (24 mm) in der Richtung des Stammhalbmessers:

Esche	2—4	Erle	6—12
Tanne	5—9	Buche	6—37
Lärche	5—30	Eiche	9—21
Kiefer	18—25		

Den äußersten Jahresring umhüllt der Bast und diesen die Rinde. Bast und Rinde sind, als unverwendbar, nach dem Fällen stets zu beseitigen. Der mittlere Teil des Stammes heißt Mark. Die Holzmasse zwischen

\*) Ein Schnitt  $\perp$  zur Stammachse heißt Querschnitt oder Hirnschnitt. Die Holzfläche, die er zeigt, nennt man „Hirnholz“. Geht der Schnitt durch die Längsachse, so wird er Spiegel-, Spalt- oder Radialschnitt genannt. Er zeigt das „Spiegelholz“. Liegt der Schnitt  $\parallel$  zur Längsachse neben dieser, so bezeichnet man ihn mit Sehnenschnitt. Er zeigt das „Langholz“.

\*\*\*) Nach Karmarsch.



dem Baste und dem Mark besteht aus zwei Teilen: der innere heißt Kern, der härter und trockener ist als das Mark; der äußere Splint. Das Splintholz ist weich, hell, locker und gewöhnlich nicht verwendbar.

„Markstrahlen“ gehen von der Achse radial gegen die Rinde. Sie sind nur bei einigen Laubhölzern deutlich zu erkennen (bei der Eiche und Esche bis 1 mm breit).

### § 3. Wassergehalt (Saftgehalt).

Die Menge des Wassers (Saftes), das in den Zellen des Holzes enthalten ist, hat einen großen Einfluß auf dessen Eigenschaften und Wert (§ 4).

Das Splintholz enthält mehr Wasser als das Kernholz. Der Teil des Stammes, der in der Nähe der Wurzeln liegt, ist saftreicher als der dem Wipfel zugekehrte.

Wassergehalt des lebenden Baumes\*)  
in Prozenten des Gewichtes.

Holzgattung	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	September	November	Dezember
<b>Harte Hölzer:</b> Ahorn, Birke, Eiche, Buche, Ulme	<b>41</b>	38	36	36	39	35	39	38	34	<b>41</b>
<b>Weiche Hölzer:</b> Erle, Espe, Linde, Kastanie, Weide, Pappel	<b>53</b>	<b>53</b>	48	47	47	47	50	47	45	<b>53</b>
<b>Nadelholz:</b> Fichte, Kiefer, Lärche	<b>60</b>	58	59	54	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	58	54	<b>60</b>
Mittelwerte	51·3	49·6	47·6	46·3	48·6	47·6	49·6	47·6	44·3	51·3
Tanne	51	42	<b>55</b>	45	48	52	53	54	49	51
Rottanne	58	57	<b>60</b>	50	59	—	54	—	—	—

Der Wassergehalt des Splintes hängt ab von: dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, der vorhergegangenen Witterungsperiode, dem Wassergehalte des Bodens und individuellen Umständen.

\*) Nach R. Hartig.

H o l z g a t t u n g	Wassergehalt des grünen Holzes in % des Gewichtes	Schwinden in % der Länge			Quellen bei einer Wasser- aufnahme bis zur vollen Sättigung in % der Länge			Zunahme infolge Durchrössung in % an
		A	B	C	A	B	C	
Fichte (Rottanne) . . . . .	45.2	0.076—0.09 0.076	1.1—2.8 2.41	2.0—7.3 6.18	0.076	2.4	6.18	4.4—8.6 70—166
Tanne (Weißtanne) . . . . .	37.1	0.086—0.122 0.122	1.7—4.82 2.91	4.1—8.13 6.72	0.104	4.82	8.13	3.6—7.2 83—123
" jung . . . . .		0.086	4.82	8.13				
" 300 Jahre alt . . . . .		0.013—0.288 0.075	0.3—7.3 2.17	1.4—7.1 6.32	0.075	2.17	6.3	
Lärche . . . . .	25.7	0.008—0.201 0.120	0.6—3.8 3.04	2.0—6.8 5.72	0.12	3.04	5.72	
Kiefer (Föhre) . . . . .	39.7		1.6—4.6		0.6			
Pitch pine . . . . .		0.2—0.3	2.65—3.3	0.8—7.3	0.4 <sup>1)</sup>	3.9 <sup>1)</sup>	7.55 <sup>1)</sup>	5.5—7.9 60—91
Stiel-Eiche . . . . .	22—39				0.32 <sup>2)</sup>	2.6 <sup>2)</sup>	5.59 <sup>2)</sup>	
					0.12 <sup>3)</sup>	3.13 <sup>3)</sup>	7.78 <sup>3)</sup>	
Trauben-Eiche . . . . .	27—32	0.028—0.455	1.1—7.5	2.5—10.6				
Eiche, jung . . . . .		0.400	3.90	7.55				
" 300 Jahre alt . . . . .		0.130	3.13	7.78				
Rot-Buche . . . . .	20—43	0.20—0.34 0.200	2.3—6 5.03	5—10.7 8.06	0.2	5.03	8.06	9.5—11.8 63—99
Weiß-Buche . . . . .	20	0.21	6.82	8.00	0.124	2.94	6.22	9.7 102
Ulme (Rüster) . . . . .	24—44	0.014—0.628 0.124	1.2—4.6 2.94	2.7—8.5 6.22	0.821 <sup>1)</sup> 0.187 <sup>3)</sup>	4.05 <sup>1)</sup> 3.84 <sup>3)</sup>	6.56 <sup>1)</sup> 7.02 <sup>3)</sup>	7.5 70

Anmerkung (zu den Tabellen auf den Seiten 8 u. 9.):

A . . . || Faser (Stammachse)  
 B . . . ⊥ „ und || Radius  
 C . . . ⊥ „ „ ⊥ „

Mittelwerte: A = 0·1%, B = 3–5%, C = 6–15%.

1) junges Holz, 2) gedämpftes Holz, 3) altes Holz.

Die in Mediaevalschrift gedruckten Ziffern stammen von Laves.

H o l z g a t t u n g	Wassergehalt des grünen Holzes in % des Gewichtes	Schwinden in % der Länge			Quellen bei einer Wasser- aufnahme bis zur vollen Sättigung in % der Länge		
		A	B	C	A	B	C
Esche . . . . .	14–34	0·187–0·821	0·5–7·8	2·6–11·8			
„ jung . . . . .		0·821	4·05	6·56			
Esche 300 Jahre alt . . . . .		0·187	3·84	7·02			
Aborn . . . . .		0·11	0·072	2·97	6·59		
Birke . . . . .	50	0·50	0·222	3·19	9·30	3·05	3·19
„ russische . . . . .		0·065		7·19	8·17		
Erle . . . . .	41	0·30	0·369	3·16	2·91	4·15	5·07
Linde . . . . .	47	0·10	0·208	1·08	7·79	1·72	11·50
Pappel . . . . .	50	0·125		1·03	2·59	1·06	6·40
Weide . . . . .	60	0·697		2·48		1·90	7·31
Trauer-Weide . . . . .		0·330		2·55		6·91	
Espe . . . . .				3·97		3·33	
Roß-Kastanie . . . . .		0·088		1·84		5·82	
Mahagoni . . . . .		0·110		1·09		1·79	
Zeder . . . . .		0·017		1·30		3·38	
Buchsbaum . . . . .		0·026		6·02		10·20	
Ebenholz . . . . .		0·010		2·13		4·07	
Apfelbaum . . . . .		0·109		3·00		7·39	
Birnbaum . . . . .		0·228		3·94		12·70	
Kirschbaum . . . . .		0·112		2·85		6·95	
Nußbaum . . . . .		0·223		3·53		6·25	
Pflaumenbaum . . . . .		0·025		2·02		5·22	

Der Wassergehalt beträgt in Prozenten des Gewichtes für:

grünes Holz . . . . .	bis 37%
gut ausgetrocknetes . . . . .	20—25%
lufttrockenes Laubholz . . . . .	17%
„ Nadelholz . . . . .	10%

Lufttrocken ist Holz erst frühestens  $2\frac{1}{2}$  Jahre nach dem Fällen.

#### § 4. Quellen und Schwinden.

Wenn der Wassergehalt des Holzes zunimmt, so dehnt sich die Holzmasse aus: es erfolgt ein Quellen. (Schwellen).

Eine Abnahme des Wassergehaltes hat ein Zusammenziehen zur Folge: das Schwinden (Schrumpfen.)

Das Quellen beziehungsweise Schwinden ist proportional der beziehungsweise Abnahme der Luftfeuchtigkeit.

Diese Veränderungen der Gestalt des Holzes infolge des Quellens und Schwindens heißt man Werfen. Sie bilden einen großen Mangel der Holzkonstruktionen, weil sie Risse, Verdrehungen, Lockerungen der Verbände usw. nach sich ziehen. Sie treten besonders dann auf, wenn das Holz durch Regen usw. naß wird, beziehungsweise wenn das nasse Holz austrocknet.

Es findet ununterbrochen, wenn auch nicht immer deutlich merkbar, ein Ausdehnen und Zusammenziehen statt, weil der Wassergehalt des Holzes fortwährend zu- und abnimmt. Wenn auch dieses beständige „Arbeiten“ des Holzes viele Übelstände zur Folge hat, so wäre doch dessen Aufhören ein schlechtes Zeichen.

Fig. 1.

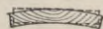


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



#### § 5. Vorkehrungen gegen das Quellen und Schwinden.

##### 1. Gegen das Quellen.

Man muß dem Zutritt der Nässe vorbeugen, indem man die Holzkonstruktion:

a) mit den in § 10 angegebenen Schutzmitteln anstreicht, tränkt beziehungsweise imprägniert;

b) mit einer besonderen Schutzkonstruktion (Verschalung, Verkleidung, Verdachung usw.) versieht.

##### 2. Gegen das Schwinden.

###### I.

Das Holz ist zu einer Zeit zu fällen, wo es nur wenig Saft enthält (§ 3).

###### II.

Bevor man es verwendet, ist ihm möglichst viel Saft zu entziehen,

a) indem man den unteren Teil des Stammes einige Monate vor dem Fällen entrinde, damit der Saft austreten und abfließen kann („Ringeln“ der Bäume).

b) mittels Lufttrocknen: Austrocknen durch Liegenlassen an freier, trockener Luft, unter Dach, gegen Regen und Erdfeuchtigkeit sowie gegen Sonnenschein geschützt, in Schuppen bei Zimmerholz oder in Lagerräumen bei Tischlerholz. — Dieses Verfahren ist besser als (c) — (e). Die Zeiterfordernis beträgt 1—4 Jahre, bei Eiche mehr.

c) durch künstliches Austrocknen in geheizten Trockenkammern oder Öfen mittels durchstreichenden heißen Luftstromes. — Dies Verfahren ist rascher als (b). Die erforderliche Temperatur der Luft =

40° bei Eiche	80—95° bei dünnem Nadelholz
30—40° „ Laubholz	50° „ dickem „

d) mittels Auslaugen durch Liegenlassen in fließendem Wasser (während 1—2 Monaten).

e) durch Dämpfen: am wirksamsten.

### III.

Weil aber auch gut ausgetrocknetes Holz immer noch schwindet, so muß man trachten, das Schwinden möglichst unschädlich zu machen:

a) größere Holzkonstruktionen aus einzelnen ineinander verschieblichen Teilen zusammensetzen (siehe Türen, Wände u. dgl.),

b) beim Zerteilen des Stammes in Balken, Pfosten, Bretter usw. ist darauf zu achten, daß das Schwinden  $A < B < C$  (siehe S. 9), und daß Spintholz stärker schwindet als Kernholz (§ 4). Wie sich das geltend macht, zeigen die Figuren 1—4.

Am besten wäre es, wenn die Mitte des Balkens usw. stets mit der Stammachse zusammenfiel (Fig. 2 und 5).

## § 6. Vorkehrungen gegen Fäulnis.

Läßt man „grünes“ (frisch geschlagenes) Holz längere Zeit unentrindet in Wärme liegen, so „erstickt“ es („läuft es an“). Es ist unschädlich, falls es rasch geschnitten und gut getrocknet wird.

Wenn das Holz wegen Mangel an Luftwechsel nicht austrocknen kann, so „modert“, „stockt“, „fault“ es: es tritt „trockene“ Fäulnis ein, wobei das Holz eine weiße Farbe annimmt und zerreiblich wird.

Kommt es aber mit nasser Erde in Berührung, liegt es unter Wasser, oder befindet es sich abwechselnd im Trockenen und in Nässe, so erfolgt „nasse“ Fäulnis: es wird rötlich bis schwärzlich und mürbe.

Bei Berührung mit Mörtel und frischem oder feuchtem Mauerwerk entsteht die Humifizierung (beginnende Kohlebildung).

### Vorkehrungen gegen Faulen:

1. nur gutes, gesundes, trockenes Holz verwenden und dafür sorgen, daß es stets trocken bleibt und immer frische Luft zutreten kann.
2. Anstriche mit: Leinöl, Ölfarbe, Leinölfirnis, Holzteer; 2 Vol. Steinkohlenteer + 1 Vol. Holzteer + etwas Harz, aufgeköcht + 4 Vol. trocken gelöschter Kalk; Avenarius-Karbolineum (!) usw.

Nasses Holz darf man nie anstreichen, weil sonst kein Austrocknen erfolgt.

Waldfeuchtes Holz soll man erst nach 1—2 Jahren anstreichen.

3. Tränken mit: Talg, Wachs, Paraffin, Leinöl usw.
4. Durchtränken (Imprägnieren) mit:
  - a) 1 Gewichtsteil Zinkchlorid + 15 Gew. Wasser. Burnettieren (nach Burnett<sup>1</sup>): sehr gut.
  - b) 1·5 Gew. Kupfervitriol + 100 Gew. Wasser. Boucheriesieren (nach Bouchérie<sup>2</sup>): selten.
  - c) Eisenvitriol-Lösung. Paynesieren (nach Payne<sup>3</sup>).
  - d) Eisenvitriol + schwefelsaure Tonerde (nach Hasselmann).
  - e) 1 Gew. Quecksilberchlorid + 150 Gew. Wasser. Kyanisieren (nach Kyan<sup>4</sup>): große Vorsicht erforderlich, weil das Sublimat giftig ist.
  - f) Kreosotöl (nach Bethell).
  - g) Phenol, Naphthalin, Teerölen usw.

Kosten (a):(b):(d):(f) = (0·35 — 0·50):(0·40 — 0·60):(0·75 — 1·00):(1 — 2).

## § 7. Holzschwamm.

Der Schwamm (vom Holzschwamm, Haus- oder Tränenschwamm, merulius lacrimans oder auch vom Lohbeet-Löcherpilz herrührend) ist der gefährlichste Feind der Holzkonstruktionen. Alle zu seiner Verhütung anzuwendenden Vorkehrungen (III) sind bei der Ausführung eines Gebäudes auf das sorgfältigste zu beachten. Denn ist der Schwamm einmal in ein Haus gekommen, dann ist es nur sehr schwer, oft gar nicht, immer aber nur mit großen Kosten und Schwierigkeiten möglich, ihn zu vertilgen.

### I. Kennzeichen.

1. Anfangs treten am Holze einzelne kleine weiße Flecke auf, die immer größer werden und später ein feines silberfarbiges Netz bilden, das schließlich blättrig und dann aschgrau wird und einen Seidenglanz annimmt.
2. Das faserige Gefüge des Holzes geht in ein erdiges über. Die Farbe wird gelblichbraun.
3. Beim Anschlagen gibt das Holz einen dumpfen Klang.
4. Es entsteht ein übler, modriger, faulig-pfeffriger Geruch.
5. Bei unangestrichenem Holze bilden sich kleine, schwarze, verstreute Fleckchen mit schimmelartigen Anflüge. Ist das Holz mit Ölfarbe, Teer oder Firnis angestrichen, so gibt der Anstrich beim Aufdrücken nach. Bei einem Leimfarbe-Anstrich oder Putz stehen einzelne Teile der Farbe oder des Putzes pelzartig vor.

### II. Verhütung.

Man soll:

1. nur gutes, gesundes, kerniges, gut ausgetrocknetes, nicht zu junges, nicht außer der Fällzeit geschlagenes Holz verwenden;
2. vorsorgen, daß stets frische, trockene Luft, aber keine Feuchtigkeit zum Holze zutreten kann.
3. keine Stoffe verwenden, die den Schwamm zuführen oder züchten können (z. B. organische Bestandteile enthaltenden Deckenschutt, altes Holz usw.)

<sup>1</sup>) sprich: Börnett, <sup>2</sup>) sprich: Buscherie, <sup>3</sup>) sprich: Pän, <sup>4</sup>) sprich: Keien.

### III. Vertilgung.

1. Vor allem ist für den Zutritt von frischer, trockener Luft zu den ergriffenen und gefährdeten Bauteilen zu sorgen; namentlich sind sofort die Balkenköpfe bloßzulegen.

2. Alle vom Schwamme ergriffenen Teile und auch die, bei denen nur der Verdacht besteht, muß man entfernen und durch frische ersetzen.

3. Die umliegenden Mauerfügen sind bestens auszukratzen.

4. Es sind alle zur Verhütung empfohlenen Vorkehrungen (II) zu treffen.

5. Das Holz und das benachbarte Mauerwerk sind mit einem Schutzmittel zu bestreichen. Als solche werden verwendet:

a) 3 Gew. Kupfervitriol in 0·5 Gew. Salzsäure gelöst + 0·5 Gew. Schwefelsäure: sehr gut.

b) 1 Gew. Quecksilberchlorid + 100 Gew. Kalkwasser: sehr gut, aber giftig, daher nicht bei bewohnten Räumen.

c) 1 Gew. Zinkchlorid + 50 Gew. Wasser: billiger, aber minder wirksam.

d) Kreosotöl, Petroleum, Kassiaöl, Steinkohlenteer, konzentrierte Kochsalzlösung: nur auf kurze Zeit wirksam.

e) Karbolineum: sehr gut.

f) 200 l Torfasche + 20 l Kochsalz + 0·5 Salmiak. mit kochendem Wasser bis zur Sättigung gemischt.

g) Antinonnin, Mykothanaton, Antimerulion, Mikrosol, Solatol.

### § 8. Schutz gegen Feuer.

Bis heute ist es noch nicht gelungen, Holz durch Anstriche oder Imprägnierungen unverbrennlich zu machen. Man hat dadurch nur erreicht, daß es schwer Feuer fängt und nicht mit Flamme brennt.

Imprägnierungen machen das Holz steinhart; dadurch wird es unarbeitbar.

Einen guten Schutz bietet ein Umhüllen mit 8 mm dicker Asbestpappe.

#### Anstriche.

1. Wasserglas: wirkt nur auf kurze Zeit.

2. Farbenwasserglas (Mischung mit Wasserglas und Teigfarben): gut.

3. Wasserglas + Ton oder Kreide — 5—6mal anstreichen: gut.

4. 25 Gew. Schwerspatpulver + 1 Gew. Zinkweiß + 20 Gew. Wasser, dann + 25 Gew. Wasserglas — 3mal auftragen: sehr gut.

5. Chlorkalzium-Lösung, worin gebrannter Kalk gelöscht worden ist.

6. Gesättigte Lösung von schwefel- und phosphorsaurem Ammoniak.

7. Gips; borsaure Kalkerde; Käsefarben.

8. Wolfram-, phosphor- und kieselsaure Verbindungen des Natriums: schützen auf längere Zeit.

9. Alaun: nicht zu empfehlen.

### § 9. Wurmfraß.

#### 1. Verhütung.

1. Tränken mit fettigen und harzigen Stoffen (Petroleum, Holzteer usw.).

## 2. Vertilgung.

1. Anstrich von:
  - a) 2 Vol. Seifensiederlauge + 3 Vol. Kochsalz,
  - b) Karbolsäure.
2. Eintröpfeln in die Wurmlöcher von
  - a) roher Salzsäure,
  - b) Sublimatlösung.

## § 10. Dauer.

Die Dauerhaftigkeit des Holzes hängt ab von:

1. seinem Gefüge und Saftgehalte.
  - a) sehr dauerhaft: feinjähriges, saftarmes Holz, namentlich dichtes, festes Kernholz.
  - b) minder dauerhaft: „überständige“ (alte) Bäume.
  - c) wenig dauerhaft: junges, stark poröses, schwammiges und saftreiches Holz.

2. dem Standorte. Die Dauer ist größer, wenn der Baum freigestanden, als wenn er sich inmitten anderer Bäume befunden hat; ebenso wenn er auf magerem oder trockenem Boden stand, als bei fettem oder nassem Boden. Nadelhölzer, die in Kälte aufwuchsen (auf rauhen Höhen, in nördlichen Gegenden), geben ein dauerhafteres Holz, als wenn sie wärmeren Lagen entstammen.

3. der Fällzeit (§ 13).

4. der Verwendung. Das Holz hat eine große Dauer, wenn es gegen Nässe und Witterung geschützt ist. Holz, das sich abwechselnd im Trockenem und in Nässe befindet, geht rasch zu Grunde. Bei Wasserbauten, Fundamenten usw. sollen die Holzkonstruktionen beständig unter Wasser liegen.

In Ton-, Lehm oder nassem Sandboden hält sich das Holz sehr gut, minder aber in trockenem Sandboden, noch schlechter in Kalkboden.

Tanne (Weißtanne): lange Dauer, wenn beständig unter Wasser oder im Trockenem; geringe, wenn Nässe und Trockenheit wechseln.

Fichte (Rottanne): infolge des größeren Harzgehaltes, auch wenn dem Witterungswechsel ausgesetzt, dauerhafter als Tannenholz.

Lärche: wegen des großen Harzgehaltes, sowohl im Trockenem als auch dem Witterungswechsel ausgesetzt, von größter Dauer; leidet nicht durch Wurmfraß; wird unter Wasser steinhart. Neben der Eiche das beste Bauholz.

Kiefer (Föhre): sehr große Dauer, weil sehr harzreich. Gesundes Kernholz verträgt auch den Wechsel von Nässe mit Trockenheit. Trocken wird das Kiefernholz leicht von Insekten angegriffen.

Dauerhafter als die europäische Kiefer ist die amerikanische Yellow pine und noch mehr die Pitch pine (Pechkiefer).

Schwarzföhre: gegen Wasser so widerstandsfähig wie Lärche.

Eiche (Sommer- oder Stiel- und Winter- oder Steineiche): größte Dauer, sowohl im Wasser als auch im Erdreich oder dem Witterungswechsel ausgesetzt. Bestes Bauholz.

Rotbuche: große Dauer unter Wasser, geringe im Freien, fault dann leicht; ist dem Wurmfraß am stärksten ausgesetzt.

Weißbuche, Pappel: werden seltener verwendet.



Ulme (Rüster): große Dauer, sowohl im Freien als auch unter Wasser und im Trockenem; unterliegt nicht dem Wurmfraße.

Esche: geringe Dauer, wenn dem Witterungswechsel ausgesetzt; im Boden gar keine. Junges Holz im Trockenem verfällt leicht dem Wurmfraße.

Schwarzerle: geringe Dauer an der Luft, große im Wasser.

Weißerle: geringere Dauer.

Die dauerhaftesten Hölzer sind: Eiche und Lärche.

Holzgattung	Unter Wasser	In beständiger		Bei abwechselnder Nässe und Trockenheit		Im Freien		Im Boden abgefaut nach Jahren	Schwellen	
		Nässe	Trockenheit	an der Luft	von der Luft abgeschl.	geschützt	nicht geschützt			
Fichte . .	50	60	900	45	20	50—75	40—70	10	im Splint	5—6
Tanne . .	ziemlich groß	70	900	50	25	ziemlich	groß	10		5—6
Lärche . .	80	600	1800	90	150	90—95	40—85	—	im Splint	9—10
Kiefer . .	80	500	1000	80	120	90—95	40—85	10		7—8
Stieleiche .	200	700	1800	120	200	100	100	10	im Splint	14—16
Trauben- eiche . .	100	—	—	—	—	100	100	10		14—16
Rotbuche .		10	800	20	5	15—95	10—60	5	an der Erde	2—5—3
Weißbuche	70—100	750	1000	80	130	15—95	10—60	5		2—5—3
Ulme . . .	90	1000	1500	100	180	80—100	60—90	8	an der Erde	—
Esche . .	unhaltbar	10	500	20	3	30—95	15—64	8		2
Ahorn . .	„	20	1000	10	5	ziemlich	sehr	5—8	an der Erde	—
Birke . . .	„	10	500	5	3	groß	gering	5—8		—
Erle . . .	100	80	400	5	2	25—38	20—40	5	an der Erde	—
Linde . . .	unhaltbar	—	—	—	—	ziemlich	sehr	5		—
Pappel . .	„	10	500	3	1	groß	gering	5	an der Erde	—
Weide . .	„	20	600	5	4	25—35	20—40	5		—
						35—40	30	—		—

1) Nach Nördlinger und Pfeil, 2) nach Mothe, 3) nach Hartig.

\*) Als Bauteile.

## § 11. Kennzeichen guten Bauholzes.

Gutes Bauholz muß sein:

a) möglichst trocken, weil saftreiches Holz zu stark schwindet und leicht zu Grunde geht;

b) gerade gewachsen;

c) vollkommen gesund, frei von morschen, verfaulten Teilen.

Krankheiten am lebenden Baume:

a) Rostfäule: das kranke Holz wird rot bis braun und geht schließlich in eine leicht zerreibliche Masse über. Je nach dem Sitze der Krankheit: Kern-, Splint- oder Astfäule.

b) Weißfäule: das kranke Holz wird weiß und zerfällt. Sitz der Krankheit: Stammachse.

e) Ringfäule: die Jahresringe nehmen eine hellere Farbe an. Das kranke Holz saugt gierig Wasser auf; beim Austrocknen entstehen Risse in der Richtung der Jahresringe.

d) Brand: Absterben des Holzes von außen infolge Verletzung der Rinde.

e) Krebs oder Kropf: Aussackung des Holzes und der Rinde am Ansatz der Äste an den Stamm.

f) Frostrisse oder Eisklüfte: Risse, die sich radial nach außen erweitern.

g) Waldrisse oder Spiegelklüfte: erweitern sich nach innen.

h) Drehwuchs: die Fasern haben die Gestalt von Schraubenlinien; schwer zu bearbeiten, geringe Festigkeit.

#### Kennzeichen guten Holzes:

- a) heller Klang beim Anschlagen;
- b) reine, rißfreie, fleckenlose Rinde;
- c) lebhaftes Grün der Blätter;
- d) reine Farbe;
- e) gleichmäßige Jahresringe;
- f) frischer Geruch;
- g) Fehlen von Rissen und Springen.

#### Schlechte Zeichen:

- a) wesentliches Abweichen der Farbe von der gewöhnlichen;
- b) riß- und spaltenreiche Rinde;
- c) stark mit Schwämmen, Moos und Flechten bedeckte Rinde;
- d) abgestorbene Wurzeln oder Wipfel.

Ein Holz, dessen Jahresringe gleichmäßig ausgebildet sind, ist besser als eines mit bald schmalen, bald breiten Ringen.

Bei einem Baume, der sich noch im Wachsen befindet, ist das Holz an der Wurzel und im Kern besser als am Wipfel und im Splint. Ist der Baum aber „überständig“, d. h. hat er die Reife schon überschritten, so haben Wipfel und Splint festeres Holz.

Einzeln stehende Bäume haben festeres und dauerhafteres Holz als Waldbäume. Bäume, die auf hartem trockenem Boden wachsen, haben härteres Holz als solche auf fettem feuchten Boden.

## § 12. Fällen der Bäume.

Während einerseits die Ansicht herrscht, daß das im Winter gefällte Holz stets dauerhafter ist als das im Sommer geschlagene, wird andererseits wieder behauptet, daß die Fällzeit diesen Einfluß nicht ausübt, und von dritter Seite, daß für Laubholz die Fällzeit belanglos sei, daß aber im Winter geschlagenes Nadelholz eine größere Dauer besitzt.

Wenn das Holz lange Zeit unter der Rinde im Walde liegen bleiben muß, oder wenn es leicht erstickt (Esche, Ahorn usw.), dann soll man es im Winter fällen.

Als geeignetste Fällzeit gelten von jeher die Wintermonate, November bis Februar, namentlich Mitte Dezember bis Mitte Jänner, hauptsächlich darum, weil zu dieser Zeit die Arbeitskräfte am leichtesten und billigsten zu bekommen sind.

Laubholz wird gleich nach dem Fällen „bewaldrechtet“, d. h. entästet und entrindet. Beim Nadelholz läßt man die Rinde noch einige Zeit am Stamm, um ein Ausrinnen des Harzes zu verhindern.

## § 13. Bauhölzer.

*Holzsortimente. \*)*

### I. Unbearbeitetes Bauholz.

Rundholz: von den Ästen und Wurzeln befreite und entrindete Stämme.

R u n d h o l z	Stärke am Zopfende	Länge
Außergewöhnlich starkes (übergroßes) . . . . .	über 35 cm	über 14 m
Gewöhnlich starkes (griffiges) . . . . .	25—35 cm	12—14 m
Mittelbauholz (Riegelholz) . . . . .	20—25 cm	9—12 m
Kleinbauholz (Sparrholz) . . . . .	15—20 cm	9—11 m
Bohlstämmen . . . . .	13—15 cm	7—9 m
Lattstämmen . . . . .	8—13 cm	7—9 m
Sägeblöcke (Sägeklötze) . . . . .	35—50 cm	8 m

Schalholz: schwaches, mit der Axt kreuzweise in vier Teile gespaltenes Rundholz.

Marktgrößen des Rundholzes für Wien:

Durchmesser  $D = 15—50$  cm

Zunahme  $\Delta D = 5$  cm.

### II. Bearbeitetes Bauholz.

#### 1. Kantholz oder Verbandholz.

Wenn man aus einem Stamm schneidet:

- 1 Balken, so ergibt sich: Ganzholz (Fig. 5),
- 2 „ „ „ „ Halbholz (Fig. 6),
- 3 „ „ „ „ Kreuzholz (Fig. 7).

Fig. 5.



Fig. 6.

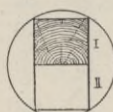


Fig. 7.



\*) 1 Festmeter = 1 m<sup>3</sup> feste Holzmasse,

1 Raummeter = 1 m<sup>3</sup> geschichtete Holzmasse.

Übliche Abmessungen des Kantholzes für Wien:

Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe
5 <i>cm</i>	5 <i>cm</i>	16 <i>cm</i>	16 <i>cm</i>	27 <i>cm</i>	27 <i>cm</i>
	8		19		30
6	6	17	17	28	28
	8		20		31
7	7	18	18	29	29
	9		21		32
8	8	19	19	30	30
	10		22		34
9	9	20	20	31	31
	12		23		35
10	10	21	21	32	32
	13		24		36
11	11	22	22	33	33
	14		25		37
12	12	23	23	34	34
	15		26		38
13	13	24	24	35	35
	16		27		39
14	14	25	25	36	36
	17		28		40
15	15	26	26	40	40
	18		29		

Normalien des Innungsverbandes  
deutscher Baugewerksmeister:

Breite	Höhe	Breite	Höhe
8 <i>cm</i>	8 <i>cm</i>	18 <i>cm</i>	18 <i>cm</i>
	10		20
10	10	20	22
	12		24
12	14	20	20
	12		22
14	14	22	24
	16		26
14	14	22	28
	16		24
16	18	26	26
	20		30
16	16	26	26
	18		28
16	20	28	28
	22		30

Günstigster Balkenquerschnitt (falls  $b$  die Breite u.  $h$  die Höhe bedeuten):

a) für größte Tragfähigkeit  $b : h = 1 : \sqrt{2}$   $b \cong 0.7 h$ ;

b) für größte Steifigkeit  $b : h = 4 : 7$ .

## 2. Schnittholz.

Länge = 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8 m.

a) Bretter (Laden, Dielen, Borde).

Bretter	Dicke	Breite
Fournierbretter	0.5 cm	10 cm
	1.0	15
		10
		15
Kistenbretter	1.5	25
		10
		15
	2.0	25
15		
25		
Schalbretter	2.5	30
		15
		30
Tischlerladen	3.0	30
		30
Falzbretter	3.5	30
	4.0	30
	4.5	30
	3.5	25—30
Sturzbodenbretter	3.0	25—30
Blindbodenbretter	2.5	15—25
Schalbretter	2.5	15—20
Stukkatur-Schalbretter	2.0	

Riemen: Breite  $< 15$  cm.

b) Pfosten oder Bohlen.

Breite = 30 (25—35) cm,

Dicke  $d = 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15$  cm.

c) Latten.

Länge = 3—5 m.

Latten	Dicke	Breite
Schindellatten	2 cm	2 cm
		3
		4
Ziegellatten	3	3
		4
		5
Dachlatten	4	4
		5

#### 4. Spaltholz,

vorzugsweise Schindel:	10 cm breit,	40—60 cm lang,	$1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ cm dick,
Scharschindeln:	12—18 " "	40—45 " "	" "
Legschindeln:	18—30 " "	90 " "	" "

### § 14. Verwendung der Hölzer für Bauzwecke.

Holz eignet sich:

- für Bauten, die möglichst rasch ausgeführt werden sollen,
- die nur für eine kurze Dauer bestimmt sind,
- wenn die Baukosten möglichst niedrig sein sollen,
- wenn eine große Feuersicherheit nicht gefordert wird.

Aus den Konstruktionen des Aufbaues wird das Holz immer mehr verdrängt, namentlich wegen seiner Feueregefährlichkeit. Am häufigsten verwendet man es noch bei den Dachstühlen, immer weniger für Decken und nur in untergeordneter Weise zu Wänden. Für den inneren Ausbau hat es dagegen eine hervorragende Bedeutung.

#### 1. Nadelholz

ist sehr elastisch, geradwüchsiger, astreiner, leichter, weicher, läßt sich leichter bearbeiten, kann in größeren Längen bezogen werden †), verjüngt sich weniger gegen den Wipfel als Laubholz †).

Die Fichte ist von großer Bedeutung für das Bauwesen. Man verwendet sie für: Tischlerarbeiten, Türstöcke, Türflügel, Fußböden usw.; Balken, Sparren, Ständer.

Die Tanne eignet sich wegen ihrer großen Elastizität und wegen des geringen spezifischen Gewichtes für: Balken, Sparren, Träger; wegen der schönen weißen Farbe, da sie nur wenig Äste hat und sich nicht stark wirft, für: Fußböden, Dachlatten, Tischlerarbeiten; weil sie leicht zu spalten ist, für Schindel.

Die Lärche gibt das beste Holz neben der Eiche; es ist sehr fest, sehr elastisch und leicht spaltbar. Man verwendet es für: Wasser- und Grundbauten; Balken, Träger, Schwellen, Rastschließen, Fenster, Türen, Schindel.

Föhre oder Kiefer: da sie härter und minder elastisch ist als die Fichte oder Tanne, ist sie weniger geeignet für Träger; wegen des Geruches, und weil sie sich nicht glatt hobeln läßt, ist sie für Tischlerarbeiten nicht beliebt. Dagegen eignet sie sich für Konstruktionen, die abwechselnd der Trockenheit und der Nässe ausgesetzt sind: Grundpfähle, Roste, Fensterstöcke, Brunnenröhren, Abortschläuche usw.

Zirbelkiefer verwendet man zu Möbeln für selten bewohnte Räume (Villen, Jagdschlösser u. dgl.), weil der starke Geruch Würmer und Ungeziefer nicht aufkommen läßt.

Pitch pine\*) und Yellow pine\*\*) geben einen gleichwertigen Ersatz für Eichenholz.

\*) englisch; sprich: pitsch pein.

\*\*) " " jellou pein.

†) Siehe S. 5.

Pitch pine bietet einen großen Widerstand gegen Feuchtigkeit, hat aber kein hübsches Aussehen.

Yellow pine verwendet man für: Türen, Fenster, Fußböden, äußere Verschalungen.

## 2. Laubholz

ist härter als Nadelholz, daher polierbar.

Die Eiche gibt das beste, stärkste, dauerhafteste Bauholz; es ist sehr hart, sehr fest, sehr zäh und biegsam, aber sehr schwer und teuer; nur schwer zu spalten, aber gut zu bearbeiten, quillt und schwindet wenig, wird aber leicht rissig und wurmstichig. Man muß es gut austrocknen, da es sonst reißt und sich wirft. Wegen seiner geringen Elastizität ist es weniger geeignet für Träger als für Stützen; wegen des hohen spezifischen Gewichtes empfiehlt es sich nicht für horizontale Träger.

Verwendung: Wasserbauten, Pfähle, Roste, Ständer, Schindel, Parketten, Stiegenstufen, Fourniere, Möbel, Schwellen.

Die Rotbuche wirft sich, den Witterungseinflüssen ausgesetzt, sehr leicht, wird wurmstichig, fault und stockt leicht. Verwendung: Zimmermannsarbeiten unter Wasser, Treppen, Fußböden, Verschalungen, Möbel.

Die Weißbuche ist wenig geeignet für das Bauwesen.

Die Schwarzerle wirft sich leicht und ist stark dem Wurmfraße ausgesetzt; sie eignet sich nicht für Konstruktionen im Trockenem, wohl aber im Wasserbau.

Die Weißerle ist fester, aber minder dauerhaft als die Schwarzerle und namentlich für Tischler- und Drechslerarbeiten geeignet.

Die Esche verwendet man für: Bretter, Möbel, Fourniere.

Die Pappel ist weich, zähe, wirft sich wenig. Sie eignet sich für: Fußböden, Drechsler- und Schnitzerarbeiten.

Die Ulme ist zu teuer für Hochbauten.

Die Linde hat ein weiches, weißes Holz. Man verwendet sie für Bildhauerarbeiten.

Nußholz eignet sich für feine Tischlerarbeiten,

Mahagoni für Luxusarbeiten.

§ 15. Spezifisches Gewicht in  $kg/m^3$ .

Holzart	A	Grün (1)	Lufttrocken (2)	Gedarrt (3)
Ahorn . . . . .		830—1050 (890)	530—810 (700)	605—620
Akazie . . . . .		750—1000	580—850	
Apfel . . . . .		950—1260	660—840	
Birke . . . . .		750—1090	510—850 (790)	590—610
Birn . . . . .		960—1070 (950)	610—730	
Buche { Rotbuche		960—1070		
{ Weißbuche				
Buchs . . . . .		1200—1260	910—1160	
Ebenholz . . . . .			1260	
Eberesche . . . . .		870—1130 (850)	690—890 (960)	
Eiche . . . . .	800	930—1280 (970)	690—1030 (920)	
Steineiche . . . . .				
Stieleiche . . . . .				
Traubeneiche . . . . .				
Erle . . . . .		610—1010	420—680	420—430
Esche . . . . .		700—1140	540—940	610—620
Fichte (Rottanne)	500	400—1070 (890)	350—600 (430)	420—445
Guajak . . . . .			1170—1390	
Hickory . . . . .			600—900	
Kiefer (Föhre) . . . . .	600	380—1080 (910)	310—830 (610)	475—495
Kirsche . . . . .		1050—1180	760—840	
Lärche . . . . .	650	520—1000 (810)	440—800 (500)	
Linde . . . . .		580—880	320—600	
Mahagoni . . . . .			560—1060	
Nuß . . . . .		910—920	600—810	
Pappel . . . . .		610—1100 (390)	350—700 (390)	
Pechkiefer . . . . .				
Pitch pine . . . . .			780—1030	
Yellow pine . . . . .			680	
Pflaume . . . . .		870—1170	680—900	
Roßkastanie . . . . .			580	
Rotbuche . . . . .	750	850—1120	590—910	555—570
Steineiche . . . . .			710—1070	
Stieleiche . . . . .	800	870—1280	530—1030	630—645
Tanne (Weißtanne)	550	770—1230 (890)	370—750 (600)	490—505
Traubeneiche . . . . .	800	870—1160	530—960	660—675
Ulme (Rüster) . . . . .		730—1180	560—850	510—520
Weide . . . . .		790	490—590	
Weißbuche . . . . .	750	920—1250	620—820	685—700
Zeder . . . . .			570	

A: Nach den Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines bei statischen Berechnungen einzusetzen.

(1) . . . bei 45% Wassergehalt,

(2) . . . bei 10—15% Wassergehalt,

(3) . . . unter 110° C künstlich getrocknet (gedarrt).



## § 16. Elastizität.\*\*)

Holzgattung	Elastizitätsmodul ( $kg/cm^2$ ) für eine Beanspruchung auf:			Druck A	Biegung	Ab- sicherung	Elastizitätsgrenze ( $kg/cm^2$ ) bei einer Beanspruchung auf:			Verlängerung an der Elastizitäts- grenze
	Zug						Zug	Druck	Bie- gung	
	A	B	C							
Fichte . . . . .	92000 (16) 90580 61000 (1) 123000 (2) 139650	9450	3410	99000 (19) 13460 89000 (1) 109000 (2) 172350	111000 (29) 70770		209	{ 150* 180	{ 230* 130	1 470
Tanne . . . . .					75545		235	190	143	1 500
Lärche . . . . .	126200			43450	68420		172	240	157	1 510
Kiefer . . . . .	90000 (13) 120000 54000 (1) 127000 (4) 10800			96000 (18) 66100 84000 (1) 108000 (2) 103600	108000 (23) 61740	7000	170	{ 155* 260	{ 200* 197	
Eiche . . . . .	103000			125000	100000 (24) 73500	8000	475*	150*	215*	1 430
Stieleiche . . . . .	103000	18870	12900	93300	62000		350	220	271	
Traubeneiche . . . . .	180000	82600	15930	169000	128000 (17)		282	209	177	1
Rotbuche . . . . .	148000	26970		174300	97600	12000	{ 580* 245	{ 100* 249	{ 240* 198	570
Buche . . . . .	92100	12000		92100						1 414
Ulm . . . . .	132500	12260	6340	103300	64700	--	147	155	156	
Esche . . . . .	112140	11130	102	98500	--	--	203	--	--	1 385

A: || Faser — B: ⊥ Faser und || Halbmesser — C: ⊥ Faser ⊥ und Halbmesser.

Frisch gefälltes junges Holz hat die größte Biegsamkeit. Durch Wasserdampf erweichtes Holz läßt sich beliebig biegen (gebogene Möbel).

\*) Proportionalitätsgrenze.

\*\*) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten den Feuchtigkeitsgehalt. Die daneben stehenden Angaben sind nach Bauschinger und Tetmajer.

### § 17. Festigkeit an der Bruchgrenze in $kg/cm^2$ .

Holzartung	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit			Biegungsfestigkeit	Scherfestigkeit		Torsionsfestigkeit		
	A	B	A	B	C		A	B	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Fichte . . . . .	750 (16)		245 (19)		2	420 (29)		40 (38*)	260	1800	1800
Tanne . . . . .	746—867		296—448		2	744		42—50	273	240	
Lärche . . . . .	111—1048	12—41	425		2	566		42—50	246	2000	2000
Kiefer . . . . .	941—1390		625		2	663		43—60	210	280	2800
	790 (13)	15—59	280 (18)		2	470 (23)		45 (25*)			3000
	144—1278		444			623		31—60			
Pitch pine . . . . .	738—843					477			305—403		
Eiche . . . . .	965		345		$\frac{3}{2}$	600 (24)		75*)	349	A:    Faser	
Stieleiche . . . . .	223—1451	44—61	511	350	$\frac{3}{2}$	800		61—98	190	B: ⊥ Faser	
Trabeneiche . . . . .	223—1451	65—122	258		$\frac{3}{2}$	800		61—98		B <sub>1</sub> : ⊥ Faser und	
Buche . . . . .	1340		320	350	$\frac{5}{3}$	676 (17)		85*)	391	Halbmesser,	
Rotbuche . . . . .	111—1527	34—37	612		$\frac{5}{3}$	971		65—81		B <sub>2</sub> : ⊥ Faser und ⊥	
Weißbuche . . . . .						1400		85—95	269	Halbmesser	
Ulm . . . . .	182—1040	22—41	439	350	$\frac{5}{3}$	826		60—65		C: Verhältnis der	
Esche . . . . .	522—1210	21—1	439			922		60—65		Zugfestigkeit zur	
Ahorn . . . . .	291—1286	37—72				780—1040		60—65		Druckfestigkeit;	
Birke . . . . .	318—648	62—106				875		60—65		Druckfestigkeit;	
Erle . . . . .	314—460	17—33				770		62—65		Querschnitte,	
Linde . . . . .						775		40—60		Querschnitte,	
Pappel . . . . .	983					620—720				β) bei kreisförmigem	
Mittelwerte	820		410			α					
Nadelholz	965		487			615	β	46; 125*)			
Eiche						724	82; 125*)				

Bei Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes nimmt die Festigkeit ab. Durch Lagern wächst die Druckfestigkeit.

\*) Nach Winkler. -- \*\*) Für den ganzen Querschnitt; für das Kernholz allein 0.75 davon.

### § 18. Zulässige Inanspruchnahme.

Die Holzkonstruktionen werden mit 10facher Sicherheit ausgeführt.

Sicherheitsgrad:

	Zug	Druck
ruhende Belastung . . . .	6	4
provisorische Bauten . . . .	6	4
bewegte Lasten		
stofffrei . . . . .	7	5
mäßige Stöße . . . . .	8	6
heftige „ . . . . .	10	7

Holzgattung	Zulässige Inanspruchnahme in $kg/cm^2$ auf					Quelle
	Zug	Druck	Biegung	Schub		
					⊥	
Eiche . . . . .	100	70	100	15	30	Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines
Buche . . . . .						
Lärche . . . . .						
Kiefer . . . . .						
Tanne . . . . .	80	60	80	10	20	
Fichte . . . . .						
Esche . . . . .	100—120	66	—	—	—	*) Berliner Bau- polizei und Bau- abteilung des preu- bischen Ministe- riums der öffent- lichen Arbeiten das übrige: nach der „Hütte“
Eiche . . . . .	100*)	80*)	—	20	—	
Buche . . . . .						
desgleichen für Provisorien . . . . .	120	90	—	20	—	
Kiefer . . . . .	100*)	60*)	—	10	—	
desgleichen für Provisorien . . . . .	120	70	—	15	—	
Tanne . . . . .	60	50	—	—	—	

### § 19. Reibungskoeffizienten.

Reibende Körper	Gleitende Reibung			Anmerkung
	der Ruhe	der Be- wegung		
Eichenholz auf Eichenholz } . . . . .	0·62	0·48	1	1 trocken
	0·44	0·16	2	2 trockene Seife
desgleichen gekreuzt . . . . .	0·54	0·34	1	3 mit Wasser
	0·71	9·25	3	4 mit Talg
Holz auf Kies . . . . .	0·46			
Gußeisen auf Eiche    . . . . .	—	0·49	1	
	0·65	0·22	3	
Schmiedeseisen auf Eiche    } . . . . .	—	0·19	2	
	0·65	0·26	3	
	0·11	0·08	4	

## § 20. Holzverbände.

Die Stellen, mit denen die Hölzer aneinander stoßen, werden auf besondere Weise zugeschnitten. Dann fügt man die Hölzer mit den Ausschnitten ineinander. Das ist die eigentliche **Holzverbindung**, der **Holzverband**.

Je einfacher eine Holzverbindung ist, desto besser ist sie.

Meistens sichert man noch den Zusammenhalt durch: Holznägel (aus Eichenholz), eiserne Nägel, Schraubenbolzen, Klammern, Schienen, Bügel usw.

Die eisernen Zimmermannsklammern sind 20—40 *cm* lang, 0·8—1·0 *cm* dick und 2·6—3 *cm* breit und etwa 460 *g* schwer.

Drahtstifte: 0·9—2·3 *cm* lang, auch verzinkt und lackiert. In den Angaben Nr. *x* bedeutet 10 *x* die Dicke in *mm*.

Handgeschmiedete Nägel:

Sparren- oder Schiftnägel	12—30 <i>cm</i> lang,	1—1·2 <i>cm</i> dick.
Bohlennägel	9·6—11 " "	4—5 " "
Lattennägel	8·4—9·6 " "	" "
Halbe Nägel	7·2 " "	" "

### Dimensionierung.

Es bezeichnen:

*b* die Balkenbreite (*cm*)

*h* „ Balkenhöhe „

Zu Fig. 13:

*Z* sei der Zug im Balken (*kg*)

$$Z = b \delta k_d = 60 b \delta$$

$$Z = b a k_s = 10 b a$$

$$a = 6 \delta$$

Zu Fig. 53:

*v* in Fig. 53  $\geq$  *a* in Fig. 94.

Zu Fig. 70:

*P* sei der Druck im schiefen Balken (*kg*).

$$P \cos \beta = b \delta k_d = 60 b \delta$$

$$P \cos \beta = b a k_s = 10 b a$$

$$a = 6 \delta$$

$$\delta = \frac{P \cos \beta}{b k_d} = \frac{P \cos \beta}{60 b}$$

Zu Fig. 94:

$$P \cos \beta = \frac{b}{3} t k_d = 20 b t$$

$$P \cos \beta = \frac{b}{3} a k_s = \frac{10}{3} b a$$

$$a = 2 t$$

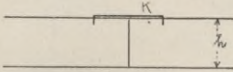
$$t = \frac{P \cos \beta}{20 b}$$

## I. Verlängerungen.

### 1. Stoß.

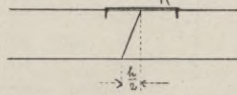
1 a. gerader oder stumpfer Stoß.

Fig. 8.



1 b. schräger Stoß.

Fig. 9.



Statt der Klammern (K) benützt man auch Flacheisenschienen mit Holzschrauben oder Schraubenbolzen.

### 2. Blatt- oder Überblattung.

2 a. gerades Blatt. (10, 11).

Fig. 10.

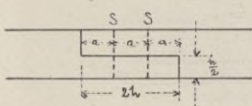
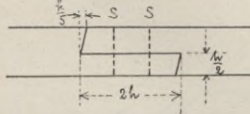
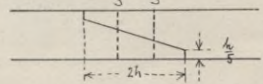


Fig. 11.



2 b. schiefes Blatt.

Fig. 12.

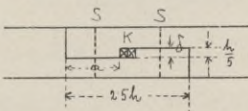


S Schraubenbolzen oder Holznägel.

### 3. Hakenblatt.

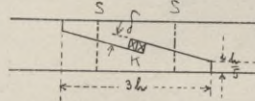
3 a. gerades Hakenblatt.

Fig. 13.



3 b. schiefes Hakenblatt.

Fig. 14.



K Keile aus hartem Holze, damit sich die Hirnhölzer der Haken nicht ineinander beißen.

### 4. Verlängerung durch Laschen.

Fig. 15.

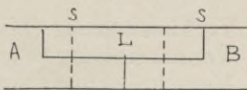


Fig. 16.

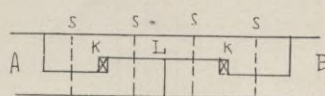


Fig. 17.

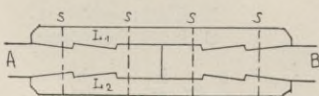
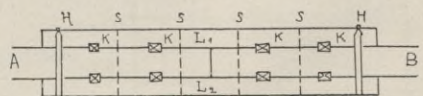


Fig. 18.



L (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>) Laschen — S Schraubenbolzen — K Keile — H Halse.



### IV. Kreuzungen.

#### 1. Kreuzung (36, 37).

Fig. 36.

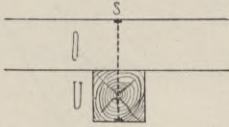
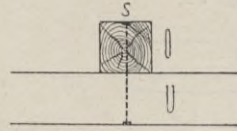


Fig. 37.



#### 2. Überschneidung (38, 39).

Fig. 38.

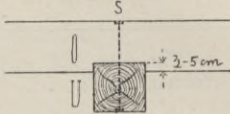
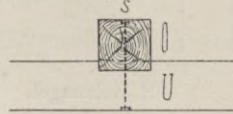


Fig. 39.



#### 3. Überblattung.

##### 3a. teilweise Überblattung (40, 41).

Fig. 40.

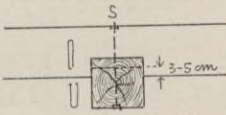
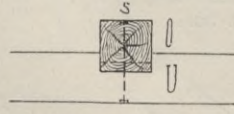


Fig. 41.



##### 3b. volle Überblattung (42, 43).

Fig. 42.

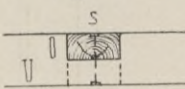
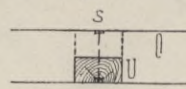


Fig. 43.



#### 4. Verkämmung.

##### 4a. einfache (44-47).

Fig. 44.

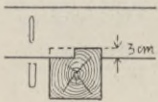
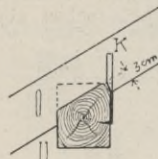


Fig. 46.



##### 4b. doppelte Verkämmung (48-51).

Fig. 48.

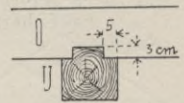


Fig. 45.  
Grundriß zu  
Fig. 44.

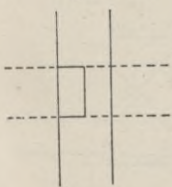


Fig. 47.  
einfacher als Fig. 46.

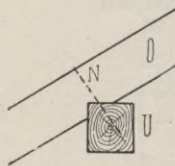
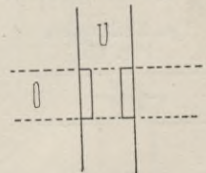
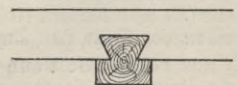


Fig. 49.  
Grundriß zu Fig. 48.



##### 4c. schwalbenschwanzförmige. Fig. 50.

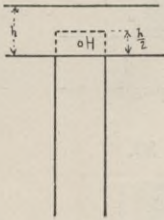


O Sparren } bei Dachstühlen  
 U Pfette }  
 N Zimmermannsnagel

### V. Abzweigungen.

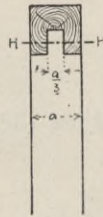
#### 1. Zapfen.

1 a. gewöhnliche Art (51, 52).  
Fig. 51.



H Holznagel.

Fig. 52.



1 b. Schrägzapfen (53, 54).  
Fig. 53.

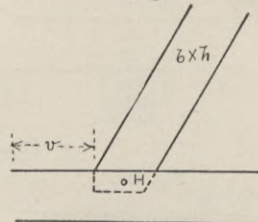
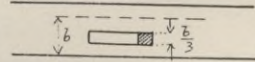
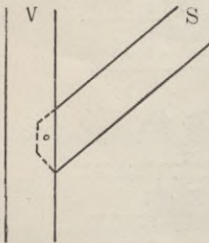


Fig. 54.  
Grundriß zu Fig. 53.



1 c. Jagzapfen.  
Fig. 55.



1 d. Schlitzzapfen (56, 57).  
Fig. 56.

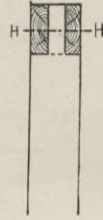
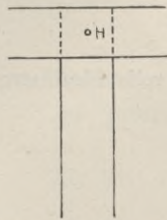


Fig. 55: Der schiefe Balken S (Bug) schließt oben an einem horizontalen mittels eines Schrägzapfens (Fig. 53) an. Der Anschluß an den vertikalen Balken V muß daher mittels des Jagzapfens erfolgen, dessen Vorderkante schief abgeschnitten ist, weil man sonst S nicht in V einbringen könnte.

1 e. Scherzapfen (58—60).  
Fig. 58.

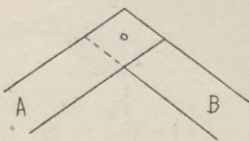


Fig. 59.

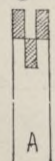
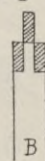
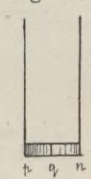
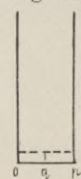


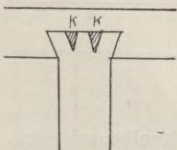
Fig. 60.



1 f. Kreuzzapfen (61—64).  
Fig. 61.



1 g. Keilzapfen.  
Fig. 65.



1 h. Blattzapfen  
Fig. 66.



Fig. 63.

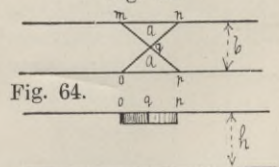


Fig. 64.

Fig. 65: Das Zapfenloch ist keilförmig gestaltet. Der ursprünglich rechteckige Zapfen erhält Keile (K) aus hartem Holz aufgesetzt. Wenn man den Zapfen in das Zapfenloch steckt, so treiben die Keile den Zapfen auseinander. Die Balken sind dann unlöslich verbunden.

Fig. 66: wenn der eine Balken wesentlich dicker ist als der andere.



1i. Brustzapfen (67, 68).

Fig. 67.

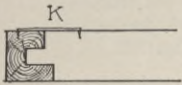
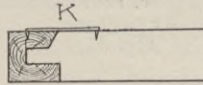


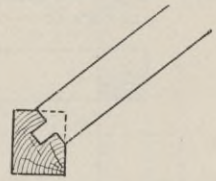
Fig. 68.



Für horizontale Balken.

1j. Schiefer Zapfen.

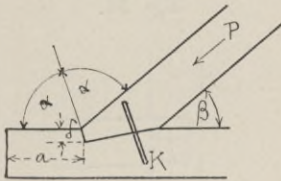
Fig. 69.



2. Versatzung- oder Einlassung.

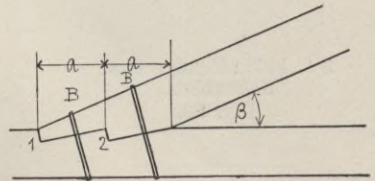
2a. einfache.

Fig. 70.



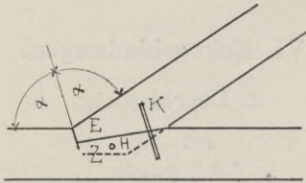
2b. doppelte: falls  $\beta$  sehr klein ist.

Fig. 71.



2c. Versatzung (E) mit Zapfen (Z).

Fig. 72.



K Klammern oder B Bügel.

2d. gerade Einlassung.

Fig. 73.

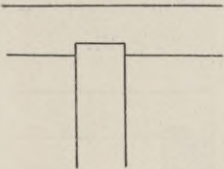
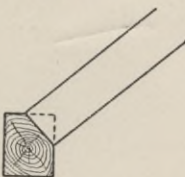
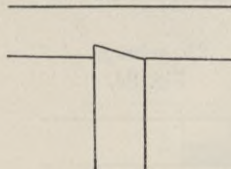


Fig. 76.



2e. schräge Einlassung.

Fig. 74.



2f. doppelte Einlassung.

Fig. 75.

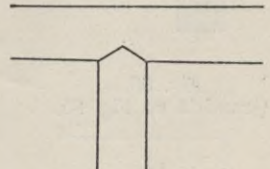
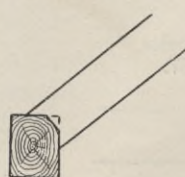
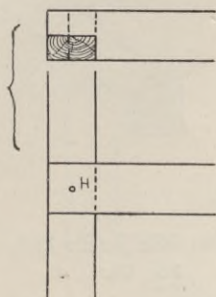


Fig. 77.

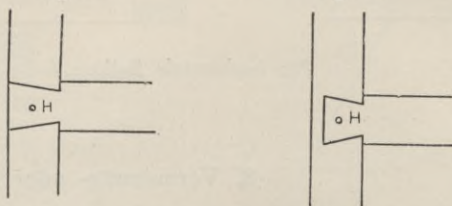


### 3 Überblattung oder Blatt.

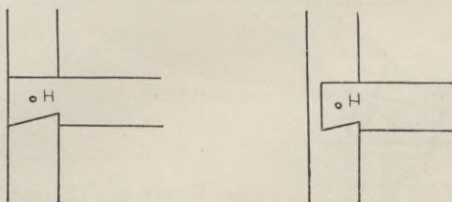
3 a. gerade, ganze.  
Fig. 78.



3 c. schwalbenschwanzförmige (81, 82).  
3 c a. ganze. Fig. 81.  
3 c b. halbe. Fig. 82.

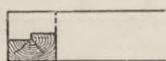


3 d. weißschwanzförmige (83, 84).  
3 d a. ganze. Fig. 83.  
3 d b. halbe. Fig. 84.



H Holznägel.

3 b. hakenförmige oder  
Hakenblatt.  
Fig. 80.



### VI. Eckverbindungen.

#### 1. Überschneidung.

(85—87).

1 a. einfache (85, 86).  
Fig. 85.

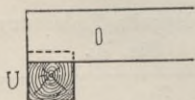
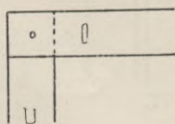
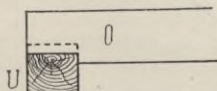


Fig. 86.  
Grundriß zu Fig. 85.



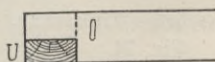
1 b. doppelte.  
Fig. 87.



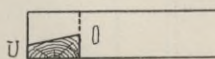
#### 2. Überblattung.

(88—90).

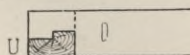
2 a. gerade.  
Fig. 88.



2 b. schräge.  
Fig. 89.

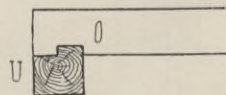


2 c. Hakenblatt.  
Fig. 90.



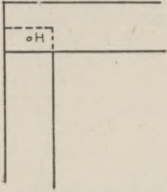
#### 3. Verkämmung oder Kamm.

Fig. 91.

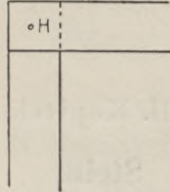


4. Zapfen.

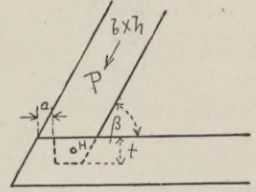
4a. gewöhnlicher Zapfen.  
Fig. 92.



4b. Schlitzzapfen.  
Fig. 93.

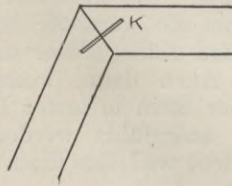


4c. zurückgesetzter Zapfen.  
Fig. 94.



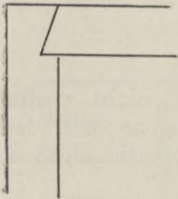
5. Stumpfer Stoß.

Fig. 95.

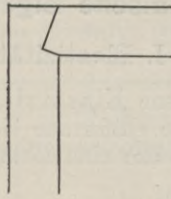


6. Einlassung oder Versatzung.

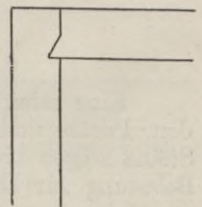
6a. ganze.  
Fig. 96.



6b. ganze.  
Fig. 97.



6c. halbe.  
Fig. 98.



### III. Kapitel.

## Stein.

Die hervorragende Rolle, die der Stein im Bauwesen spielt, ist dadurch begründet, daß er allen Anforderungen, die an einen guten Baustoff gestellt werden, entsprechen kann. Denn die Dauer, welche Bauten aus guten natürlichen Steinen erreichen können, ist schier unbegrenzt, da deren Widerstandsfähigkeit gegen die verderblichen Einflüsse der Witterung und der Luft, gegen Hitze und Kälte, Feuer und Wasser usw. viel größer ist als bei Eisen und Holz. Auch dann, wenn eine große Tragfähigkeit gefordert wird, steht der Stein in erster Linie, und falls ein Gebäude in monumentaler Weise ausgeführt werden soll, so wird man auch heute sich des Steines bedienen, weil das Eisen nur unter bestimmten Verhältnissen einen Ersatz bietet.

#### I. Abteilung:

#### *Natürliche Steine.*

### § 1. Technische Eigenschaften.

#### I. Elastizität.

Eine scharf ausgesprochene Elastizitätsgrenze ist nicht vorhanden. Poröse und weiche Steine entformen sich leicht; homogene und feste Steine zeigen bis zur Bruchgrenze eine ziemlich genaue Proportionalität der Belastung zur Deformation.

#### Elastizitätsmodul ( $kg/cm^2$ ):

Granit . . . . .	300000
„ mittelkörnig . . . . .	225000—454000
„ feinkörnig . . . . .	270000—510000
Kalkstein, dichter . . . . .	120000—288000
Dolomit . . . . .	350000
Weißer Marmor . . . . .	400000—560000
Karststein . . . . .	170000
Kaiserstein von Sommerein . . . . .	119700, 41160*)
Sandstein . . . . .	205800, 47760*)
„ von Rekawinkel bei Wien . . . . .	82000—378000
„ Pirna . . . . .	32600
Brauner Portland-Sandstein . . . . .	58000
Weißer „ „ . . . . .	36000
„ „ „ . . . . .	45000—70000

\*) Gleitmodul.

Nach Bach ist, wenn  $l$  die ursprüngliche Länge,  $\Delta l$  die Längenänderung,  $E$  den Elastizitätsmodul ( $kg/cm^2$ ) und  $\sigma$  die Spannung ( $kg/cm^2$ ) bedeuten.

$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \sigma^n$	Granit, Druck	$E = 240000$	$n = 1.40$
		$250000$	$1.132$
	„ Zug	$= 300000$	$1.12$
		$235000$	$1.374$

## II. Festigkeit.

Während die Druckfestigkeit der natürlichen Steine sehr groß ist, können sie beträchtliche Beanspruchungen auf Zug, Biegung oder Abscherung nicht aufnehmen. Man muß daher die Steinbauten so anlegen, daß vorzugsweise nur Inanspruchnahmen auf Druck erfolgen und solche auf Biegung nur dann, wenn besondere Verhältnisse dazu drängen (Podest, Balkonplatten, Stiegenstufen u. dgl.). Eine Beanspruchung auf Zug oder auf Abscherung kommt nur sehr selten und bloß ausnahmsweise vor.

### 1. Festigkeit natürlicher Steine.

Es bedeuten:

$K_d$ die Druckfestigkeit	}	an der Bruchgrenze ( $kg/cm^2$ )
$K_z$ „ Zug-		
$K_b$ „ Biegungs-		
$K_s$ „ Scher-		
$\gamma$ das spezifische Gewicht ( $kg/m^3$ ).		

Gestein	$K_d$ <sup>1)</sup>		$K_z$ <sup>2)</sup>		$K_b$ <sup>2)</sup>		$K_s$	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Quarzit	665—1772	1300						
Gips	50—70	60						
Körnig-kristallinischer Kalk (Marmor)	440—1125 795—1161	650 949*	30—66	56	69—198	150*	52—107	62 79*
Dichter Kalk	390—1915	1003*	30—103	61*	52—210	116*	40—122	83*
Poröser Kalk	65—241	159*	5—28	17*	18—53	35*	15—48	29*
Muschelkalk	412—1600	700		27*			47—65	60
Liaskalk	600—1200	900						
Kohlenkalk		450			45—100	70		
Deutscher Oolithkalk	270—1368	820						
Französischer Oolithkalk		350						
Rogenstein	300—400	450						
Konglomerat	283—1004	618*	26—62	44*	47—129	80*	50—84	65*
Jurakalk	624—986	800					67—100	80
Grobkalk	65—1115	590						
Dolomit	450—1300	870	10—36	20	65—180	120	48—90	75
Hornblende		740						

Gestein	K <sub>d</sub> <sup>1)</sup>		K <sub>z</sub> <sup>2)</sup>		K <sub>b</sub> <sup>2)</sup>		K <sub>s</sub>	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Serpentin	800—2000	840	19—45	30	76—210	140	28—127	80
Granit	460—2348 1232—2021	1600 1581*)	25—81	46*)	101—242	158*)	93—195	127*)
Granitporphyr	{ 1000—2600 525—2700 1344—2326	1670 1835*)	51—70	61*)	161—220	191*)	81—159	120*) 165
Syenit	{ 800—2000 773—2880	1300		50				94
Diorit	{ 800—2000 733—2780	2000		50				
Diabas	—2757	1900						
Melaphyr	628—1760	1200						
Gabbro	690—2356	1940						
Gneis	870—2840	1700				256		
Glimmerschiefer	780—1040	910			100—120	118	20—30	28
Trachyt	{ 500—1000 380—1542	1300						
Bimsstein		42						
Dolerit	343—1282	813			130—294	200		
Basalt	1000—3700	2350						
Basaltlava	{ 500 160—670	500						
Chloritschiefer		760						
Lenneschiefer	1534—1980	1750	7—101	23*)	23—215	69*)	23—168	64*)
Tonschiefer	628—953	790						
Sandstein	291—1839	990*)						
Grauwacken- sandstein	{ 500—1500 608—3000	1800						
Kohlensand- stein	{ 500—1800 467—1211	620						
Dyassandstein		349						
Buntsandstein	190—1445	630	16—37·5	22	32—115	70	10—100	50
Keupersandstein	{ 700—1800 137—1821	650	4—6	5		30	13—75	40
Jurasandstein	295—1318	700						
Wealdensandst.	522—753	640						
Quadersandstein	{ 300—1000 97—1415	520						
Grünsandstein	188—524	495	12·5—17	15	45—75	60	17—32	25
Hilssandstein		722						
Molassesandst.	510—1470	990			24—87	56	20—150	80
Porphyrtuff		350						
Kalktuff		300				95	30—36	33
Bimssteintuff	60—140	100						
Leucittuff		150						

<sup>1)</sup> Siehe auch Seite 27—40.

<sup>2)</sup> " " " 41.

## 2. Druckfestigkeit.

Gestein	Fundort	$\gamma$	$K_a$
Granit . . . . .	Neuhaus . . . . .	—	1160
	Mauthausen . . . . .	—	650—1750
	Hennberg . . . . .	—	1169
	Riedbach . . . . .	—	1770
	Nabburg . . . . .	—	1500
	Reuth . . . . .	—	1600
	Schwarzwald . . . . .	—	1400
	Blauberg, Fichtelge- birge . . . . .	—	1200
	Bornstein, Fichtelge- birge . . . . .	—	1970
	Egg, Fichtelgebirge .	—	1400—1600
	Selb, „	—	1894
	Oberstreit, Schlesien.	—	1755
	Strehlen, „	—	2348
	Striegau, „	—	1800—1900
	Auritz, Sachsen . . .	—	1800
	Demitz, „	—	881—1377
	Häslach . . . . .	—	1227
	Kamenz . . . . .	—	1589
	Meißen . . . . .	—	1650—1750
	Lucsivna, Ungarn . .	—	1223
Schweden . . . . .	—	1500—2000	
Syenit . . . . .	Sachsen . . . . .	2660	1200
	Bayern . . . . .	2800—3060	1500
Diorit . . . . .	Marienbad . . . . .	2850	2780
	Steinburg . . . . .	2800	1580—1730
	Fichtelberg . . . . .	2970	2080
	Taubenheim, Sachsen	2640	1394
	Spremberg . . . . .	2640	1394
	St. Wedel bei Trier	—	1122
Gabbro . . . . .	Nonndorf . . . . .	2700	2356
	Harzburg . . . . .	3020	1764—1813
Porphyry . . . . .	Bozen . . . . .	—	2084
	Elbingerode . . . . .	—	2400
	Löbejün, Preußen . .	2440	1958
	St. Quenast . . . . .	2730	525
Phorphyrtuff . . . .	Rochlitz, Sachsen . .	1900	200
Quarztrachyt . . . .	Ungarn . . . . .	2300	1542
Trachyt . . . . .	Stenzelberg . . . . .	2250	930
	Eperies, Ungarn . . .	—	442
Dolerit . . . . .	Lollar . . . . .	2560	343
Basalt . . . . .	Neustadt a. S. . . . .	—	3700
	S. Auvergne . . . . .	—	2078
Basaltlava . . . . .	Königswinter . . . .	—	552
Augit . . . . .	Dietesheim . . . . .	2900	2160
Gneis . . . . .	Bensheim . . . . .	2840	2027

Gestein	Fundort	$\gamma$	$K_d$
Grauwacke . . . . .	Goslar . . . . .	—	980
	Beyenburg . . . . .	—	{ 1650    1459
Lenneschiefer . . . . .	Ülfetal . . . . .	—	{ 1534    1980
	Untersberg, Mittel- bruch . . . . .	}	800—1200
Marmor . . . . .	Untersberg, Hofbruch Neubru ch		
	Karst . . . . .	2580	510
	Carrara . . . . .	2700	267
	„ blanc clair	—	600—1000
	St. Béat. . . . .	—	641
	bleu belge . . . . .	—	800—1000
	Bardiglio, bleu turque	—	600—800
Dolomit. . . . .	Buchberg . . . . .	2900	1300
	Vorwohle . . . . .	2700	871
Kalkstein . . . . .	Wöllersdorf . . . . .	2420	790
	Brunn a. Steinfeld .	2330	106—595
	Kaisersteinbruch . .	2570	1115
	Zeindlerbruch . . . .	2330	152—778
	Sommerein . . . . .	2340	272—720
	Tenschlbruch . . . . .	2570	335—1115
	Mannersdorf . . . . .	2380	926
	Breitenbrunn . . . . .	1660	99
	Goißam Neusiedlersee	2000	135—274
	Margarethen . . . . .	1680	75—302
	Hundsheim . . . . .	2540	505
	Loretto . . . . .	1630	96
	Eggenburg-Zogels- dorf . . . . .	1700	67—302
	Oblopp . . . . .	2380	213—926
	Karst, Reppen-Tabor	2650	438
	„ St. Croce . . . . .	2650	510
	Randersacker bei Würzburg . . . . .	} 2330—2480	550
	Sommerrhausen bei Würzburg . . . . .		
	Kehlheim, Bayern . .	} 2200—2500	bis 790
	Kapfelberg . . . . .		
	Treuchtling bei Solen- hofen . . . . .	—	600—1000
	Rüdersdorf, Branden- burg . . . . .	—	250
Oolith . . . . .	Ilberstedt . . . . .	2690	1368
	Metz . . . . .	1911	270
Travertin . . . . .	Rom . . . . .	—	298
	Solenhofen . . . . .	—	300



Gestein	Fundort	$\gamma$	$K_d$
Muschelkalk . . . .	Rüdersdorf, Brandenburg . . . . .	2500—3000	471—523
	Marktbreit, Bayern . . . . .	2700	500
Sandstein . . . . .	roter, Pfalz . . . . .	—	800
	„ Main-Sandstein . . . . .	2000—2250	400—500
	Teutoburgerwald . . . . .	2224	722
	Nesselberg, Preußen . . . . .	3400	500
	Alt-Wartau, „ . . . . .	1960	400
	Wünschelberg, „ . . . . .	2240	576
	Friedersdorf, „ . . . . .	2350	1082
	Seeberg bei Cotta . . . . .	—	634
	Neulengbach b. Wien . . . . .	2280	492
	Karpathen . . . . .	—	118—651
	Obernkirchen . . . . .	2217	687
	Gernsbach . . . . .	2230—2350	760
	Wefensleben . . . . .	2052	293
Buntsandstein . . . .	Durlach . . . . .	2350	551—821
	Lahr . . . . .	2170—2200	674—733
	Wertheim . . . . .	2250	820
	Kronach, Bayern . . . . .	2010	414—444
	Lichtenau b. Ansbach . . . . .	—	200
	Miltenberg . . . . .	2070	940
	Danndorf . . . . .	2422	660—1253
	Emden . . . . .	2406—2423	787—826
	Trier . . . . .	2500	450—476
	Nebra . . . . .	—	369
	Solling, Braunschweig . . . . .	2460	557
	Udelfang . . . . .	—	476
Grünsandstein . . . .	Abbach . . . . .	2180—2240	367—524
Keupersandstein . . .	Baierfeld, Bayern . . . . .	1977	672
	Heilbronn . . . . .	1970—2170	633
	Kronach, Bayern . . . . .	2007	320
Kohlensandstein . . .	Lauterecken . . . . .	2117	707
	Wefensleben . . . . .	—	467
	Osterholz . . . . .	2217	687
Dyassandstein . . . .	Seehauben . . . . .	1924	349
Hilssandstein . . . .	Detmold . . . . .	2224	722
Quadersandstein . . .	Blankenburg . . . . .	2042	247—261
	Bunzlau . . . . .	1966	648
	Cudowa . . . . .	2329	1415
	Welschhuf, Sachsen . . . . .	2100—2401	330—370
	Pirna, „ . . . . .	2200	550
	Postelwitz, „ . . . . .	2330	500
	Dresden, „ . . . . .	2330	325
	Schöna, „ . . . . .	2230	325—370
	Pasta, Herrenhut . . . . .	2080—2200	550
	Cotta . . . . .	2200—2500	250—330
Liassandstein . . . .	Burg-Reppbach . . . . .	2030	758
	Seeberg . . . . .	—	634
Wealdensandstein . .	Springe . . . . .	2420	522—753

## 3. Druckfestigkeit von Bausteinen Österreichs.\*)

Gestein und Fundort	$\gamma$			$K_a$		
	Grenzen		Mittel	Grenzen		Mittel
Porphy . . . . .	2410	2680	2530	1040	2640	1700
Granit . . . . .	2630	2690	2660	1400	2100	1700
Mauthausener Granit . . . . .	2560	2800	2650	1300	2300	1600
Schlesischer „ . . . . .	2560	2740	2690	1400	2200	1600
Untersberger Marmor . . . . .	2660	2720	2690	1100	2200	1500
Karstmarmor . . . . .	2540	2700	2610	1100	2000	1400
Feinkörniger böhm.-mähr. Granit	2520	2650	2600	900	1600	1300
Wöllersdorfer . . . . .	2240	2650	2540	600	2100	1200
Schles. und galiz. Sandstein . . . . .	2130	2720	2450	380	2000	1200
St. Stefano . . . . .	2460	2540	2510	1030	1300	1150
Häuslinger . . . . .	2700	2720	2710	1000	1000	1000
Almaser . . . . .	1480	2660	2340	100	1900	1000
Mannersdorfer . . . . .	1710	2750	2440	150	1600	1000
Gr.-Höfleiner . . . . .	2100	2640	2450	700	1500	1000
Gmündner Granit . . . . .	2510	2670	2630	900	1300	1000
Carrara-Marmor . . . . .	2680	2750	2720	800	1200	1000
Schlesischer Marmor . . . . .	2650	2740	2720	750	1200	1000
Grisignana . . . . .	2390	2590	2480	640	1500	900
Wiener Sandstein . . . . .	2200	2610	2390	400	1500	900
Laaser Marmor . . . . .	2680	2770	2700	630	1100	850
Hundsheimer . . . . .	1480	2590	2520	400	1400	800
Kaiserstein . . . . .	1970	2660	2450	200	1800	800
Sommereiner . . . . .	2140	2670	2420	400	1400	800
Sterzinger Marmor . . . . .	2640	2740	2690	550	850	700
Oszloper . . . . .	1900	2580	2360	200	900	650
Lindabrunner . . . . .	2310	2600	2490	300	900	650
Wöllersdorfer Konglomerat . . . . .	2390	2630	2470	300	750	650
Marzano . . . . .	2240	2450	2350	400	850	600
Badner . . . . .	2260	2570	2500	500	700	600
Ternitzer Konglomerat . . . . .	2200	2520	2370	230	800	550
Mühlendorfer . . . . .	1960	2530	2330	200	900	500
Innsbrucker Konglomerat . . . . .	2230	2440	2340	270	660	450
Mähr.-Trübauer und Bräusauer Sandstein . . . . .	1640	2170	1950	211	614	450
Monoster . . . . .	2000	2270	2160	300	550	430
Hořicer Sandstein . . . . .	1780	2310	1950	180	640	370
Salzburger Konglomerat . . . . .	2020	2330	2540	220	580	350
Goyszer . . . . .	1890	2300	2140	200	350	270
Zogelsdorfer . . . . .	1770	2080	1920	130	300	200
Kroisbacher . . . . .	1740	1980	1850	160	280	200
Margarethner . . . . .	1460	2080	1710	25	360	100
Breitenbrunner . . . . .	1560	2220	1740	60	350	100
Stotzinger . . . . .	1590	2020	1830	60	200	100

\*) Nach Hanisch.

## 4. Zugfestigkeit.

Granit	40	kg/cm <sup>2</sup>
Kalkstein	40	„
Sandstein	20	„

Gestein	Fundort	K <sub>z</sub> *)	
		naß	trocken
Marmor . . . . .	Carrara . . . . .		56
Oolith . . . . .	Riva . . . . .	7	11
Kalk . . . . .	Savonnières . . . . .	4	8·8
Sandstein . . . . .	Velpk . . . . .	11	21·7
	Postelwitz . . . . .	3·5	6
	Cotta . . . . .	8·13	22·83
	Ummendorf . . . . .	4·7	7·6
	Miltenburg . . . . .	10·3	17·2

## 5. Biegezugfestigkeit und Abnutzung\*\*) von Bausteinen Österreichs\*\*\*).

Gestein und Fundort	K <sub>b</sub>	γ	Λ
Granite.			
Roggendorf bei Pulkau, N.-Ö. . . . .	242	2600	12
Skuč, Böhmen . . . . .	230	2690	10
Schwarzwasser, Schlesien . . . . .	177	2570	11
Krumau, Böhmen . . . . .	145	2610	11
Nondorf bei Gmünd, N.-Ö. . . . .	138	2600	12
Haugschlag, N.-Ö. . . . .	101	2600	13
Kalksteine.			
St. Stefano, Istrien . . . . .	210	2460	56
Laas, Tirol . . . . .	190	2710	64
Carrara, Italien . . . . .	170	2690	47
Nabresina, Küstenland . . . . .	170	2550	57
Grisignana, Istrien . . . . .	166	2470	56

\*) Nach Hauenschild.

\*\*) Vornehmlich für Stiegenstufen.

\*\*\*) Nach Hanisch.

Gestein und Fundort	$K_p$	$\gamma$	A
Wöllersdorf, N.-Ö. . . . .	163	2510	36
Untersberg, Salzburg . . . . .	160	2690	37
Hundsheim, N.-Ö. . . . .	147	2570	45
Kaisersteinbruch (Hausbruch), Ungarn . . . . .	145	2480	55
Repentabor, Küstenland . . . . .	139	2650	40
Kocholz, N.-Ö. . . . .	138	2710	55
Kaisersteinbruch (Buchtalbruch), Ungarn . . . . .	121	2530	45
Häusling, N.-Ö. . . . .	118	2720	57
Sommerein, N.-Ö. . . . .	112	2440	48
Chrzanów, Galizien . . . . .	110	2340	60
Mannersdorf, N.-Ö. . . . .	110	2490	51
Kaisersteinbruch (Kapellenbruch), Ungarn . . . . .	94	2370	51
Wöllersdorf, N.-Ö. (Konglomerat) . . . . .	82	2450	45
Baden, N.-Ö. . . . .	76	2470	48
Sterzing, Tirol . . . . .	69	2700	77
Lindabrunn, N.-Ö. . . . .	67	2530	69
Sandsteine.			
Sucha, Galizien . . . . .	110	2470	30
Rzeka, Schlesien . . . . .	107	2480	30
Parteznik bei Weichsel, Schlesien . . . . .	79	2490	21
Umgebung von Wien, u. zw.:			
Altengbach . . . . .	75	2400	36
Tullnerbach . . . . .	70	2370	48
Gablitz . . . . .	64	2390	48
Klosterneuburg . . . . .	46	2420	51
Rekawinkl . . . . .	39	2430	46
Preßbaum . . . . .	34	2370	44
Umgebung von Mähr.-Trübau, Mähren . . . . .	53	1910	36
Umgebung von Hořie, Böhmen . . . . .	38	2000	33

N.-Ö.: Niederösterreich.

A ist die Abnützung in  $g$  || Lager für 200 Umdrehungen der Schleifscheibe, deren Radius = 50 cm.

6. Beziehungen zwischen den verschiedenen Festigkeiten.

Es bezeichnen:

$k_z$  Zugfestigkeit  
 $k_d$  Druck- „  
 $k_b$  Biegungs- „  
 $k_s$  Scher- „

} an der Proportionalitätsgrenze.

Grenzen      Mittelwerte nach Bauschinger

$$k_d = (12 \dots 50) k_z \dots 30 k_z \dots 26 k_z$$

$$= (3 \dots 22) k_b \dots 7 k_b \dots (6 \dots \frac{25}{4}) k_b$$

$$= (8 \dots 47) k_s \dots 16 k_s \dots (13 \dots \frac{40}{3}) k_s$$

G e s t e i n	$\frac{k_b}{k_z}^{*)}$		$\frac{k_d}{k_s}^{*)}$	
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
Granit . . . . .	2·6—4·7	3·4	10—15	12
Phorphyr . . . . .	3·1—3·2	3·15	15—17	16
Kalkstein . . . . .				
kristallinisch . . . . .	1·7—3·9	2·9	8—16	12
dicht . . . . .	1·2—2·9	1·9	7—19	12
Konglomerat . . . . .	1·4—2·3	1·8	5—15	10
porös . . . . .	1·6—3·6	2·1	4—9	5
Sandstein . . . . .	2·1—5·0	3·0	9—21	15
<b>Mittel . . . . .</b>	<b>2·6</b>		<b>12</b>	

III. Sicherheitsgrad.

Inanspruchnahme auf	Belastungsweise	Sicherheitsgrad
Druck	ruhende Belastung	
	zeitweiliger Bau . . . .	10
	bleibender „ . . . .	15
	bewegte Belastung	
	stofffrei . . . . .	20
	mäßige Erschütterungen	25
	heftige „	30
	dünne Pfeiler oder Säulen	40
Zug . . . . .		10
Biegung . . . . .		10
Abscherung . . . . .		10

\*) Nach Hanisch.



Steingattung	Zulässige Inanspruchnahme auf Druck ( $kg/cm^2$ )	
Basalt . . . . .	75 <sup>1)</sup>	1) nach der „Hütte“ 2) vom preußischen Ministerium der öffentl. Arbeiten 3) auch von der Ber- liner Baupolizei vor- geschrieben
Basaltlava . . . . .	40 <sup>2)</sup>	
Granit . . . . .	45 <sup>3)</sup>	
Sandstein . . . . .	15—30 <sup>3)</sup>	
Marmor . . . . .	24	
Kunstsandstein . . . . .	45	
Steine aus Zement + + Sand + Schlacke	12	

Die zulässige Inanspruchnahme der Stiegenstufen =  $\frac{1}{5}$  der Biegezugfestigkeit.

Die zulässige Inanspruchnahme des Mauerwerks auf Druck =  $\alpha \cdot k_d$ , wobei  $k_d$  die Druckfestigkeit der unvermauerten Steine bedeutet:

Mörtel aus	Bruchsteine	Quadern
Weißkalk . . . . .	$\alpha = 0.018$	$\alpha = 0.040$
Kalkzement . . . . .	0.023	0.047
Zement . . . . .	0.025	0.050

### V. Bearbeitbarkeit.

Spröde Steine lassen sich leichter bearbeiten als zähe; diese müssen geschnitten werden.

Es lassen sich bear- beiten	Beschaffenheit	Name
	des Gesteins	
sehr schwer	sehr hart, sehr zäh, sehr fest	Hornblende, Grauwacke, Basalt, Diorit, Quarzit, Syenit
schwer	hart, zäh, dicht, feinkörnig oder regelmäßig grobkörnig	einige Porphyre; Syenit mit    gelagerten Orthoklasen
mittelschwer	porös mit kleinen Poren	lufttrockene Kalk- und Sand- steine, Tuffe, Marmor, Alabaster, frischer Serpentin
leicht		bruchfeuchte Kalk- und Sand- steine
beliebig	weich	massige und körnige Silikatge- steine, falls sie nicht zu hart sind

Geschichtete und schieferige Gesteine eignen sich nur für Platten.

Für feine Profilierungen und für Ornamente sind feinkörnige Gesteine von gleichmäßigem Gefüge zu verwenden (Marmor, Sandstein); für derbe, massige Formen grobkörnige Steine.

## VI. Dauerhaftigkeit.

Am dauerhaftesten sind kieselsäurereiche Steine.

Die Silikate werden durch kohlenäurereiches Wasser angegriffen.

Eine geringe Dauer hat der Glimmer, weil er sich bei Frost leicht spaltet.

Kohlensaurer Kalk wird von kohlenäurehaltigem Wasser aufgelöst, von organischen Schmarotzern durch die eindringenden Wurzelfasern und durch die Humussäuren zerstört.

Natron-Feldspat verwittert sehr rasch.

Schwefelkies ist ein gefährlicher Bestandteil, da er sich zu Eisenvitriol zersetzt.

Eisen rostet bald, ohne aber immer eine Zerstörung herbeizuführen; meistens entsteht nur ein, oft sogar schöner Farbenwechsel.

Sandsteine mit quarzigem, kalkigem und auch solche mit eisen-schüssigem Bindemittel sind bei nicht zu großer Porosität dauerhaft; nicht aber solche mit mergeligem, tonigem, kaolinischem Bindemittel.

---

Schiefergesteine widerstehen nur auf dem Hauptbruche.

Die Dauerhaftigkeit der Steine wird wesentlich beeinflusst:

1. von ihrer Ausdehnbarkeit infolge von Temperaturänderungen;
2. von dem Klima, dem die Steine ausgesetzt sind (§ 5);
3. davon, ob sie sich im Freien oder unter Dach befinden;
4. von ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Feuer (§ 6);
5. von dem Verhalten gegen Wasser;
6. von dem Widerstand gegen die Schornsteingase, weil die in diesen enthaltene schwefelige Säure zerstörend wirkt.

---

Dauerhafte Steine sind in der Regel sehr schwer, sehr fest, sehr homogen und wenig porös.

Steine mit feinem, porenlosem Gefüge sind dauerhafter als solche mit grobem schieferigem.

Vor der Verwendung muß man darauf achten, ob die Steine nicht schon angegriffen („angefault“) sind, weil dann auch sonst vorzügliche Steine keine große Dauer erreichen.



Dauer	Beschaffenheit	Name
	des Gesteines	
sehr groß	kieselsäurereich, sehr hart, sehr tragfähig, schwer, dicht	Quarzit, quarzreicher Granit, Syenit, schwefelkiesfreier Diorit, quarzreicher, glimmerarmer Gneis, Säulenbasalt, körniger Dolomit, Serpentin, Quarzporphyr, Porphyrit, labradorarmer Gabbro, quarzreicher Glimmerschiefer, Phonolith, Dolerit, Basalt, Lava, Sandstein mit kieseligem Bindemittel (Dyas-, Bunt-, Keuper-, Molassesandstein), guter Tonschiefer, Bimssteintuff, Grauwackenschiefer
groß		dichter Kalkstein, Gips, Kreide, grobkörniger, glimmer- und feldspatreicher Granit und Gneis, Granulit, feldspatreicher Gabbro, Trachyt, Pechstein, schlackige Lava, schwefelkiesfreier Tonschiefer, Sandstein mit kalkigem oder eisenschüssigem Bindemittel, Konglomerat, Porphyrit, Leucituff
gering	feldspatreiche Silikate, erdige, weiche Gesteine der jüngeren Formationen	körniger Kalkstein, dichter Dolomit, Melaphyr, Porphyrit, schwefelkieshaltiger Diorit, labradorreicher Gabbro, glimmerreicher Glimmerschiefer, feldspatreicher Trachyt, eisenoxydreicher Basalt, Sandstein mit mergeligem, tonigem oder kaolinischem Bindemittel (Kohlensandstein)
sehr gering	reich an Eisenoxydul oder Schwefelkies, porös, weich, wenig fest, leicht, schieferig, faserig, körnig, erdig, locker, blätterig	schwefelkieshaltiger Glimmerschiefer, weiche, erdige Trachyte

### VII. Bruchfeuchtigkeit.

Unter Bruch- oder Bergfeuchtigkeit versteht man den Wassergehalt der Steine nach dem Brechen.

Stark bruchfeuchte Steine dürfen nicht verwendet werden, da ihre Festigkeit sehr gering ist, und weil sie feuchte Mauern geben.

Manche poröse Kalksteine, Sandsteine mit kalkigem Bindemittel u. dgl. sind in bruchfeuchtem Zustande oft ganz weich und leicht zu bearbeiten

und werden, wenn sie austrocknen, hart, weil das Porenwasser kohlensauren Kalk enthält, den es beim Verdunsten in den Poren ablagert.

### Festigkeit wassersatter Steine

in Prozenten der Trockenfestigkeit:

- Basalt 98,
- Quarzit 98,
- bester Sandstein 97,
- Grauwacke 96,
- kristallinischer Kalk 94,
- Granit 92,
- Diorit 90,
- klastische Gesteine mit mergeligem, erdigem Bindemittel 40–50.

### VIII. Frostbeständigkeit.

Steine mit feinen, zerstreuten Poren leiden durch Frost mehr als solche mit großen, untereinander verbundenen.

Steine von großer Zugfestigkeit sind auch sehr frostbeständig.

Eine geringe Frostbeständigkeit besitzen spröde, weiche, wenig tragfähige, wassersatte, bereits „angefaulte“ Steine.

Durch die Verwendung von Steinen, die zwar sehr schön, aber nicht frostbeständig sind, haben schon viele Monumentalbauten großen Schaden erlitten.

### Einfluß des Gefrierens auf die Festigkeit der Steine\*)

Gestein	Verlust nach 25maligem Ausfrieren in % des ursprünglichen Wertes an		Verlust an Druckfestigkeit durch Wassersättigung in % der Trockenfestigkeit
	Gewicht	Druckfestigkeit	
Granit . . . . .	0–0.440	0–13	0–46
Porphyr . . . . .	0–0.084	0	0–35
Trachyt . . . . .	0.052	0	0
Gabbro . . . . .	0.037	0	11
Diorit . . . . .	0.109	0	2
Amphibolit . . . . .	0.002	0	13
Serpentin . . . . .	0–0.072	0–13	7–26
Basalt . . . . .	0.503	0	18
Grünschiefer . . . . .	0.008–0.220	0	20–23
Strahlsteinschiefer . . . . .	0.085	0	16
Mergelschiefer . . . . .	0.262	0	10
Kalkstein . . . . .	0–16.694	0–10	0–51
Ophikalzit . . . . .	0.015	0	65
Kalksandstein . . . . .	0.007–36.074	0–100	1–56
Sandstein . . . . .	0.009–6.529	0–100	0–49
Konglomerat . . . . .	0.139–0.381	0–27	0–45
Breccie . . . . .	0.126	0	0
Trachyttuff . . . . .	0.485	4	9
Basaltuff . . . . .	1.047	4	41
Kunstbasalt (Schattau)	0	0	0

\*) Nach Hanisch.

## IX. Feuerbeständigkeit.

Der Stein hat in der letzten Zeit viel von seinem Ansehen auf dem Gebiete der Feuersicherheit eingebüßt. Bis vor Jahren galten Steinkonstruktionen als vollkommen feuersicher. Nun haben aber zahlreiche traurige Vorfälle bei mehreren Bränden sowie auch Brandversuche gezeigt, daß nicht alle natürlichen Steine dem Feuer widerstehen. Pfeiler aus sonst vorzüglichen Steinen haben sich durch das Feuer abgeblättert, es sind ganze Stücke herausgefallen, und in vielen Fällen stürzten infolgedessen die Pfeiler ein. Auch mit den Stiegenstufen hat man solche üble Erfahrungen gemacht, indem infolge der Hitze einzelne Stufen zersprangen und dadurch den Einsturz der Treppen verursachten.

Kohlensäurereiche Steine zerfallen durch das Feuer oder büßen ihre Festigkeit ein, und grobkörnige Granite und Syenite gehen zu Grunde, da sich ihre Bestandteile ungleich ausdehnen.

Feuerbeständig sind: Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Tonschiefer, Talkschiefer, Serpentin, Gips, quarzige Sandsteine und einige mit tonigem Bindemittel, Trachyt, Trachyttuff, Bimsstein, Basaltlava, Traß.

Nicht feuerbeständig sind: alle Augitgesteine (Basalt, Dolerit usw.), alle Kalksteine, Dolomite, Mergel, Sandsteine mit kalkigem oder mergeligem Bindemittel.

## § 2. Physikalische Eigenschaften.

### I. Spezifisches Gewicht in $kg/m^3$ .\*)

Anthracit . . . . .	1400—1700	Granit . . . . .	2550—3020 (2800)
Asbest . . . . .	2500 †)	Granulit . . . . .	2560—2670
Asche, Steinkohlen- . . . . .	750	Graphit . . . . .	1900—2300
Basalt . . . . .	2880—3300	Gipsstein . . . . .	2200—2960
Bimsstein, fest . . . . .	900—1650	Gips gebrannt . . . . .	1810
„ gepulvert . . . . .	2200—2500	„ gegossen, trocken . . . . .	1700—2000
„ -Tuff . . . . .	1250	Hornblendegestein . . . . .	2910—3150
Braunkohle . . . . .	1200—1400	Kalkstein . . . . .	1500—3000
Diabas . . . . .	3000 †)	Kalk gebrannt . . . . .	2300—3200
Diorit . . . . .	2800—3000	„ -Quadern, weich . . . . .	2600
Dolerit . . . . .	2560—3100	„ und mittelhart . . . . .	2700
Dolomit . . . . .	2850—2950	„ hart . . . . .	2700
Erde, . . . . .		Kaolin . . . . .	2200
lehmig, festgestampft . . . . .		Kies . . . . .	1500—1800
frisch . . . . .	2060	Konglomerate . . . . .	2200 †)
trocken . . . . .	1630	Kreide, weiße . . . . .	1800—2600
mager, trocken . . . . .	1340	Lava . . . . .	700—2600
„ Damm-, trocken . . . . .	1350	Lehm, trocken . . . . .	1520
„ „ feucht . . . . .	1500	„ feucht . . . . .	1900
„ Garten-, frisch . . . . .	2050	„ frisch . . . . .	1670—2850
„ „ trocken . . . . .	1630	Löß . . . . .	wie Lehm
Feuerstein . . . . .	2590—2610	Marmor . . . . .	2520—2800
Gabbro . . . . .	2700—3030	Melaphyr . . . . .	2500—2800
Gneis . . . . .	2400—2900	Mennige . . . . .	8400—8700

\*) Siehe auch S. 37.

†) Mittelwerte.

Mergel, erdig . . . . .	2300	Schiefer . . . . .	2650 †)
„ hart, dicht . . . . .	2500	Dachschiefer . . . . .	2670—3500
Obsidian . . . . .	2300—2500	Glimmerschiefer . . . . .	2730 †)
Pechstein . . . . .	2200—2300	Hornblende- „ . . . . .	2910—3150
Perlstein, Perlit . . . . .	2360—2450	Talk- „ . . . . .	2770—3020
Phonolith . . . . .	2500—2700	Ton- „ . . . . .	2670—3500
Porphyry . . . . .	2400—2800	Tonglimmer- „ . . . . .	2670—3500
Felsit-Porphyr . . . . .	1550—2793	Schlacke, Hochofen-, gra-	
Quarz- „ . . . . .	1550—2793	nuliert . . . . .	850
Porphyryt . . . . .	1550—2800	Schotter . . . . .	2000
Porzellanerde . . . . .	2200	Schutt, Mauer- . . . . .	1400
Quarzit . . . . .	2500—2800	Serpentin . . . . .	2500—2900
Sand, fein, trocken . . . . .	1400—1650	Steinkohle . . . . .	1200—1500
„ „ feucht . . . . .	1900—2050	Syenit . . . . .	2500—3060
„ grob . . . . .	1400—1500	Ton . . . . .	1800—2600
„ trocken . . . . .	1500 †)	„ . . . . .	2200 †)
„ „ weich . . . . .	1240	Topfstein . . . . .	2770—3020
„ „ resch . . . . .	1350	Torf, trocken . . . . .	510
„ naß . . . . .	2000 †)	„ erdig . . . . .	640
Sandstein . . . . .	1900—2700	TorfmuU, lose . . . . .	200
-Quadern, weich		„ gestampft . . . . .	400
und mittelhart	2400	Trachyt . . . . .	2550—2680
hart . . . . .	2500	Tuff, Leucittuff . . . . .	1500
Buntsandstein . . . . .	2400—2700	Porphyry- „ . . . . .	1750—2200
Grauwackensandstein	2500—2770	Felsit- „ . . . . .	1750—2200
Jura- „ . . . . .	2170—2400	Bimsstein- „ . . . . .	1250
Kohlen- „ . . . . .	2580—2850		
Quader- „ . . . . .	2150		

Mauerwerk\*) aus:

leichten Bruchsteinen . . . . .	1900	<i>kg/m<sup>3</sup></i>
mittelschweren „ . . . . .	2200	„
schweren „ . . . . .	2500	„
Sandsteinquadern . . . . .	2100—2500	„
Kalkstein- „ . . . . .	2000—2600	„
Granit- „ . . . . .	2700	„

## II. Porosität.

Porenvolumen (in % des Steinvolumens) hat:

Granit, belgischer (St. Anne)	0·05	Übergangsporphyry (Vohen-	
„ feinförniger (Tanneberg)	0·61	straß) . . . . .	2·75
„ grobkörn. (Falkenstein)	0·45	Labrador „ . . . . .	0·29
„ (Mauthausen) . . . . .	0·36	Basalt . . . . .	1·28
„ (Neuhaus) . . . . .	0·06	Serpentin . . . . .	0·56
„ (St. Gotthard) . . . . .	0·04	rheinischer Dachschiefer . . . . .	0·15
Syenit (Treutlingen) . . . . .	1·38	französischer „ . . . . .	0·045
Diorit (Fichtelgebirge) . . . . .	0·25	englischer „ . . . . .	0·11
Diabas-Breccie . . . . .	0·18	Marmor (Carrara) . . . . .	0·22

\*) Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Marmor (Schlanders) . . . . .	0·59	Gips, dichter . . . . .	9·31
„ (Pörschach) . . . . .	0·26	Sandstein (Solling) . . . . .	6·9
„ (Untersberg) . . . . .	0·27	„ (Nebra) . . . . .	25·5
„ (Karst) . . . . .	2·02	„ Keuper . . . . .	16·94
Cippolino di Polchevero . . . . .	0·73	„ grüner Schweizer . . . . .	7·30
Kalk (Wöllersdorf) . . . . .	0·67	„ (Rekawinkel) . . . . .	4·03
„ (Mannersdorf) . . . . .	2·25	Quader- „ (Welschhuf) . . . . .	15·4
„ (Margarethen) . . . . .	14—21	Kalktuff (Solling) . . . . .	32·2
„ (Breitenbrunn) . . . . .	19·3	Trachyttuff (Deva) . . . . .	25·07
Gips . . . . .	51·00	Schlackenstein, lockerer . . . . .	69·60
„ lockerer . . . . .	21·65	„ dichter . . . . .	24·00

### III. Luftdurchlässigkeit (Permeabilität).

In der folgenden Tabelle bezeichnen:

A: den Permeabilitäts-Koeffizient, d. i. die Luftmenge, die durch eine Wand von  $d = 1 m$  Dicke und  $1 m^2$  Fläche in 1 Stunde hindurchgeht, wenn der Überdruck (d. i. die Differenz aus dem auf der einen Wandseite herrschenden Drucke  $p_2$  und aus dem Drucke  $p_1$  auf der anderen Wandseite)  $p = p_1 - p_2 = 1 kg/cm^2$ ;

B: die Luftmenge ( $l$ ), welche durch  $1 m^2$  bei einem Überdrucke von  $p = 108 kg/cm^2$  durch trockenes Material hindurchgeht;

C: desgleichen bei feuchtem Material;

D: die Zunahme der Luftdurchlässigkeit für 1 Minute.

Stein	A	B	C	D
Grünsandstein				
oberbayrischer . . . . .	0·00013	7·8	1·4	0·0065
schweizerischer . . . . .	0·00012	7·1	2·1	0·0051
Kalktuff . . . . .	0·00798	478·8	233·2	2·0500
Handschlagziegel				
schwachgebrannte . . . . .	0·00009	19·3	7·8	0·1452
scharf . . . . .	0·00026	9·6	1·5	0·0071
Maschinziegel . . . . .	0·00013	7·9	1·7	0·0059
bleiche Ziegel . . . . .	—	23·3	5·1	0·0309
Klinker . . . . .	0·00015	—	—	—
Hochfenschlackenstein . . . . .	0·00169—0·00760	93·0—445·9	1·1—41·0	0·0781—5·5584
Weißkalkmörtel . . . . .	0·00091	54·4	3·9	0·0056
Portlandzementmörtel . . . . .	0·00014	8·2	0	—
Gegossener Gips . . . . .	0·00004	—	—	—
Portlandzementbeton . . . . .	0·00038	15·5	0	—

### IV. Wasseraufnahmefähigkeit.

In der folgenden Tabelle bedeuten:

A: die Wassermenge, die der Stein dauernd festhalten kann, in  $l/1 m^3$  Stein,

B: die Wassermenge, welche gleichmäßig getrocknete Steine unter Wasser in 24 Stunden aufnehmen, in  $l/m^3$  oder  $g/l$ ,

C: die Volumsvermehrung durch 2 Wochen langes Liegen unter Wasser.

Stein	A	B	C
Granit . . . . .	0·5—8·6	3·0	0·00018
Syenit . . . . .	4·7—13·8	4·7	
Gneis . . . . .	—	18·9	
Gabbro . . . . .	6·0—7·0	—	
Porphyr . . . . .	4·0—27·5	54·5	
Trachyt . . . . .	—	124·7	
Phonolith . . . . .	20—45	—	
Basalt . . . . .	6·3—9·5	1·8	0·00069—0·00144
Basaltlava . . . . .	44—56	—	
Tonschiefer . . . . .	5·4—7·0	56·6	
Glimmer- „ . . . . .	—	25·4	
Kiesel- „ . . . . .	8·5—27·0	—	
weißer Marmor . . . . .	1·1—5·9	0·53	
Dolomit . . . . .	15—222	0·22	
Kalkstein . . . . .	15·4—177	5·76	0·00012—0·00078
Kalktuff . . . . .	202—322		
Kreide . . . . .	279—439		
Sandstein . . . . .	54—169	6·09 . . . .	0·00018—0·00618
„ Keuper- . . . . .	6·2—14·4		
„ Kohlen- . . . . .	14·1—19·0		
„ Jura- . . . . .	42—68		
„ französischer . . . . .	398		
„ von Solling . . . . .	69—238		
„ „ Naundorf . . . . .	132—244		
„ „ Postelwitz . . . . .	160		
„ „ Nebra . . . . .	255—269		
„ „ Obernkirchen . . . . .	49		

### V. Ausdehnung infolge von Temperaturänderungen.

Der kubische Ausdehnungskoeffizient, d. i. die Vermehrung des Volumens infolge einer Temperaturerhöhung um  $1^{\circ}$  C, beträgt für:

Quarz . . . . .	0·000039—0·000042
Basalt . . . . .	0·00003
Anhydrit . . . . .	0·00003
Tonschiefer . . . . .	0·00005
Granit . . . . .	0·000026
Sandstein . . . . .	0·000038
dichten Gips . . . . .	0·000028
Marmor . . . . .	0·000019
Kalkstein . . . . .	0·000019
Dolomit . . . . .	0·000035
Lava . . . . .	0·00038

Der lineare Ausdehnungskoeffizient für 1° C beträgt für:

Granit, von Diélette . . . . .	0·0000079
Marmor . . . . .	0·0000034
Kalkstein . . . . .	0·000809
„ von Ranville . . . . .	0·0000075
„ „ Maladrérie bei Caën . . . . .	0·0000089
Beton . . . . .	0·001430

### VI. Spezifische Wärme,

d. i. die Wärmemenge, welche die Temperatur der Masseneinheit (1 kg oder 1 m<sup>3</sup>) von 0° auf 1° C erhöht, beträgt für:

Wasser . . . . .	1000 Wärmeeinheiten
Luft . . . . .	0·312
Granit . . . . .	601—753
Kalkstein . . . . .	500—766
kohlensauren Kalk . . . . .	350
Dolomit . . . . .	613
Gips . . . . .	630
Grün-Sandstein . . . . .	614—665
Quarzit . . . . .	502
Ziegel . . . . .	340—742
Stein . . . . .	650

### VII. Wärmeleitfähigkeit.

Für Tonschiefer = 1 gelten für:

Tafelschiefer	1·22
Serpentin	1·44
Gneis roter	1·49
Basalt	1·47—1·55
Granit	1·52—1·71
Sandstein	1·05—1·50
Marmor	1·65—2·13

Der Wärmeleitungskoeffizient, d. i. die Wärmemenge, die durch eine Wand von 1 m Dicke und 1 m<sup>2</sup> Fläche in 1 Stunde hindurchgeht, beträgt, wenn der Unterschied der Temperaturen auf beiden Wandseiten = 1° C, für

Marmor, grau, feinkörnig . . . . .	3·48
„ weiß, grobkörnig . . . . .	2·78
Kalkstein, feinkörnig . . . . .	1·70—2·08
Liaskalk, grobkörnig . . . . .	1·36
Gips, mit Wasser angemacht . . . . .	0·33
„ „ Alaun „ . . . . .	0·63
Ton, gebrannt . . . . .	0·51—0·63
Quarzsand . . . . .	0·27
Kork . . . . .	0·143
Ziegel, zerstoßen, feinkörnig . . . . .	0·165
„ „ grobkörnig . . . . .	0·139
Ziegelmehl, feingeschlemmt . . . . .	0·140
Kreidepulver, gepreßt . . . . .	0·103

### § 3. Kennzeichen guter natürlicher Bausteine.

- a) Gleichmäßiges, am besten feinkörniges Gefüge,  
 b) Fehlen von Rissen, Sprüngen, verwitterten Stellen u. dgl. Dann geben sie beim Anschlagen einen hellen Klang,  
 c) große Härte,  
 d) große Festigkeit,  
 e) schöne gleichmäßige Farbe.

### § 4. Klassifikation der natürlichen Bausteine.

A. Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.  
 Siehe Tabelle auf Seite 44.

B. Normalien des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine.

Klasse	Gestein	Qualität	Geringste Druckfestigkeit $kg/cm^2$
I.	versteinerungslose Felsarten: Granit, Syenit Gneis, Porphyr, etc.	a	1600 <sup>1)</sup>
		b	1200 <sup>2)</sup>
		c	1000 <sup>3)</sup>
		d	800
II.	Kalksteine	a	1000
		b	800
		c	500*)
III.	Sandsteine	a	800
		b	600
		c	400
		d	200*)
IV.	Konglomerate, Tuffe etc.	a	400
		b	250
		c	150

- <sup>1)</sup> gar nicht oder nur sehr schwer  
<sup>2)</sup> ziemlich schwer  
<sup>3)</sup> gut
- } mit dem Meißel  
 zu bearbeiten.

### § 5. Gewinnung der natürlichen Bausteine.

Die natürlichen Bausteine werden entweder aus der felsigen Erdmasse in Steinbrüchen gebrochen oder durch Zerteilen größerer Findlingssteine, erratischer Blöcke oder großen Geschiebes, gewonnen.

Brauchbares Gestein liegt nur selten frei „zu Tage“. Gewöhnlich ist es von einer Schicht unverwendbarer, meistens schon verwitterter („angefaulter“) Massen, der „Schwarte“, dem „Abraum“, bedeckt. Diese müssen vor

\*) Unter dieser Grenze darf man nur sorgfältigst ausgewählte Steine verwenden.



allem beseitigt, „abgeräumt“, werden, bevor man an das Brechen gehen kann („Wegfüllarbeit“).

I. Wenn das Gestein frei zu Tage liegt, oder wenn der Abraum wenig „mächtig“ ist, wenn er leicht und billig beseitigt werden kann, oder wenn das Gestein dicke „Bänke“ bildet, so erfolgt die Gewinnung der Steine mittels offener Steinbrüche: im „Tagbau“.

II. Hat jedoch der Abraum eine große Mächtigkeit, oder verursacht seine Beseitigung große Kosten und Schwierigkeiten, oder tritt das Gestein nur in dünnen „Bänken“ oder „Adern“ auf, die sich in die Tiefe erstrecken, so werden die Steine bergmännisch, mittels Schächten und Stollen, gewonnen: im „Grubenbau“.

Beim Tagbau ist vor allem der Abraum zu beseitigen. Dann muß man eine lotrechte Wand, die „Brust“, gewinnen, welche den Ausgang für den Abbau bildet. In der Brust werden wag- und lotrechte Schlitzze, „Schrämme“, ausgebrochen, worauf man die zwischen ihnen liegenden Gesteinsmassen, die „Bänke“ beziehungsweise „Pfeiler“, „abbaut“ (Abbau in Bänken und Pfeilern).

Je tiefer man in das Gebirge vordringt, desto höher wird die Brust. Erreicht sie eine sehr große Höhe, so legt man 5–10 m übereinander wagrechte Absätze an (Bermen, Terrassen, Stroßen, Etagen), von denen der Abbau und die Verführung der gewonnenen Steine durchgeführt werden.

## § 6. Steinarten.

### I. Bausteine.

1. Bruchsteine: mit der, gewöhnlich ganz unregelmäßigen Gestalt, welche die Steine nach dem Brechen haben.

a) lagerhafte Bruchsteine: haben natürliche „Lagerflächen“,\*) — wenn das „Gebirge“ geschichtet war;

b) lagerrecht behauene Bruchsteine: erhalten Lagerflächen erst angearbeitet.

2. Schichtsteine oder Hackelsteine: außer den Lagerflächen werden auch die Stirnflächen und die Stoßflächen\*) bearbeitet.

3. Quadern (Werk-, Schnitt- oder Hausteine): alle Begrenzungsflächen sind vollkommen regelmäßig zugehauen.

### II.

1. Schotter (Grus oder Grand): 2–6 cm groß, 2000 kg/m<sup>3</sup> schwer.

2. Kies: 1–2 cm groß.

3. Sand: mehlfein bis hanfkorngroß, 1400 kg/m<sup>3</sup> schwer.

a) Flußschotter, Flußkies, Flußsand: aus dem Geschiebe der Flüsse gewonnen; in der Regel reiner und besser als b).

b) Grubenschotter, Grubenkies, Grubensand: aus Schotter-, Kies-, Sandgruben.

c) Schlägelschotter: durch Zerschlagen, „Schlägeln“, größerer Steine erzeugt.

\*) Über Lager- und Stoßflächen siehe S. 52 des II. Teiles.

## § 7. Bearbeitung der Quadern.

Ist ein Quader (Werk-, Hau- oder Schnittstein oder Werkstück) herzustellen, so wird der Stein schon im Bruche roh zugehauen, „bossiert“, und in eine parallelepipedische Form ( $abcd$  in Fig. 99) gebracht, deren Längenabmessungen allseits um 2—3 cm, dem „Steinmetzzoll“  $z$ , größer sind als die des gewünschten Quaders  $ABCD$ . Harte Steine werden mit dem Spitzisen (Fig. 105) bossiert, mittelharte mit dem Zweispitz (Fig. 106), weiche mit der Säge geschnitten.

Wenn nun der Steinmetz daran geht, den bossierten Stein weiter zu bearbeiten, so befestigt er ihn auf einem Holzgerüste, er „bänkt“ ihn auf. Dann stellt er mittels des Schlageisens (Fig. 105) längs einer Quaderkante einen 2—3 cm „tiefen“ Schlag ( $s s'$  in Fig. 99 bis 101) her, den er mittels des Richtscheites oder Lineals mit Rötel oder Reißblei „vorreißt“. Hierauf

Fig. 99.

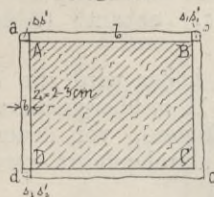


Fig. 101.

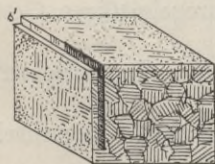


Fig. 100.

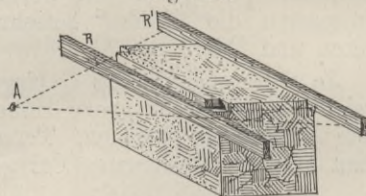
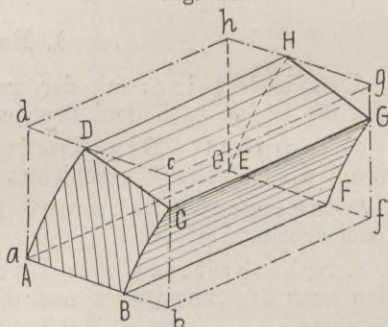


Fig. 102.



macht er an der gegenüberliegenden Kante ebenfalls einen Schlag ( $s_1 s_1'$ ). Nun muß er durch Visieren über zwei Richtscheite ( $R$  und  $R'$  Fig. 100), die er in die Schläge legt, prüfen, ob beide Schläge in einer Ebene liegen, damit sie nicht etwa windschief sind. Sodann wird der zwischen den beiden Schlägen liegende Steinteil, der „Bosten“ ( $b$ ), mit dem Spitzisen oder dem Zweispitz weggesprengt, worauf die gewonnene Fläche ( $AB$ ) zu eben ist.

Auf diese Weise werden alle übrigen Steinflächen hergestellt. Um nun zu untersuchen, ob zwei aneinander stoßende Flächen rechtwinklig zu einander stehen, bedient man sich des eisernen Winkeleisens  $W$  (Fig. 101).

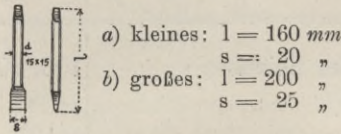
Auch dann, wenn der zu schaffende Quader eine komplizierte Gestalt besitzt (Fig. 102), stellt man zuerst das Parallelepiped ( $abcdefgh$ ) her, das ihm umschrieben ist. Auf dessen Flächen werden hierauf mittels Schablonen ( $ABCD$ ) aus Kartenpapier oder, wenn sie oft benützt werden, aus Zinkblech die Projektionen der Steinflächen auf die Ebenen des Parallelepipeds mittels Rötel oder Reißblei aufgerissen, worauf man an das Ab Sprengen der überschüssigen Steinmasse geht.

### Werkzeuge

für das Bearbeiten der Steine (Fig. 103 bis 118).

**1. Beizeisen.**

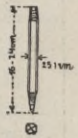
Fig. 103 u. 104. (1...4)



**5. Spitzzeisen oder Bosszeisen.**

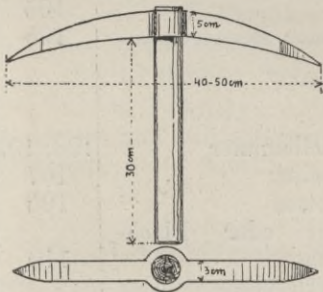
Fig. 105.

- 2. Halbeisen  $s = 100 \text{ mm}$
- 3. Breitzeisen  $s = 150 \text{ "}$
- 4. Schlägeisen  $l = 150 - 200 \text{ "}$   
 $d = 20 \text{ "}$   
 $s = 35 - 40 \text{ "}$



**6. Zweispitz.**

Fig. 106.

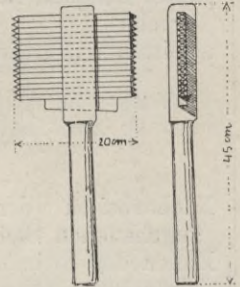
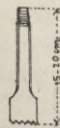


**8. Krönelhammer oder Spitzer.**

Fig. 108. Fig. 109.

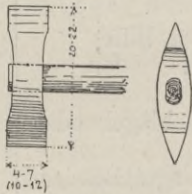
**7. Zahneisen.**

Fig. 107.



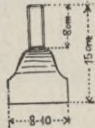
**9. Fläche.**

Fig. 110.



**10. Scharriereisen.**

Fig. 111.



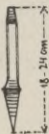
**11. Stock- oder Kraushammer.**

Fig. 112.



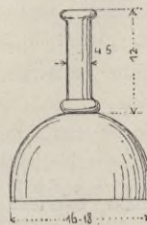
**12. Nuteisen.**

Fig. 113.



**13. Hölzerner Schlägel.**

Fig. 114.

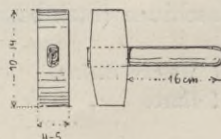


**14. Eiserne Schlägel**

a) mit 1 Bahn.  
 Fig. 115. Fig. 116.



b) mit 2 Bahnen.  
 Fig. 117. Fig. 118.



Steinmetzarbeit	Stein- gattung *)	Werkzeug	Fig.
Bezeichnung der wegzu- schlagenden Teile	{ W H	Kleines Beizeisen	103, 104
		Großes „	„
Einhausen schwacher Falze	{ W H	Schlageisen	105
Herstellung der „Schläge“		Zweispitz oder Bossier- hacke	106
Abhauen größerer Stein- stücke	{ W H	Spitz- oder Bossiereisen	105
Rohes Behauen im Stein- bruche			
„Spitzen“, „Bossieren“			
Nacharbeiten der rauh zugehauenen Steine	{ W H	1. Krönelhammer	108, 109
		Zahneisen	107
Ebnen der Steinflächen	{ W H	2. Halbeisen	105
		Fläche oder Flach- hammer	110
„Kröneln“, „Zähneln“,	{ W H	Scharriereisen oder Breiteisen	111
„Scharrieren“, „Flächen“,		1. Krönelhammer	108, 109
„Stocken“	{ W H	2. Stock- oder Kraus- hammer	112
		Picke oder Bille	
Einarbeiten der Nuten un- ter den Gesimsgliedern	{ W H	3. Zahneisen	107
		Nuteisen	113
Treiben der Werkzeuge	{ W H	Hölzerner Schlägel oder Klöpfel	114
		Eiserner Schlägel, Bossier- hammer oder eiserner Handfäustel	115–118

Weiche Steine dürfen mit schweren Werkzeugen nicht bearbeitet werden.

#### Maschinelle Bearbeitung der Steine.

Außer durch Handarbeit erfolgt die Bearbeitung der Steine auch mittels Maschinen (Steinbearbeitungs-, Steinhobelmaschinen).

\*) W Weiche Steine.

H Harte „

## § 8. Haltbarmachung der Steine.

Man kann die Widerstandsfähigkeit der Steine gegen die Einflüsse der Witterung usw. erhöhen durch:

1. Schleifen,
2. Polieren,
3. Anstrich mit Ölfarbe oder Wasserglas.

Die geschliffenen beziehungsweise polierten Steinflächen werden zuweilen auch noch bestrichen

a) bei Kalksteinen

- α) mit schwefelsaurer Tonerde, dann mit Oxalsäure und hierauf mit Barytwasser oder
- β) mit Barytwasser und Borsäure.

b) bei porösen Steinen, z. B. Sandsteinen mit heißem Leinöl.

4. Tränken mit Keßlerschen Fluaten, wozu sich namentlich die porösen und weichen Steine eignen (Kalk, Marmor, Gips, Tuff, Sandstein, Terrakotta, Beton usw.).

### I. Schleifen.

Das Schleifen der Steine erfolgt dadurch, daß man die zu schleifende Fläche vollkommen ebnet und dann auf ihr besondere Schleifmittel hin und her reibt, z. B. Pulver von Sandsteinen, Schmirgel-Schleifsteinen, Schleifpulver aus granulierter Gußstahlmasse, aus Granat- oder scharfem Quarzsand. Bei sehr harten Steinen reibt man bloßen Schmirgel mittels belasteter Bleiplatten über die Steinfläche.

### II. Polieren.

Poliert werden: feinkörnige und dichte Kalksteine (Marmor), kristallinischer Dolomit, Granit, Syenit, Porphyry, Diorit, Serpentin, Alabaster, Granulit, Lava, Pechstein, Travertin, Gabbro, Diabas, Breccien usw.

Enthalten die Steine ungleich harte Bestandteile, so glänzen die härteren nach dem Polieren stärker.

Leicht zu polieren sind: dichte, porenlose, feinkörnige Steine; schwer und nicht zu polieren sind: undichte, unfeine, zersetzte Steine.

Vor dem Polieren muß der Stein so gut als nur möglich geschliffen werden.

Das Polieren erfolgt dadurch, daß man bestimmte Poliermittel („Polimente“) unter Wasserzusatz, zuerst mittels Bleiplatten, dann mittels Filz oder Flanell und zuletzt trocken mit Lindenbast und Rehleder verreibt.

Als Poliermittel benützt man: Schlemmschmirgel oder Trippel und als letztes Glanzpoliment bei:

harten Steinen: geglühtes und geschlemmtes Eisenoxyd oder Croccus-Stahlglanz,

Marmor: Schwefelblume,

Serpentin: Speckstein,

Alabaster: Holzkohle.

## § 9. Verschönerung der Steine.

Die Steine kann man verschönern durch:

1. Schleifen,
2. Polieren,
3. Färben,
4. Ätzen.

### Färben.

Zum Färben eignen sich nur gleichmäßig poröse, nicht aber streifige Steine.

### Vergolden.

Eine Vergoldung erfolgt entweder:

1. durch Auftragen einer Goldchloridlösung oder
2. mittels Blattgold, das man auf dem Steine mittels Kaseinkitt, Schellacklösung, Leinölfirnis, Terpentinöl, einem Gemisch von 2 Teilen Bleiweiß + 1 Teil Ocker oder (bei Marmor) mit verdünnter Salpetersäure befestigt.

### Ätzen.

Vor allem muß man die Steinoberfläche mit Schlemmkreide oder Ätzkalk und Weingeist reinigen, dann mit Wasser abspülen und hierauf mit einem Leinenlappen trocknen.

### I. Verfahren.

Sodann wird auf der Steinfläche der „Deck- oder Ätzgrund“ in einer gleichmäßig dicken Schicht heiß aufgetragen. Er besteht für Marmor aus: 6 Teilen Wachs + 2 Teilen Harz + 2 Teilen dickem Terpentin + 1 Teil Ultramarin für weiße beziehungsweise 1 Teil Chromgelb für farbige Steine. Wenn er getrocknet ist, so radiert man die Zeichnung mittels einer Nadel oder eines Stahlgriffels heraus und bildet dann um sie herum einen erhöhten Rand aus Wachs. Hierauf wird 1,5 cm hoch aufgegossen und 1 $\frac{1}{2}$  . . . 2 Stunden stehen gelassen:

bei Marmor: {	} verdünnte Schwefelsäure,
„ Dolomit: }	
„ Kalkstein: }	verdünnte Salzsäure,
„ Gips: }	destilliertes Wasser,
„ Granit, Syenit, Diorit usw.:	konzentrierte Lösung von Kieselfluorwasserstoffsäure.

Diese Flüssigkeiten erzeugen in den vom Ätzgrunde nicht bedeckten Teilen der Steinoberfläche Vertiefungen.

Sollen einzelne Teile tiefer geätzt werden als die übrigen, so gießt man, wenn bei diesen die erforderliche Tiefe erreicht ist, die Ätzflüssigkeit ab, überpinselt diese Stellen mit der Masse des Deckgrundes, die man in Terpentin gelöst hat, und beginnt dann das Ätzen vom neuen.

### II. Verfahren.

Das Ätzen der Steine kann auch erfolgen mittels des Tilghmannschen Sandstrahlgebläses. Es eignen sich hiezu aber nur gleichmäßig harte und spröde Steine.

Die Teile der Steinoberfläche, die nicht geätzt werden sollen, bedeckt man mit einem Deckgrunde wie bei I oder mit Pappe, Kautschuk, Stanniol, Zinkblech usw., aus denen die Zeichnung ausgeschnitten worden ist.

## II. Abteilung.

### *Künstliche Bausteine.*

Wenn der Bauplatz von den Bezugsquellen guter natürlicher Steine so weit entfernt ist, daß die Zufuhr sehr große Kosten verursachen würde, oder wenn die Steine nur in so geringen Massen gewonnen werden können, daß sie den Bedarf nicht zu decken vermögen, so muß man für die natürlichen Steine einen Ersatz durch künstlich hergestellte schaffen.

Am besten sind die gebrannten künstlichen Steine, von denen einige Arten den natürlichen an Festigkeit und Widerstandsfähigkeit (Klinker), andere auch an Schönheit (Terrakotta) vollkommen ebenbürtig sind.

### I. Gruppe.

#### Gebrannte künstliche Steine.

Sie werden gewonnen, indem man entsprechend zubereiteten Ton in die gewünschte Form bringt und brennt.

#### § 1. Einteilung.

##### I. Dichte Tonwaren.

Sie haben eine scharf gebrannte, halbverglaste Masse mit glasartiger, wasserundurchlässiger, durchscheinender Bruchfläche, die so hart ist, daß sie beim Beschlagen mit Stahl Funken gibt und von einer Feile gar nicht oder nur sehr wenig angegriffen wird. Dahin gehören:

- a) Porzellan,
- b) Klinker (§ 3),
- c) Steinzeug (zu unterscheiden von Steingut, II 2a).

##### II. Poröse Tonwaren.

Sie werden bei geringerer Hitze gebrannt als die dichten; haben eine unverglaste, zerreibliche Masse, eine erdige Bruchfläche, kleben unglasiert an der Zunge, sind wenig hart und wasserdurchlässig.

##### 1. Irdenware: ist nicht glasiert.

- a) Ziegel oder Backsteine (§ 2),
- b) Terrakotta (§ 4).

##### 2. Schmelzware: wird glasiert.

- a) Fayence: hat eine durchsichtige Erd- oder Bleiglasur:
  - α) feine Fayence oder Halbporzellan;
  - β) ordinäre Fayence oder Steingut (zu unterscheiden von Steinzeug I c).  
Verwendung: vorzugsweise für Ofenkacheln.
- b) Majolika: hat eine undurchsichtige Emailglasur, auf der vor dem Einbrennen Farben angebracht werden:
  - α) eigentliche Majolika;
  - β) enkaustische Fliese.

Die Mettlacher Fliese sind ungemein fest, hart und wetterbeständig und geben, mit Stahl beschlagen, Funken.

Druckfestigkeit		Lager	1332	kg/cm <sup>2</sup>
"		"	890	"
Bruchfestigkeit		"	255	"

## § 2. Die Erzeugung der Ziegel.

### I. Anforderungen an eine Ziegelei.

Die Erzeugung der Ziegel, von der Gewinnung des Lehms bis zum Brennen, erfolgt in den Ziegeleien.

Die Wahl des Platzes für eine zu errichtende Ziegelei soll erst nach sorgfältiger Untersuchung der Bodenbeschaffenheit getroffen werden. Denn ein mächtiger Abraum wäre von großem Nachteil, und nur dann, wenn das Lehmfeld eine große Ausdehnung besitzt und sehr mächtig ist, verlohnt sich die Anlage. Es ist auch zu untersuchen, ob der Lehm die geeignete Beschaffenheit besitzt, daß aus ihm gute Ziegel gewonnen werden können. Für die Ablagerung des Abraumes ist ein Platz auszumitteln, wo derselbe endgültig liegen bleiben kann. Dann ist zu erwägen, woher man den erforderlichen „Schlagsand“ beziehen wird, und wie man das nötige Wasser beschafft. Man muß auch überlegen, ob die Ziegelei vor Überschwemmungen sicher ist.

### II. Beschaffenheit des Lehms.

Der Lehm (Ton, Ziegelton, Ziegelerde, Ziegelgut), aus dem die Ziegel erzeugt werden, soll 20–25% Sand enthalten. Fetter Lehm hat weniger, magerer mehr. Zu fetter Lehm schwindet und reißt beim Brennen und gibt eine zu dichte und glatte Oberfläche, an welcher der Mörtel schlecht haftet. Man muß ihm daher noch Sand (Staubsand, Grobsand) eventuell Ziegelmehl zusetzen: ihn „mageren“. Den mageren Lehm muß man mit fettem vermischen.

Der Lehm muß frei sein von:

- Kalksteinen, weil sie beim Brennen in gebrannten Kalk sich verwandeln und dadurch die Ziegel zersprengen,
- Schwefelkies, da dieser beim Brennen zerfällt,
- organischen Substanzen, weil sie verbrennen und Hohlräume zurücklassen.

### III. Gewinnung und Verarbeitung des Lehms.

#### 1. Lösen, Auswintern.

Der Lehm wird im Herbst mit eisernen „Hauen“ auf der „Gestätte“ „gelöst“, von groben Verunreinigungen (Steinen, Wurzeln u. dgl.) befreit, zu 1 m hohen Haufen aufgeschüttet und über den Winter dem Regen und Froste ausgesetzt, „auswintern“ gelassen, damit er zerfriert, sich auflockert, und daß schädliche Beimengungen sich ausscheiden. Dies läßt sich dadurch befördern, daß man den Lehm öfters umschaufelt, „umsticht“, und mit Wasser begießt.

#### 2. Einsumpfen.

Ist der Lehm sehr fett, oder will man verschiedene Lehmgattungen mischen, so wird er „ingesumpft“: man läßt ihn in dem „Sumpfe“, einer 3–4 m langen, 1–2 m breiten und 1–1,5 m tiefen, mit Holz verschalteten Grube, 24 Stunden unter Wasser liegen. Dann wird er, wenn er zu fett ist, mit Sand, wenn er zu mager ist, mit fettem Lehm vermischt.



### 3. Durcharbeiten.

Das Durcharbeiten des ausgewinterten beziehungsweise eingesumpften Lehms erfolgt dadurch, daß er mit Wasser begossen und mit bloßen Füßen „durchgetreten“ wird, oder maschinell mittels der „Tonschneider“, „Tonmenger“ u. dgl.

### 4. Schlemmen.

Ist der Lehm zu mager oder schwer löslich, enthält er viele Verunreinigungen oder groben Sand, oder will man ihn besonders gut reinigen, so muß man ihn „schlämmen“. Man erhält dadurch „geschlemmte“ Ziegel.

Dachziegel, Gesims- und Verblendziegel, Ornamente, Drainröhren u. dgl. soll man stets aus geschlemmtem Ton erzeugen.

Der Lehm wird in eine flache, mit Holz verschalte oder ausgemauerte Grube von kreisförmigem Grundrisse („Kufe“) geschüttet. Dann gießt man Wasser hinein, bis ein dünnflüssiger Brei entsteht.

Die Zerteilung des Lehms und die Vermischung mit Wasser kann dadurch beschleunigt werden, daß man den Lehm mittels rotierender kamm- oder rechenförmiger „Messer“ gut durcharbeitet („Rührwerk“).

Die groben Verunreinigungen (Steine, Wurzeln, Sand usw.) und die unaufgeweichten Knollen sinken in der Kufe zu Boden. Den reinen Lehm- brei, der sich oben abscheidet, zieht man nach einigen Tagen ab. Man läßt ihn dabei durch ein Sieb aus verzinktem Eisendraht laufen, damit noch enthaltene Verunreinigungen zurückbleiben, und schließlich in einen „Sumpf“ fließen. Nach zwei Tagen läßt man das reine Wasser, das sich oben abge- sondert hat, ablaufen. Der dann zurückbleibende dünnflüssige Lehm- brei bleibt nun 9—10 Tage stehen, damit sein Wasser verdunstet. Das Trocknen kann man beschleunigen, indem man Tonpulver oder Ziegelmehl zusetzt, oder durch künstliche Erwärmung.

### 5. Trockene Homogenisierung.

Tone, bei denen das Auswintern nicht genügt, um sie entsprechend plastisch zu machen, werden auf trockenem Wege homogenisiert. Dabei kann das Auswintern und Schlemmen entfallen. Der Ton wird, nachdem man ihn gut getrocknet hat, in einem Tonschneider, Stampfwerke, Pochwerke, Kollergänge, Walzwerke, einer Schleudermühle, Kugelmühle u. dgl. zu einem feinen Pulver zermahlen, dem dann Wasser zugesetzt wird.

### 6. Gargruben.

Ist der Lehm entsprechend vorbereitet, so bringt man ihn in 3—4 *m* lange, 1·5—2 *m* breite und 1—1·3 *m* tiefe, mit wasserdichten Wänden versehene „Gargruben“, wo er bis zur Verarbeitung aufbewahrt wird. Damit er dort nicht zu stark austrocknet, schützt man ihn durch Zudecken mit Strohmatte oder Brettern.

## IV. Herstellung der Ziegel.

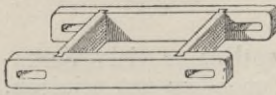
### 1. Handschlagziegel.

#### a) Mauerziegel.

Zum „Schlagen“ oder „Streichen“ der gewöhnlichen Mauerziegel be- nutzt man Formen, „Modell“, Holzkästen aus 1·5—2 *cm* starken Brettern

(Fig. 119) oder aus Eisenblech. Deren Lichtmaße müssen um  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$  größer sein als die Abmessungen der gebrannten Steine, weil der Lehm beim Trocknen um dieses Maß schwindet.

Fig. 119.\*)



Der Ziegelstreicher oder Ziegelschläger stellt das Modell auf den  $1.5 \times 1.5$  m großen „Streichtisch“, drückt den Lehm mit den Händen hinein, streicht mit dem hölzernen „Streicher“ den oben vorstehenden Lehm ab und stürzt dann den Ziegel heraus, worauf dieser auf einem Abtragbrette zum Trockenplatz getragen wird.

Modell, Unterlagsbrett und Streichholz sind vorher stets gut zu nässen.

In jeden Ziegel wird das Zeichen der Ziegelei eingepreßt. Diese „Signatur“ ist entweder in den Boden des Modells eingeschnitten oder auf diesem befestigt.

Verblendziegel werden nach dem Streichen zugeschnitten oder nachgepreßt, damit sie scharfe Ecken, gerade Kanten, ebene, glatte Flächen und eine gleichmäßige Gestalt bekommen.

1 Ziegelstreicher und 2 Gehilfen (1 Lehmzuführer und 1 Ziegelabträger) streichen, falls der Trockenplatz vom Streichtische höchstens 50 m entfernt ist, täglich 1000 Mauerziegel. Da für ein Jahr 150 Arbeitstage zu rechnen sind, so erzeugt 1 Ziegelstreicher jährlich 150.000 Ziegel. Will man also z. B. jährlich  $n$  Millionen Ziegel herstellen, so braucht man  $\frac{20}{3} n$  Schlagplätze.

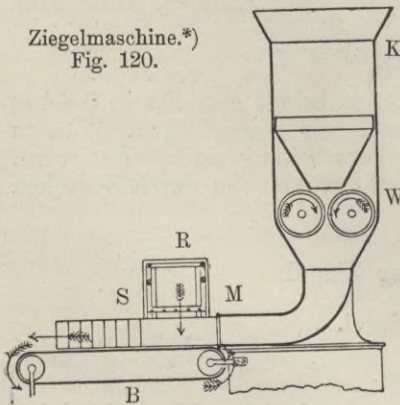
1000 Stück Ziegel erfordern  $3.5$  m<sup>3</sup> gewachsenen Lehm  
 $5$  m<sup>3</sup> gelösten „

### b) Dachziegel.

Dachziegel, Loch- und Gesimsziegel sind aus bestem reinsten Lehm, nie im Freien, sondern stets unter Dach, in der Ziegelhütte, zu streichen, da sie leicht Risse bekommen, wenn sie zu rasch trocknen.

## 2. Maschinziegel.

Früher stellte man zuerst einen Handschlagziegel her und preßte ihn dann nach.

Ziegelmaschine.\*)  
Fig. 120.

Heute wird der entsprechend vorbereitete Lehm in den Blechkasten K (Fig. 120) gebracht, der sich nach oben trichterförmig erweitert. Aus K fällt er dann auf schraubenförmige Tonschneider oder auf zwei eiserne Walzen W, wo er durchgearbeitet und hinabgepreßt wird. Das Mundstück M ist so lang und breit wie der Ziegel. Durch M wird fortlaufend ein Tonstrang S hinausgeschoben, den das Band ohne Ende B weiterführt, und der von dem Schneiderrahmen R, welcher der Ziegeldicke entspricht, in die einzelnen Ziegel zerschnitten wird.

\*) Friedel, Baukonstruktionslehre.

Will man Hohlziegel oder Formziegel schneiden, so muß man in das Mundstück entsprechend gestaltete Rahmenstücke einlegen.

### V. Trocknen der Ziegel.

Bevor man die Ziegel brennen kann, müssen sie vollständig trocken sein, weil sie sonst sich werfen und reißen. Ein Ziegel braucht nach dem Streichen bei trockenem Wetter etwa zwei Wochen, bis er vollkommen trocken ist.

Gewöhnlich erfolgt das Trocknen in Trockenschuppen, zuweilen auch in geschlossenen Räumen über und neben dem Brennofen, bei feineren Erzeugnissen (Verblendsteinen, Terrakotten usw.) auch in besonderen, geheizten Trockenkammern.

### VI. Brennen der Ziegel.

Nachdem die Ziegel getrocknet worden sind, werden sie in Brennöfen\*) gebrannt.

#### A. Brennöfen mit periodischem Betrieb.

##### 1. Feldöfen oder Meiler.\*)

Der Feldofen oder Meiler eignet sich dann, wenn ein Tonlager von geringer Mächtigkeit möglichst billig ausgebeutet werden soll, oder wenn die für einen einzigen, isoliert liegenden Bau erforderlichen Ziegel an Ort und Stelle zu erzeugen sind.

Man errichtet ihn aus den zu brennenden Ziegeln, indem man diese hochkantig, mit Zwischenräumen von 2 bis 3 *cm* neben- und übereinander schichtet. Das Brennmaterial befindet sich in Feuerkanälen (Röhren, Schürzgassen), die quer zur Längsrichtung des Ofens laufen. Die aufgeschichteten Ziegel werden mit einem 15—30 *cm* starken „Hemde“ von gebrannten, in Lehmörtel versetzten Ziegel eingehüllt, sodann mit einer 8—10 *cm* starken Erdanschüttung abgedeckt.

##### 2. Gemauerte Ziegelöfen.\*)

Falls ein Tonlager mehrere Jahre hindurch ausgebeutet werden kann, so verwendet man gemauerte Brennöfen. Die Ofenmauern bestehen aus zwei Schalen, deren innere mindestens 0,9 *m* und deren äußere wenigstens 0,6 *m* dick ist. Dazwischen liegt eine 15—30 *cm* starke Isolierschicht aus Sand oder Asche.

Die wichtigsten dieser Öfen sind: der Kasseler Flammofen, der Ofen mit überschlagender Flamme, der Kammerofen, der Muffelofen usw.)\*

#### B. Brennöfen mit kontinuierlichem Betrieb.

Der kontinuierliche Betrieb hat so viele und bedeutende Vorteile gegenüber dem periodischen, daß er sich für die Ziegelerzeugung im großen allein eignet. Er gestattet eine Massenherstellung, gewährt ein wesentliches

\*) Beschreibungen und Pläne der verschiedenen Ziegelöfen sind zu finden in L. Klases, Grundrißvorbilder, Abt. XV, Teil 5.

Ersparnis an Brennstoffen sowie an Betriebskosten, und die Ziegel werden viel besser und gleichmäßiger gebrannt.

1. Ringofen von Fr. Hoffmann.

Der Ringofen von Fr. Hoffmann hat eine allgemeine Verbreitung er-

Fig. 121. Horizontalschnitt.

Fig. 121—127.

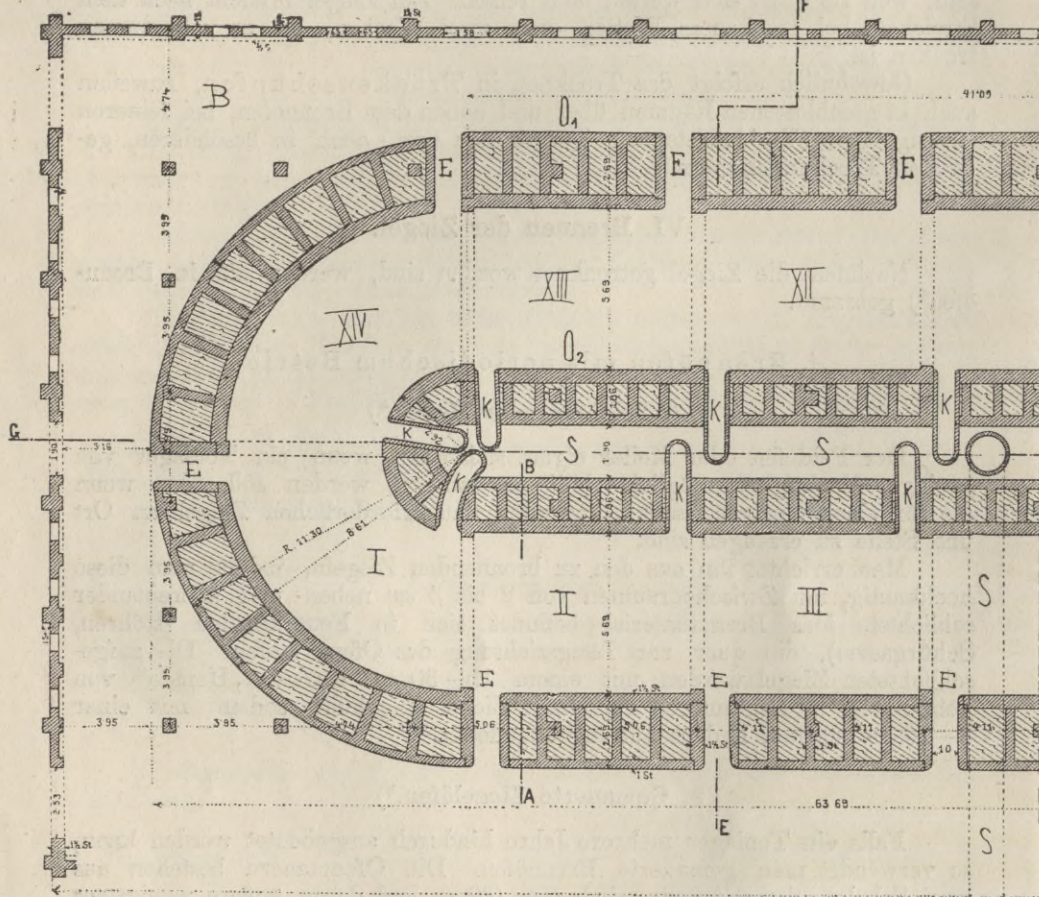
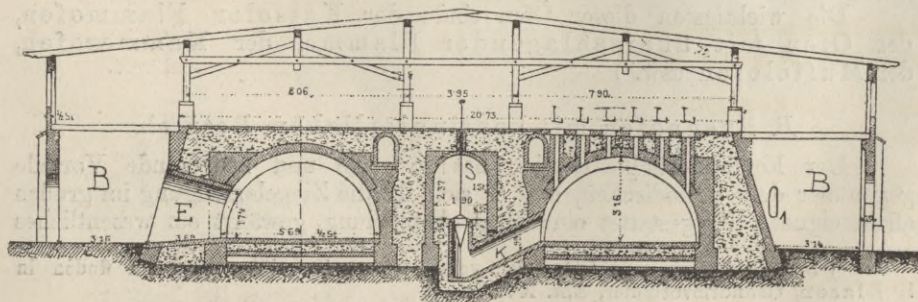


Fig. 123. Längsschnitt GH.



langt und sich vorzüglich bewährt. Er gestattet, täglich bis 40.000 Ziegel zu erzeugen. Das Ersparnis an Brennstoff gegenüber den Ziegelöfen mit unterbrochenem Betrieb beträgt 50% und mehr, und da man den billigen Steinkohlengrus verwenden kann, so ergibt sich auch dadurch ein beträchtliches Ersparnis an Betriebskosten.

Ringofen von Fr. Hoffmann.

Fig. 122. Draufsicht.

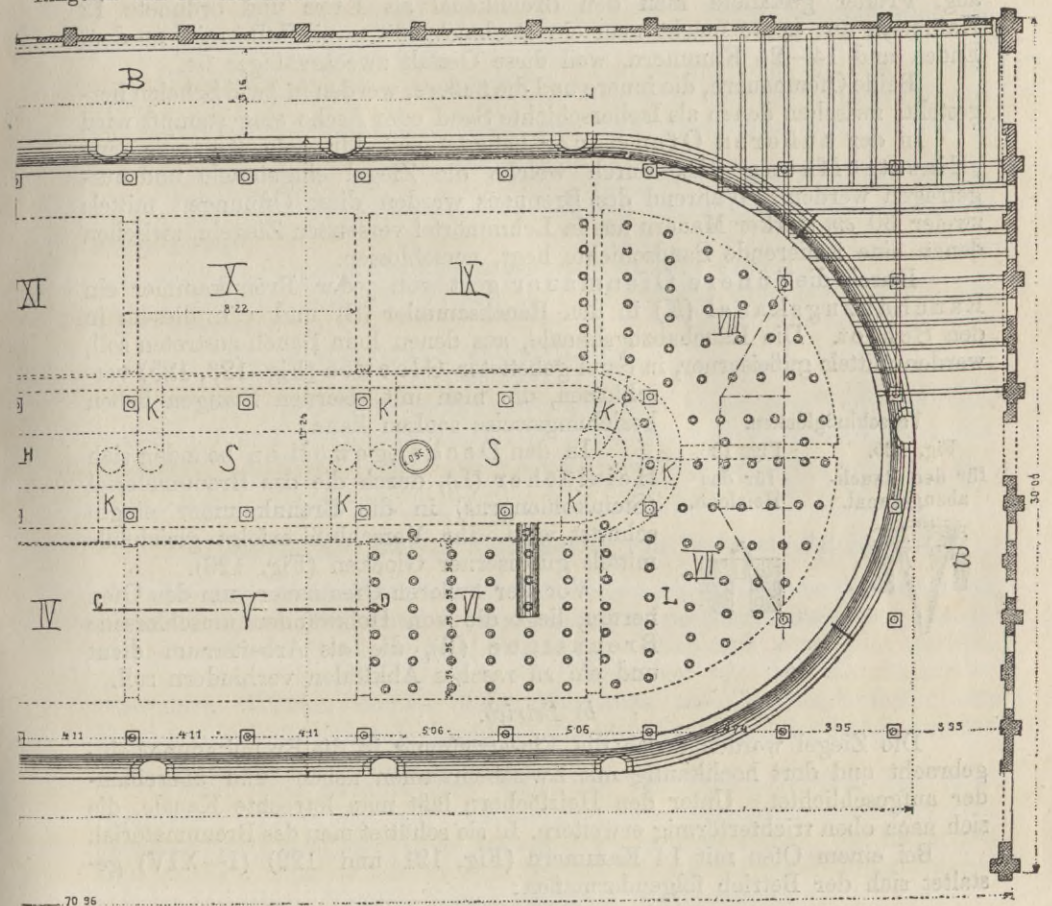
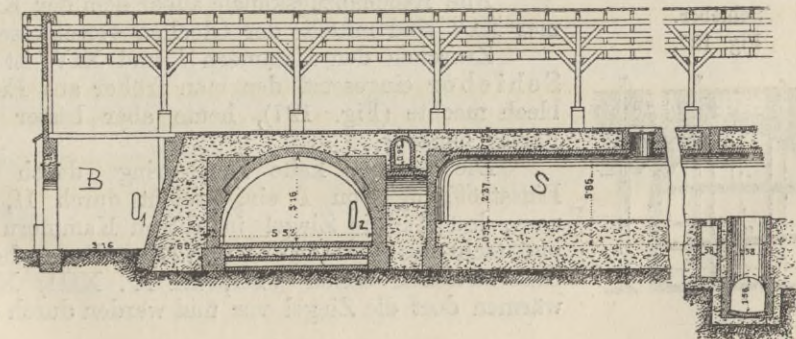


Fig. 124. Querschnitt E F.



### a) Beschreibung des Ringofens.

Der Raum, in dem die Ziegel gebrannt werden, bildet einen geschlossenen Ring, den „Brennkanal“ (I, II, III...XIII, XIV), der von der äußeren ( $O_1$ ) und der inneren ( $O_2$ ) Ofenmauer umschlossen und von Gewölben überdeckt ist (Fig. 121—124). Die einzelnen Abteilungen dieses Brennkanals heißen Brennkammern (I, II... XIV); sie sind etwa 5 m ang. Früher gestaltete man den Brennkanal als Kreis und ordnete 12 Kammern an; heute macht man ein Rechteck mit zwei Halbkreise an den Enden und 14—24 Kammern, weil diese Gestalt zweckmäßiger ist.

Beide Ofenmauern, die innere und die äußere, werden in zwei Schalen hergestellt, zwischen denen als Isolierschicht Sand oder Asche eingestampft wird.

In der äußeren Ofenmauer befindet sich für jede Kammer eine „Einsatzöffnung“ (E), durch welche die Ziegel eingebracht und ausgetragen werden. Während des Brennens werden diese Öffnungen mittels zweier 30 cm starker Mauern aus in Lehmörtel versetzten Ziegeln, zwischen denen eine isolierende Sandschicht liegt, verschlossen.

Durch die innere Ofenmauer geht von jeder Brennkammer ein Rauchabzugskanal (K) in den Rauchsammler (S) und von diesem in den Schlot. Die Rauchabzugskanäle, aus denen kein Rauch austreten soll, werden mittels gußeiserner, in Sand gebetteter Glocken (Fig. 123, 125) verschlossen, die man mit eisernen Stangen heben beziehungsweise senken kann.

Verschlussglocken.

Fig. 125.

für den Rauchabzugskanal.

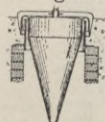


Fig. 126.

für das Heizloch.



In den Deckengewölben befinden sich Heizlöcher (L), durch die das Brennmaterial (Steinkohlengrus) in die Brennkammer eingeschüttet wird. Ihr Verschluss erfolgt gleichfalls mittels gußeiserner Glocken (Fig. 126).

Vor der äußeren Ofenmauer, um den Ofen herum, liegt die von Holzwänden umschlossene Brennstube (B), die als Arbeitsraum dient und ein zu rasches Abkühlen verhindern soll.

### b) Betrieb.

Die Ziegel werden durch die Einsatzöffnung in die Brennkammer eingebracht und dort hochkantig mit Zwischenräumen neben- und übereinander aufgeschichtet. Unter den Heizlöchern läßt man lotrechte Kanäle, die sich nach oben trichterförmig erweitern. In sie schüttet man das Brennmaterial.

Bei einem Ofen mit 14 Kammern (Fig. 121 und 122) (I—XIV) gestaltet sich der Betrieb folgendermaßen:

#### A.

Alle Einsatzöffnungen, außer der von der Brennkammer I, sind vermauert.

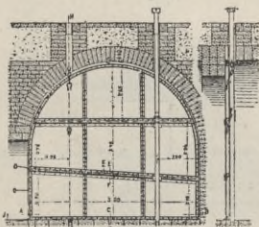
Alle Rauchabzugskanäle außer dem der Kammer XIV sind mittels der Glocken verschlossen.

Zwischen den Kammern I und XIV ist ein Schieber eingesetzt, den man früher aus Eisenblech machte (Fig. 127), heute aber besser aus Papier herstellt.

Die frische, kalte Luft dringt durch die Einsatzöffnung von I ein, streicht durch II, III usw., kühlt die Ziegel in diesen Kammern ab und facht das Vollfeuer in VII an. Dessen heiße Gase streichen durch VIII, IX... XIII, XIV, wärmen dort die Ziegel vor und werden durch den

Schieber.

Fig. 127.



Schieber zwischen XIV und I gezwungen, durch den offenen Rauchabzugskanal von XIV in den Rauchsammler und in den Schlot zu ziehen.

Die Ziegel in VII, wo das Vollfeuer herrscht, werden fertig gebrannt.

Aus I werden die gebrannten und abgekühlten Ziegel entfernt, worauf man dort ungebrannte einführt.

### B.

Wenn nun die Ziegel in der Kammer VII fertig gebrannt sind, so rückt man das Vollfeuer von VII nach VIII vor.

Die Einsatzöffnung der Kammer II wird geöffnet und die von II vermauert, zwischen I und II ein Schieber eingesetzt und der zwischen I und IV entfernt; der Rauchabzugskanal von XIV geschlossen und der von I geöffnet. Alles weitere erfolgt analog wie unter A.

So schiebt man das Vollfeuer usw. allmählich im Ringe herum, und es ist also möglich, den Betrieb ununterbrochen fortzusetzen, ohne das Feuer auszulöschen.

Alle 24 Stunden kann jede Kammer entleert werden.

1 Kammer faßt 3000 Ziegel. In 1 Jahr = 200 Brenntagen kann man daher erzeugen

bei 12 Kammern 600.000 Ziegel,

„ 24 „ 1200.000 „

Bei Öfen mit 24 Brennkammern hält man besser zwei Vollfeuer; entweder in I und XIII oder in II und XIV etc., und es wirken dann die Kammern XIX—V und VI—XVIII beziehungsweise I—XII und XIII—XXIV wie je ein Ofen für sich. Der Betrieb ist also dann ein doppelter.

## 2. Ringofen mit oberem Rauchabzug von Siehmon und Rost.\*)

Er unterscheidet sich von dem Hoffmannschen Ringofen hauptsächlich dadurch, daß an Stelle der in der inneren Ofenmauer befindlichen Rauchabzugskanäle 4—6 transportable Röhren aus Eisenblech verwendet werden, die, auf der Ofendecke liegend, die Heizlöcher mit dem Rauchsammler verbinden. Weiters enthält dieser Ziegelofen zwei parallel laufende, am Kopfende sich vereinigende Brennkanäle, zwischen denen der Rauchsammler liegt, und in der Breitseite 3 Heizlöcher.

Dieser Ofen gewährt eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem Hoffmannschen. Es erfolgt ein vollständiges Ausschmauchen; dieses schreitet gleichmäßiger vor, der Ofen erlangt eine größere Dauer, die Baukosten sind geringer, und es läßt sich ein beträchtliches Ersparnis an Brennmaterial erzielen. Glocken, Ventile, Schmauchkanäle usw. entfallen.

## § 3. Ziegel.

### A. Vollziegel.

Sie haben weder wesentliche Poren wie die porösen Ziegel (siehe B), noch Hohlräume wie die Lochziegel (siehe C).

Die Porosität der Ziegel schwankt zwischen sehr weiten Grenzen; sie hängt namentlich von der Beschaffenheit des Lehms ab.

Das Poren-Volumen beträgt etwa 0.1272 des Steinvolumens, bei den porösen Ziegeln bis 0.3.

Über Luftdurchlässigkeit (siehe S. 51).

\*) Siehe die Fußnote auf S. 65.

Die Wasseraufnahmefähigkeit = 0.12—0.29 des Gewichtes  
0.21—0.48 des Volumens

Zulässig sind höchstens 16% des Gewichtes.

Die spezifische Wärme (siehe S. 53) = 340—742 Wärmeinheiten.

Der Wärmeleitungskoeffizient (siehe S. 53) beträgt für:

gebrannten Ton 0.51—0.63,

grobkörnig zerstoßene Ziegel 0.139,

feinkörnig " " 0.165,

fein geschlemmtes Ziegelmehl 0.140.

Das Schwinden beim Brennen =  $\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$  der Längen.

Das spezifische Gewicht = 1500—2000 kg/m<sup>3</sup>

Über das spezifische Gewicht des Ziegelmauerwerks siehe S. 86 des II. Teiles.

Qualitätsklasse

geringste Druckfestigkeit

I 200 kg/cm<sup>2</sup>

II 160 "

III 120 "

Ziegel unter 120 kg/cm<sup>2</sup> eignen sich nur für unbelastete Zwischenwände.

### I. Mauerziegel.

Man benützt sie zur Herstellung des „aufgehenden“ Mauerwerks und der Gewölbe.

Die übliche Ziegelgröße ist in den einzelnen Staaten sehr verschieden.

Kleine Ziegel haben viele Vorzüge vor großen: sie lassen sich rascher und besser formen, trocknen schneller und vollkommener, brennen besser, erlangen in der Regel eine größere Druckfestigkeit, geben weniger Bruch und sind leichter zu handhaben.

Maß	Wiener		Berliner		Polen
	Normalformat				
Länge	l =	29 cm	25 cm		27 cm.
Breite	b =	14 "	12 "		12 cm.
Dicke	d =	6.5 "	6.5 "		6 cm.
Volumen V = l × b × d =		2639 cm <sup>3</sup>	1950 cm <sup>3</sup>		2106 cm <sup>3</sup>
Gewicht		4—5.3 kg	3—4 kg		
1 m <sup>3</sup> aufgehendes Mauerwerk erfordert		300 Stück	400 Stück		361—380 st.
1 m <sup>3</sup> Gewölbmauerwerk erfordert		310 "	415 "		

13 Scharen einschließlich der Lagerfugen sind 1 m hoch (Wiener Bauordnung).

Die Lagerfuge m =  $\frac{100 - 13 \times 6.5}{13} = \frac{15.5}{13} = 1.2 \text{ cm.}$

Die Stoßfuge n = 1.0 cm.

Das Erfordernis an Ziegeln für 1 m<sup>3</sup> aufgehendes Mauerwerk beträgt, wenn man l, b, d, m und n in cm einsetzt und p = 5% für Verlust, Bruch u. dgl. bedeutet:

$$E = \left(1 + \frac{p}{100}\right) \frac{1000000}{(1+n)(b+m)d+m} \text{ Stück,}$$

Wiener Format:  $E = 1.05.296.3 \sim 300$  Stück

Berliner Format:  $E = 1.05.394.5 \sim 380$  „

Die vorteilhafteste Gestalt der Ziegel ist ein Parallelepiped, dessen

Länge:  $l = 2b + n$  (Fig. 128).

Breite:  $b = 2d + m$  (Fig. 129).

Fig. 128.

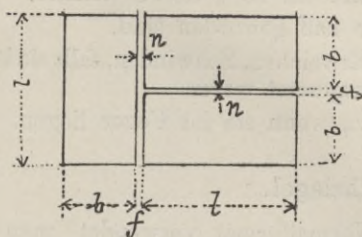
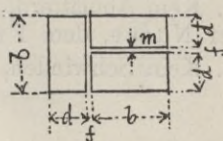


Fig. 129.



Denn nur dann, wenn diese Bedingungen erfüllt sind, läßt sich ein ordentlicher Ziegelverband herstellen.

Außer den ganzen Ziegeln von der Größe  $l \times b \times d$  verwendet man auch noch Teilsteine (siehe S. 54 des II. Teiles):

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| a) Viertelstein (Einquartier):      | $b \times d \times d$             |
| b) Halbstein (Zweiquartier):        | $b \times b \times d$             |
| c) Dreiviertelstein (Dreiquartier): | $\frac{3}{4} l \times b \times d$ |
| d) Riemenstück:                     | $l \times d \times d$             |
| e) Dreiviertel-Riemenstück:         | $\frac{3}{4} l \times d \times d$ |

### Verschönerung der Ziegel.

#### a) Engobieren.

Die Ziegel werden vor (zuweilen auch nach) dem Brennen in eine bessere Tonmasse getaucht. Dadurch überziehen sie sich mit einer dünnen Schichte derselben, die sich dann infolge des Brennens fest mit dem Ziegel verbindet.

#### b) Dämpfen.

Überstreicht man die Ziegel vor dem Brennen mit grauem Graphit-schlamm, so erhält man (grau oder blau) gedämpfte Ziegel.

#### c) Glasieren.

Das Glasieren erfolgt, indem man:

a) in den in Weißglut stehenden Ofen Kochsalz streut, dessen Dämpfe dann eine gelbliche oder bräunliche Glasur erzeugen;

b) die gebrannten Ziegel mit einer Glasurmasse bestreicht und dann nochmals brennt.



### Kennzeichen guter Ziegel.

1. Heller Klang beim Anschlagen mit einem Eisen — dann sind sie frei von Rissen, Sprüngen u. dgl.
2. Freisein von Kalk- und Steinstückchen. Jene verwandeln sich beim Brennen in gebrannten Kalk, und wenn dann Wasser dazu kommt, so löscht sich dieser und zersprengt den Ziegel.
3. Ebene Flächen und gerade Kanten.
4. Gleichmäßiger, feinkörniger, muscheliger Bruch.
5. Nicht mehr Wasseraufnahme als 16% des Gewichtes.
6. Baldiges Trocknen, wenn sie naß geworden sind.
7. Kein Abblättern, Zerbröckeln, Erweichen, Schwinden, falls sie längere Zeit der Nässe, dem Froste usw. ausgesetzt waren.
8. Kein Schwinden, Zerfallen usw., wenn sie im Feuer liegen.

#### I a. Gewölbziegel.

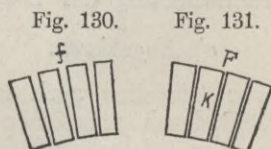
Außer den Mauerziegeln im Normalformat verwendet man auch zuweilen für Einwölbungen parallelepipedische Gewölbziegel von  $23.5 \times 16 \times 7$  cm Größe.

#### II. Gesimsziegel.

Um bei der Herstellung der Gesimse Hausteinhängeplatten ersparen zu können, hat man sogenannte „Gesimsziegel“ geschaffen, die so groß sind, daß sie auch die Ausführung weit ausladender Gesimse gestatten. Ihre Abmessungen sind: 40—80 cm Länge, 15—30 cm Breite, 8—15 cm Dicke.

#### III. Keilziegel.

Wenn man runde Mauern, namentlich solche mit kleinem Halbmesser (Brunnen, Fabrikschornsteine usw.), oder Gewölbe aus gewöhnlichen Ziegeln



ausführt, so werden die Fugen an der konvexen Seite *f* zu weit (Fig. 130). Um dies zu vermeiden, hat man keilförmige Ziegel *K* verwendet, durch die sich Fugen von gleicher Dicke ergeben (Fig. 131).

##### 1. Keil-Gewölbziegel (Fig. 132).

In Wien sind folgende Abmessungen üblich:

Länge	$l = 29$ cm
Breite	$b = 14$ "
größte Dicke	$d_2 = 7$ "
kleinste "	$d_1 = 5$ "
lichter Halbmesser	$r = 2 \dots 2.25$ m.

## 2. Brunnenziegel (Fig. 133).

Länge  $l = 29$  cm beziehungsweise 25 cm,  
 mittlere Breite  $b = 14$  " " 11 "  
 Dicke  $d = 6.5$  " " 6 "  
 lichter Halbmesser  $r = 0.75 \dots 1$  m.

Fig. 132.

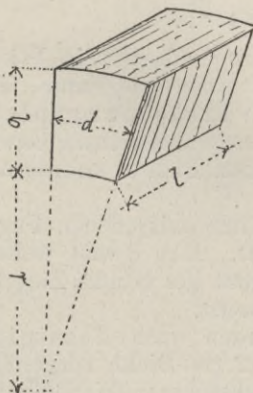
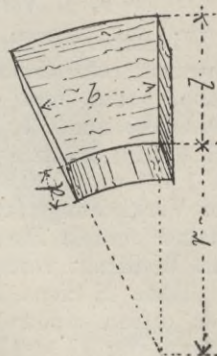


Fig. 133.



## IV. Pflasterziegel.

Pflaster	Länge cm	Breite cm	Dicke cm	Gewicht kg	Anmerkung
Trottoir . .	20	20	5.6—7	4—45.5	scharfkantig oder abgefast.
Einfahrt . .	20	20	6—7	4.8—5.5	vierteilig oder mit
Randsteine .	47	18	12	22	konzentrischen Ringen,
Ställe . . .	20	10	7—8	3.2	gerieft u. abgefast
Straßen . .	20	10	10—15	4.2—6.2	
Dachboden	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>4—5</b>		
	26	16	4—5		abgefast

## V. Verblendsiegel, Verkleidungsziegel.

Wenn die Fassaden mit Ziegeln „verkleidet“ (verblendet) werden, so sind diese Verblend- oder Verkleidungsziegel aus bestem Lehm herzustellen, weil sie schöner und dauerhafter sein müssen als die gewöhnlichen Mauerziegel. Sie müssen haben:

a) eine reine, gleichmäßige Farbe. Zuweilen werden sie auch „engobiert“ (siehe S. 70);

b) vollkommen gleiche Größe. Sie werden deswegen halbtrocken nachgepreßt, oft auch geschnitten

- c) vollkommen ebene und wetterbeständige Flächen;  
 d) scharfe, gerade Kanten.

Das Format der Verblendziegel ist so groß zu machen, daß die Fugen nur 8 mm stark sind:

Wiener Format:  $29.2 \times 14.2 \times 6.9$  cm.

Berliner „  $25.2 \times 12.2 \times 6.9$  „

Außer den ganzen Steinen werden noch erzeugt  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  Steine.

### Verkleidungsplatten.

Die Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft in Wien erzeugt weiße, schwarze, rote, braune, braunrote, schwarzbraune, natur-, fein-, ledergelbe, blaue, grüne und sandsteinfarbige Verkleidungsplatten von 1.8—2 cm Dicke und 6.7, 14.2, 21.7 cm Länge bei einem Gewichte von 20, 41, 57 kg/100 Stück. Die 14.2 cm großen Platten erfordern 88 Stück für 1 m<sup>2</sup>. 1 m<sup>2</sup> wiegt 36.5 kg.

Diese Verkleidungsplatten werden an der mit offenen Fugen hergestellten Mauer mittels Zementmörtel versetzt. Ihre 8 mm weiten Fugen werden mit Weißkalk verbrämt, dem man statt des Sandes Ziegelmehl und Farbstoffe (Terra di Siena, Kienruß usw.) zusetzt.

Außer diesen einfarbigen Platten werden auch dessinierter Mosaikplatten von 17 × 17 cm Größe und 2 cm Dicke hergestellt. 1 m<sup>2</sup> erfordert 35 Stück quadratische, 30 Stück sechseckige, 35 Stück achteckige Platten nebst 35 Einlagen.

## VI. Formsteine, Profilsteine.

Werden die Fassaden von Ziegelmauerwerk als Rohbau ausgeführt, so müßten die Architekturteile, wenn man sich nicht mit ganz einfachen Formen begnügt, die sich aus gewöhnlichen Ziegeln herstellen lassen, aus Haustein oder Putz durchgeführt werden. Will man aber die ganze Fassade durchgehends aus Backsteinen allein herstellen, so muß man für die Profilierungen (Gesimse usw.) eigens geformte Backsteine, sogenannte Formsteine oder Profilsteine anfertigen.

Ihre Außenflächen werden häufig engobiert oder glasiert (siehe S. 70).

Normaltypen, welche die am häufigsten vorkommenden Formen umfassen, wurden aufgestellt vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein und vom Berliner Architekten-Verein.

### a) Normaltypen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Die Abmessungen der geschlemmten Verkleidungsformziegel wurden auf Grund des in der Wiener Bauordnung festgesetzten Ausmaßes der Mauerziegel von  $6.5 \times 14 \times 2.9$  cm für eine Fugendicke von 8 mm mit  $6.7 \times 14.2 \times 29.2$  cm festgestellt.

#### I. Serie: Normalformen.

Fig. 134.

I

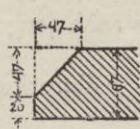


Fig. 135.

II

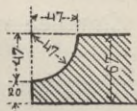


Fig. 136.

III

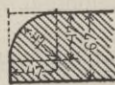


Fig. 137.

IV



Fig. 138.  
V

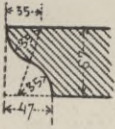


Fig. 139.  
VI

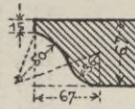


Fig. 140.  
VII

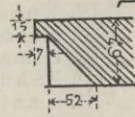


Fig. 141.

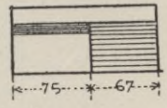


Fig. 142.  
VIII

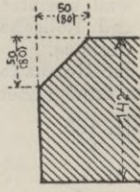


Fig. 143.  
IX



Fig. 144.  
X

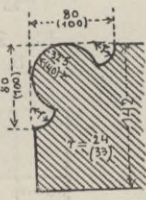


Fig. 145.  
XI

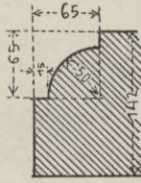
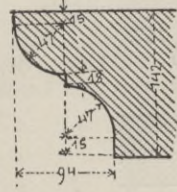
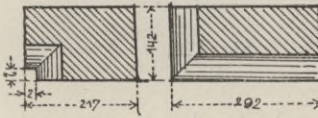


Fig. 146.  
XII

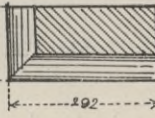


Eckstücke zu I—VI

inneres.  
Fig. 147.



äußeres.  
Fig. 148.



Linkes Eckstück zu VII.  
Fig. 149.

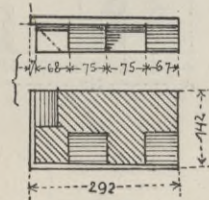


Fig. 151. Fig. 152. Fig. 153.

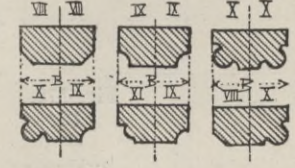


Fig. 150.

Fig. 154. Fig. 155. Fig. 156.

VIII a.

IX a.

X a.

Fig. 157.

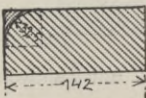


Fig. 159.

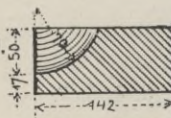


Fig. 161.

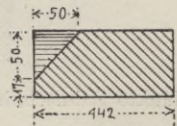


Fig. 158.



Fig. 160.

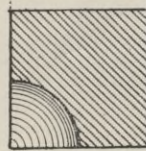


Fig. 162.



Type Nr.	I. Fasenstein,	Fig. 134, 147, 148.
" "	II. Hohlkehle,	" 135, 147, 148.
" "	III. Viertelstab,	" 136, 147, 148.
" "	IV. Rundstab,	" 137, 147, 148.
" "	V. Karnies,	" 138, 147, 148.
" "	VI. Sima,	" 139, 147, 148.
" "	VII. Zahnschnitt,	" 140, 141, 149, 150.
" "	VIII. Kantenfase,	" 142, 151, 156, 158.
" "	IX. Kantenhohlkehle,	" 143, 152, 154, 155, 159, 161.
" "	X. Kantenrundstab,	" 144, 153, 154, 156, 161, 162.
" "	XI. Kantenviertelstab,	" 145, 155.
" "	XII. Konsole.	" 146.

I—VII und XII dienen für Sockel und Gesimse.  
 VIII—XI } für Kanten, Pfeiler und Rollscharen.  
 } als Rollscharen für Gesimse.

II. Serie: Supplementformen, als Ergänzung der Normalformen, um eine feinere Durchbildung der Architektur zu ermöglichen.

Fig. 163.

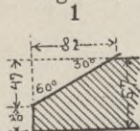


Fig. 164.

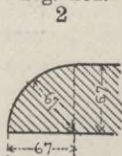


Fig. 165.

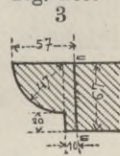


Fig. 166.

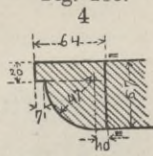


Fig. 167.

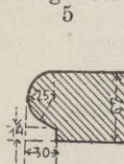


Fig. 168.

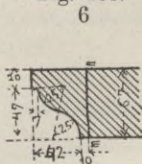


Fig. 169.

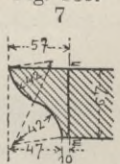


Fig. 170.

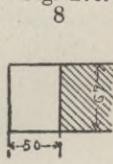


Fig. 171.

Vorderansicht zu 8.

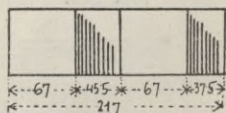


Fig. 172.

12

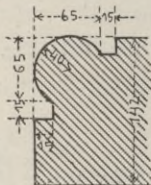
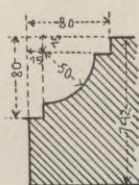


Fig. 173.

13



Linkes Zahnschnitt-Eckstück zu 3, 4, 6, 7.

3, 4, 6, 7 mit Zahnschnitt.

Fig. 174.

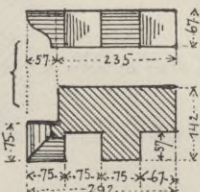
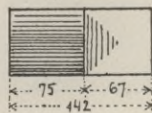


Fig. 176.



Anfangsteine.

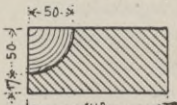


Fig. 177.

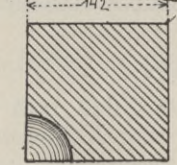


Fig. 178.

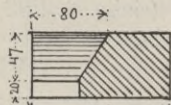


Fig. 179.

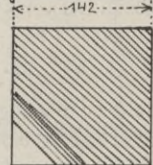


Fig. 180.

- Nr. 1. Flache Fase (Fig. 163).  
 2. Viertelstab: Zwei Viertelstäbe geben einen Rundstab (Fig. 164).  
 3. „ „ mit unterem Plättchen (Fig. 165, 174—176) als Ergänzung  
 4. „ „ „ oberem „ „ 166, 174—176) zu III (Fig. 136).  
 5. Rundstab mit Plättchen, z. B. als Ästragal (Fig. 167)  
 6. Karnies „ „ (Fig. 168, 174—176) als Ergänzung zu V  
 7. „ „ „ 169, 174—176) (Fig. 128).  
 8. Geräder Zahnschnitt (Fig. 170, 171).  
 9. Große Kantenfase, wie VIII (Fig. 142)  
 10. „ Kantenhohlkehle „ IX „ 143 } nur gelten die eingeklam-  
 11. Kantenrundstab „ X „ 144 } klammerten Koten.  
 12. Eingesetzter Rundstab (Fig. 172) werden auch kombiniert zu einem  
 13. Eingesetzte Hohlkehle „ 173) intermittierenden Rundstab.  
 3, 4, 6, 7 (Fig. 165, 166, 168, 169) sind dargestellt für Zahnschnittformen für eine  
 Zahnlänge = 75 mm.  
 Zahnluke = 67 „  
 Zahntiefe = 57 „  
 man bezeichnet den Hintergrund der Zahnluke.

b) Normaltypen des Berliner Architekten-Vereines.

Fig. 181.

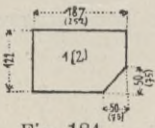


Fig. 184.

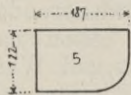


Fig. 187.

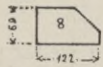


Fig. 191.

Fig. 182.



Fig. 185.

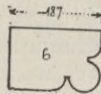


Fig. 188.



Fig. 189.



Fig. 192.

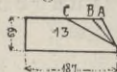


Fig. 183.

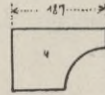


Fig. 186.

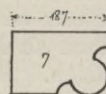


Fig. 190.



Fig. 193.

- Nr. 1. Kleiner Schmiegestein (Fig. 181).  
 2. Großer „ „ wie Nr. 1, nur gelten die eingeklammerten Koten.  
 3. Achteckstein „ (Fig. 182).  
 4—7. Profilsteine „ (183—186).  
 8—12. Gesimssteine „ (187—191). Sie sind 252 mm lang.  
 Für sie bestehen auch Ecksteine.  
 13—14. Schrägsteine (Fig. 192, 193).

## VII. Dachziegel

(siehe S. 298—304 des II. Teiles: Ziegeldächer).

## VIII. Gewölb-Formziegel

(siehe S. 177—182 des II. Teiles: Deckenkonstruktionen).

### B. Poröse Ziegel (Tuffziegel).

Die porösen Ziegel werden dadurch erhalten, daß man dem Ton 30—50% verbrennbare Stoffe (Torf, Lohe, Koks oder Kohlenstaub, Sägespäne usw.) in Pulverform zusetzt. Indem diese verbrennen, erzeugen sie Hohlräume („Poren“).

Porenvolumen = 0·3—0·5 des Steinvolumens.

Die porösen Ziegel sind leichter, schlechtere Wärmeleiter, aber minder fest und weniger wetterbeständig als die Vollziegel.

Verwendung: nur im Innern, für Mauern, die möglichst leicht sein sollen. Über spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit siehe S. 83 bzw. 84.

### C. Lochziegel oder Hohlziegel.

Sie haben 1—9 Kanäle von rechteckigem, quadratischem oder kreisförmigem Querschnitt, „Löcher“, in 1—3 Reihen sowohl || Länge als auch || Breite sowie || Dicke.

Vorteile: *a)* sie sind wesentlich leichter als Vollziegel (siehe S. 83);

*b)* trocknen schneller und gleichmäßiger;

*c)* erfordern weniger Ton;

*d)* isolieren gut gegen Wärme, Kälte, Feuchtigkeit und Schall.

Die Wandstärke = 1·5—2 cm.

Sie haben dasselbe Format wie die Vollziegel beziehungsweise die Verblender.

## § 4. Klinker.

Die Klinker (siehe § 1) werden besonders stark gebrannt und durchwegs oder nur außen gesintert. Sie sind sehr hart und wasserundurchlässig und kommen an Festigkeit, Dauerhaftigkeit usw. den besten natürlichen Steinen gleich. Man verwendet sie, wenn die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der gewöhnlichen Ziegel nicht mehr ausreicht: für sehr stark belastetes Mauerwerk und für Pflasterungen.

Gute Klinker sollen sein:

*a)* sehr hart, so daß sie beim Beschlagen Funken geben;

*b)* sehr dicht, wasserundurchlässig;

*c)* frei von Rissen, Sprüngen, Blasen usw. Dann geben sie einen hellen Klang beim Anschlagen;

*d)* vollkommen ebenflächig, rein-, scharf- und geradkantig.

Ihr Format ist in der Regel das der gewöhnlichen Mauer- und Pflasterziegel.

Über Luftdurchlässigkeit (siehe S. 51).

„ spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit siehe S. 83 bzw. 84.

Gattung	Dicke cm	Breite cm	Länge cm	Stück f. 1 m <sup>2</sup>	Bemerkung
Trottoirplatten	4·5	15	15	42	4teilig od. glatt
	5	20	20	25	
Einfahrtsplatten	6	20	20	25	
Flurplatten	7	20	20	25	
Stallsteine	5·5	10	15	60	abgefast
Straßenpflastersteine	8	9	20	50	abgefaste Kanten
Randsteine für Trottoireinfassungen	12	18	47		
Trottoirrinnen	6	20	20		
Pfeilerklinker	6·5	14·5	29	5	

Erzeugnisse der Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft in Wien.

Gattung	Beschaffenheit	Dicke cm	Breite cm	Länge cm	Stück für 1 m <sup>2</sup>	Gewicht kg/m <sup>2</sup>	
Pflasterplatten	glatt	2·0	17	17	34	46	
		2·5				58	
		3·0				70	
	gerippt	2·0	17	17	34	46	
		2·5				48	
		3·0				56·5	
	4kuppig		2·5	17	17	34	66
			3·0				76
			3·5				63
			3·5				73
Stallstöckel	glatt oder 2kuppig	5·0	6	17	100	110	
			6·5	15	130		



## Fabrikate von Lederer &amp; Nessényi (Wien).

Gattung	Beschaffenheit	Farbe	Dicke	Breite	Länge	Stück für 1 m <sup>2</sup>	Gewicht kg/m <sup>2</sup>
Wandbeklei- dungs- oder Pflasterplatten	glatt	naturfärbig, gelb oder grau	1·8—2·0	16	16	38	45
			2·8—3·0	16	16	38	70
Stallstöckel	diagonal ge- rippt	gelb oder gelb und grau	2·0—2·2	16	16	38	50
	4-, 8- oder 9kuppig	gelb, grau, rot oder braun	2·8—3·0	16	16	38	70
	4- "	} gelb oder grau	3·3—3·5	16	16	38	90
	9- "		3·8—4·0	18	18	31	
	abgefast 2- oder 3kuppig		5·0	6	17	98	130
	glatt		5·0	6	17	98	130
	"	braun	6·5	6	17	98	150

cm

## Feine Klinker.

„Uniplatten“: 2 cm dick; gelb, grau, weiß — glatte Oberfläche oder mosaikartig  
 3 " " " " 4- oder 9kuppig  
 3·5 " " " " 8- "  
 2·5 " " " " viel- "  
 diagonal feine Rippen.

Fond- oder Bordüreplatten: dessinirt, 2- oder mehrfärbig.

## Wandverkleidungsplatten.

1·4—2 cm dick: gewöhnlich mit Glasur aus Feinklinkermaterial  
 1 " " glasierte Tonplatten; gelb, grau oder weißlich.

## Fayenceplatten.

Sie sind einfarbig weiß oder haben Musterdruck.

## Schornsteinaufsätze.

Weite = 15, 17·5, 20, 25, 30 cm  
 Höhe = 70, 90, 120, 150, 180 „

### § 5. Terrakotten.\*)

Eigentlich ist unter Terrakotta jede gebrannte unglasierte Ware aus gelb- oder rotbrennendem Tone zu verstehen. Gewöhnlich bezeichnet man aber damit: Dekorationsstücke aus einer Gemenge von plastischen, verschiedenfarbigen Tonen und reinem weißen Flußsand u. dgl. Nach dem Brennen werden sie meistens engobiert.

Ihr Schwindmaß beträgt etwa  $\frac{1}{12}$ .

Man verwendet sie für: Kapitäle, Säulenschäfte (bis zu 6·5 m Höhe), Gesimsteile, Konsolen, Statuen (bis 5 m hoch), Karyatiden, Kreuzblumen, Turmspitzen, Rosetten, Medaillons usw., ferner für Hohlsteine zu Deckenkonstruktionen (Hourdis usw.).

### § 6. Steinzeug.

Von den verschiedenen Arten von Steinzeug hat eine Bedeutung für das Bauwesen nur das gewöhnliche Steinzeug. Seine Farbe ist grau, gelblich, rötlich oder bläulich. Es ist sehr hart, sehr fest und sehr widerstandsfähig gegen Abnutzung. Man verwendet:

1. innen und außen glasierte 0·8—1·0 m lange Röhren mit festen oder beweglichen Muffen für Wasser-, Abort-, Kanal-, Dunstleitungen usw.

a) gerade Röhren:

lichter Durchmesser = 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 1000 mm.

Wandstärke	$\left\{ \begin{array}{l} = 18, 19, 19, 20, 21, 21, 22, 22, 23, 26, 28, \\ 32\cdot5, 32\cdot5, 33 - 35, 40, 50. \\ \text{WB}^{**}) = 20, 20, 20, 20, 20, 20, 20, 25, 25, 25, 25, \\ 25, 30, 30, 30. \end{array} \right.$
mm	

Gewicht	$\left\{ \begin{array}{l} = 10\cdot2, 13, 18, 22, 28, 34, 37, 42, 49, 64, 80, 95, \\ 114, 129, - 170, 240, 330. \\ \text{WB} = 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 47, 60, 74, 85, \\ 110, 128, 140, 160. \end{array} \right.$
kg/ld. m	

Die geraden Röhren werden auch durchlocht hergestellt.

b) Bogenstücke mit Radien von 0·25, 0·5, 1·0 und 2·0 m und 0·5—0·7 m Länge.

c) 0·5—0·7 (0·8 \*\*) m lange Kniestücke; 0·6 m lange einfache Zweigröhren und T-Stücke;

0·6 m lange doppelte Zweigröhren und Kreuzstücke; Reduktionsstücke.

Das spezifische Gewicht der Steinzeugrohre = 2200—2500 kg/m<sup>3</sup>.

Die Wasseraufnahmefähigkeit = 2—3%.

Die Bruchfestigkeit = 120—130 kg/cm<sup>2</sup>

Sie können einen Druck bis 15 kg/cm<sup>2</sup> aushalten.

2. Ausgußbecken, Gainzen (Aborttrichter), Putzrohre, Fettfänge, Siphons, Schachtdeckel, Einlaufgitter, Rinnen, Kanalsohlen, Schornsteinaufsätze, Dunsthüte, Rauchröhren und Balluster.

Deckplatten für Mauern, Pleiler, Ballustraden, Schornsteine, Ventilationsschläuche.

3. Saumsteine als Sockel für Gitter; Randsteine für Pflasterungen.

\*) terra: Erde; cotta: gebrannt — französ. terre cuite.

\*\*) Erzeugnisse der Wienerberger Ziegelfabrik- und Baugesellschaft.

4. Fliesen für Fußböden, Gehwege usw. und für Wandverkleidungen.  
 $20 \times 20$  cm große, braun glasierte Pissoirwandkacheln.  
 $16 \times 16$  cm große und 2 cm dicke, glatte, gelbe Pissoirwandplatten.  
 $16 \times 16$  cm große und 3 cm dicke, graue, 4- oder 9kuppige Pissoirbodenplatten.  
 $16 \times 24 \times 21 \times 21$  cm große Herdverkleidungskacheln mit blauer Emailglasur.  
 $15 \times 15$  cm große Herdverkleidungskacheln mit weißer Emailglasur.  
 $15 \times 17$  oder  $17 \times 17$  cm große Badewannenfliese mit weißer Emailglasur oder dessinert.  
 $16 \times 16$  cm große weiße Mosaikplatten.

### § 7. Feuerfeste Ziegel.

Sie werden aus einem Ton hergestellt, der reich an Kieselsäure und Tonerde und arm an Kalk, Eisen und Alkalien ist und dem man Schamotte, Sand, Kohle, Koks, Serpentin, Talk, Graphit, Steinzeug- oder Porzellanscherben beimischt.

Feuerfeste Ziegel	V e r w e n d u n g
Dinasziegel oder Quarzziegel	Bau von Stahl-, Schweiß-, Flamm-, Glas- und Porzellanöfen. Gewölbe in Martinsöfen usw.
Schamotteziegel	Ausmauerung von Zimmeröfen und Küchenherden. Herstellung von Backöfen, Flammöfen mit direkter Feuerung, Hochöfen, Glasschmelzöfen, Rosten, Heizschächten, Heizkanälen.
Gemischte Quarzziegel	Sohlkanäle in Koksöfen. Oberteile der Tiegelöfen, der Nickelschmelzöfen; Puddelöfen, Schweißöfen, Glasöfen.
Bauxitziegel	Bleiraffinerien.
Dolomitziegel	Ausfütterung von Konvertern beim basischen Verfahren der Schmiedeisenerzeugung.
Chromitziegel	Trennung der Magnesiaziegel und der Dinasziegel in den Siemens-Martinöfen.
Magnesiaziegel	Ausfütterung von Kalk-, Zement-, Strontian-Brennöfen, Konvertern beim Entphosphorungsprozeß in den Eisenhütten.
Koksziegel	Ausmauern von Bleiöfen. Herstellung von Wänden in den Ziegelbrennöfen.
Ganisterziegel	Auskleiden von Bessemerbirnen, Puddelöfen.

Die Schamotteziegel kommen vor:

- a) gerade: 25, 26·5, 29·0, 31·6 *cm* lang  
 12·5, 13·2, 14·5 15·8 *cm* breit  
 6·5, 8·0, 6·5, 8·0 *cm* dick  
 4·0, 5·0, 5·3, 6·8 } *kg* schwer  
 3·8, 5·2, 5·4, 7·5 }
- b) keilförmig: 5·2, 6·5, 5·2, 6·5 *cm* dick am dünneren Ende,  
 6·5, 8·0, 6·5, 8·0 *cm* „ „ dickeren „  
 3·4, 4·6, 4·8, 6·4 } *kg* schwer.  
 3·4, 4·8, 5·2, 7·0 }

Schamotteplatten:

Längen: 31·6, 31·6, 31·6, 31·6, 39·5, 47·5, 63·2, 63·2, 80·0, 80·0,  
 100·0 *cm*  
 Breiten: 31·6, 31·6, 31·6, 39·5, 39·5, 47·5, 63·2, 80·0, 80·0, 80·0,  
 100·0 *cm*  
 Dicken: 2·6, 4·0, 5·2, 5·2, 5·2, 5·2, 5·2, 8·0, 10·0, 10·0 *cm*  
 Gewichte: 5, 8, 10, 12·5, 16, 23, 40, 50, 100, 125, 200 *kg*.

## § 8. Gewicht und Festigkeit der gebrannten künstlichen Steine.

### I. Spezifische Gewichte der Ziegel (*kg/m<sup>3</sup>*).

Vollziegel	1400—2000
Lochziegel	1150—1200
dünnwandig	1000
dickwandig	1200
Poröse Ziegel	1150—1380
„ Lochziegel	900
Klinker	1600—2300.

### II. Spezifische Gewichte des Ziegelmauerwerks.

(Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.)

Mauerwerk aus	Mörtel*) aus	Spezifisches Gewicht <i>kg/m<sup>3</sup></i>	
		trocken	feucht
Handschlagziegeln	W	1500	1600
	R o. P	1570	1700
Maschinziegeln	W	1580	1670
	R o. P	1650	1770
geschlemmten Ziegeln	W	1530	1620
nachgepreßten Pfeiler- ziegeln	P	1610	1730
Klinkern	P	1920	2000
3-Lochziegeln	W	1350	1450
6- „	W	1250	1350
porösen Vollziegeln	W	1200	1300
„ 3-Lochziegeln	W	1140	1290

\*) W Weißkalk, R Romanzement, P Portlandzement.

III. Festigkeit ( $kg/cm^2$ ).

## 1. Druckfestigkeit.

Ziegel, gewöhnliche . . . . .	60—120
„ gute . . . . .	140—250
Handschlagmauerziegel, gewöhnliche . . . . .	158—263; 206*)
„ bei Schwachbrand . . . . .	150—200
„ Mittelbrand . . . . .	200—300; 258*)
gewöhnliche Maschinziegel . . . . .	205—230
„ Verblendziegel . . . . .	183
„ Wölbziegel . . . . .	125
gelb geschlemmte Verblendziegel . . . . .	205
desgleichen und nachgepreßt . . . . .	230
rotgeschlemmte Verblendziegel . . . . .	200
desgleichen und nachgepreßt . . . . .	195
gewöhnliche Lochziegel . . . . .	194
Maschinlochziegel mit 3 Löchern . . . . .	150
poröse Vollziegel . . . . .	150
„ Wölbziegel . . . . .	27
„ Lochziegel . . . . .	84
Klinker . . . . .	300—900 (700 †), 379*)
Straßenklinker (Wienerberger) . . . . .	3700.

## 2. Zugfestigkeit.

Ziegel . . . . .	25—50
gewöhnliche . . . . .	10
gute . . . . .	20
Klinker . . . . .	1000

## 3. Scherfestigkeit.

Ziegel . . . . .	12
------------------	----

## IV. Zulässige Inanspruchnahmen auf Druck.

## 1. Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Mauerwerk aus	Mörtel **) aus	Aufgehendes Mauerwerk			Gewölbe bis zu 10 m Spannweite	
		A	B	C	Druck-	Zug-
					Festigkeit $kg/cm^2$	
gewöhnlichen Ziegeln	W	5	2·5	—	5	—
	R	7·5	5	—	7·5	—
	P	10	7·5	5	10	1
Bruchstein 1/3 Ziegel + 2/3 Bruchstein	W	4	—	—	—	—
	R	5	—	—	—	—
	P	8	—	—	—	—
geschlemmten Ziegeln be- ster Sorte . . . . .	P	12	8	6	12	1
Klinkern . . . . .	P	20	15	10	20	—

\*) Mittelwerte, †) Größte Werte.

\*\*) W Weißkalk, R Romazement, P Portlandzement.

In der Tabelle 1 gelten:

	Geringste Mauerdicke	Tragpfeiler, deren kleinste Querschnittsabmessung
A	$\geq 45 \text{ cm}$	$\geq \frac{1}{6}$ der Höhe
B	$< 45 \text{ "}$	$\frac{1}{6} - \frac{1}{8} \text{ " "}$
C	$\geq 30 \text{ "}$	$\frac{1}{8} - \frac{1}{12} \text{ " "}$

2. Vorschriften des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten; \*) auch von der Berliner Baupolizei.

Mauerwerk aus	Mörtel aus **)	Zulässige Inanspruchnahme auf Druck in $\text{kg/cm}^2$
Ziegeln . .	W	7*
„ . .	Z	11* (12)
Klinkern .	Z	12—14* (14—20)
porös. Steinen	W	3—6*

Bezeichnet  $k_a$  die Druckfestigkeit der unvermauerten Steine, so beträgt die zulässige Inanspruchnahme des Ziegelmauerwerks auf Druck  $\alpha k_a$ .

Mörtelmischung			$\alpha$
Kalk	Zement	Sand	
1	—	2	0·044
7	1	16	0·048
—	1	6	0·055
—	1	3	0·063

## B. Ungebrannte künstliche Steine.

### § 1. Künstliche Steine aus lufttrockenem Ton.

Das Brennen unterbleibt

- a) damit man dessen Kosten erspart, oder
- b) weil der Ton ein Brennen nicht vertragen würde.

#### 1. Luftziegel (Lehmsteine oder Lehmbarren).

Herstellung: Lehm, den man vorher eingesumpft, aber nicht durchgetreten hat, wird nach dem Formen nicht gebrannt, sondern nur an der Luft getrocknet.

Das Schwinden beim Trocknen =  $\frac{1}{20}$  der Länge.

Eigenschaften: sie sind feuerbeständig und bei entsprechendem Schutz gegen Nässe auch dauerhaft. Der Nässe widerstehen sie nicht, und ihre Festigkeit ist gering.

Verwendung: nur für ganz untergeordnete Bauten. (Innenwände landwirtschaftlicher Gebäude, Ausmauerung von Riegelbauten).

#### 2. Lehmputzen.

Herstellung: wie die Luftziegel, nur mischt man zum Lehm, um das Trocknen zu beschleunigen, und einen besseren Zusammenhalt zu er-

\*\*) Z Zement.

zielen, 10–20% gehacktes Stroh oder Heu, langfaseriges Moos, Hanf- oder Flachsabfälle usw.

Eigenschaften: sie sind minder fest, nehmen noch mehr Wasser auf als die Luftziegel. Der Putz haftet aber an ihnen besser.

Ziegelart	Länge cm	Breite cm	Dicke cm	Gewicht kg	Erfordernis an			1 m <sup>3</sup> Mauer- werk er- fordert Stück Ziegel
					Lehm m <sup>3</sup>	Stroh	Flachs- od. Hanfabfällen	
					für 1000 Stück			
Luftziegel	30	14	8–10	5–7	4·6–4·8			295–220
	26	12·5	8	4–4·5	3·8			390
Lehmpatzen	39	20	16	18·5				81
	30	14	14	—				—
	27	15	16	9–9·5	8	10 Bündel	22 hl	154
	29	16	14	9–9·5				154
	26	15	15	8·5–9				172
	26	13	13	6·5–7				228

## § 2. Künstliche Steine aus Mörtelmassen\*.)

Diese künstlichen Steine erhärten, ohne daß ein Brennen stattfinden muß.

### I. Aus Kalkmörtel.

#### 1. Kalksandsteine.

Kalkziegel, Sandsteinziegel.

Herstellung: feinstgepulverter, ungelöschter Kalk + viel Sand wird mit wenig Wasser gelöscht, unter Einwirkung von gespanntem Dampf durchgearbeitet, dann unter starkem Pressen geformt.

Aussehen und Härte sind wie beim Sandstein.

Eigenschaften: sie sind weniger widerstandsfähig gegen Stöße und lassen sich nicht so gut behauen wie gebrannte Ziegel, sind aber wetterfester als Luftziegel.

Druckfestigkeit: 100–240 kg/cm<sup>2</sup>.

Da die Kalkziegel Hitze nicht vertragen, so darf man sie zu Feuerungen oder Rauchfängen nicht verwenden.

Sie brauchen keinen Putz.

Erdfeuchtigkeit muß ferngehalten werden.

Stark vorspringende Mauerteile aus ihnen zerfriren leicht.

Verwendung: namentlich bei landwirtschaftlichen Bauten; in tonarmen Gegenden auch bei sonstigen Hochbauten.

#### 1 a. Kalksandziegel.

Herstellung: 1 Volumen dicke Kalkmilch + 6 Volumina grober lehmfreier Sand werden sorgfältig gemischt und daraus nach 8–10 Tagen Ziegel geformt.

Diese sind nach 24 Stunden zu vermauern.

Nach 4 Wochen sind sie an der Luft erhärtet.

Sie sind frostbeständig und ziemlich fest.

Verwendung: als Ersatz für gebrannte Ziegel in Gegenden, wo Ziegelton fehlt, aber guter Sand vorhanden ist.

\* Siehe auch S. 61 des II. Teiles dieses Werkes.

### 1b. Kunstsandstein.

Herstellung: feiner Sand + Kies (auch Glaspulver) + Staubbkalk + Portlandzement + wenig Wasser werden gemischt und in Formen gestampft.

Verwendung: Ersatz der natürlichen Steine für Mauerverkleidungen, Stufen- und Fußbodenbelag, Ornamente.

### 1c. Hydrosandstein.

Herstellung: Staubhydrat + reiner gewaschener Sand + Wasser werden maschinell geknetet und in Formen gestampft, in weichem Zustande vom Steinmetz oder Bildhauer bearbeitet und nach oberflächlichem Austrocknen in einem geschlossenen Behälter einem Dampf- oder Wasserbade von  $95^{\circ}\text{C}$  2...3 Tage lang ausgesetzt, worauf man vorsichtig abkühlt.

Eigenschaften: er erhärtet vollständig hydraulisch und gleicht vollkommen dem natürlichen Sandstein.

Eine Mischung 1:7 erlangte nach 28 Tagen eine

Zugfestigkeit =  $34\text{ kg/cm}^2$

Druckfestigkeit =  $267$  „

## 2. Bimssandsteine

rheinische Schwemmsteine, Tuffsteine.

Herstellung: 1 Volumen Kalkmilch + 9 Volumina Bimssteinsand werden bestens gemengt, geformt und 2–3 Monate an der Luft trocknen gelassen.

Eigenschaften: sie sind sehr leicht, billig, wetter- und feuerbeständig, lassen sich sägen, sind schwammsicher, isolieren gut gegen Wärme, Kälte und Schall. Der Putz haftet leicht und dauerhaft. Sie sind aber nur wenig tragfähig.

Spezifisches Gewicht:  $700\text{--}950\text{ kg/m}^3$

Druckfestigkeit:  $17\text{--}27\text{ kg/cm}^2$ .

Zum Versetzen verwendet man Mörtel aus Kalk + Bimssteinsand.

## 3. Schlackenziegel.

### a) Kalk-Schlackensteine.

Herstellung: Man mengt Kalkbrei + granuliert Hochofenschlacke.

Eigenschaften: sie sind poröser, luftdurchlässiger und billiger als gewöhnliche Ziegel, halten warm und trocken.

Spezifisches Gewicht:  $1200\text{ kg/m}^3$

Druckfestigkeit:  $45\text{--}90\text{ kg/cm}^2$ .

### b) Englische Schlackensteine.

Ironbricks.

Herstellung: Hochofenschlacke wird in Eisenformen gegossen, längere Zeit glühend erhalten und dann langsam abgekühlt.

Eigenschaften: braun-schwarz, hart, schwer, wenig spröde.

Verwendung: Pflaster von Gehwegen, Höfen, Ställen usw.



#### 4. Löschiegel.

Herstellung: Kalkbrei wird mit Braun- oder Steinkohlenasche gemengt.

Eigenschaften: sehr leicht, aber wenig fest.

Druckfestigkeit: 15  $kg/cm^2$ .

#### 5. Korksteine.

Herstellung: man mengt Kalkbrei + Korkabfällen und preßt das Gemisch.

Eigenschaften: sie sind die leichtesten Bausteine, sehr schlechte Wärmeleiter, feuerbeständig, da sie Hitzen bis  $180^{\circ} C$  vertragen. Sie schwinden, reißen und faulen nicht; lassen sich schneiden, sägen, nageln, schrauben und behauen wie Holz.

Verwendung: Wände, die ein möglichst geringes Eigengewicht haben sollen; unbelastete Gewölbe; Verkleidung kalter Wände und Isolierung gegen Wärme beziehungsweise Kälte.

Spezifisches Gewicht: 330  $kg/m^3$ .

Korksteine im

österreichischen Ziegelformat	von 29 × 14 × 6·5 cm	wiegen 815 g.
deutschen	" 25 × 12 × 6·5 "	" " 600 "

Druckfestigkeit: 17  $kg/cm^2$ .

Zulässige Inanspruchnahme auf Druck: 2·8  $kg/cm^2$ .

Bruchfestigkeit: 72  $kg/cm^2$  bei Steinen

38 " " Platten.

Wasseraufnahme: 33·4% des Gewichtes nach  $\frac{1}{2}$  Tag

69·2% " " " 5 Tagen.

Wärmeleitungskoeffizient des gebrannten Korkes (siehe S. 53): 0·143.

Im Bauwesen kommen vor:

a) Steine von 3, 4, 5, 6·5 cm Dicke,  
25, 29 " Länge,  
12, 14 " Breite.

b) Platten von 3—6·5 cm Dicke,  
30, 45, 90, 94 " Länge,  
25, 30 " Breite.

##### a) Weiße Korksteine.

Die Korkstückchen werden mit einer tonigen Masse verkittet.

Nässe und Temperaturen über  $350^{\circ}$  sind fernzuhalten.

Man versetzt sie mittels Gipsmörtel.

Als Putz verwendet man Kalkmörtel + Gipszusatz.

##### b) Schwarze Korksteine.

Sie sind fester, schwerer, aber teurer als die weißen.

Man kann sie auch bei feuchter Umgebung verwenden.

Als Kittmittel benützt man Steinkohlenpech.

Zum Versetzen verwendet man Zement- oder Asphaltmörtel.

Verwendung:

a) Bekleidung kalter oder feuchter Wände;

b) feuersichere Ummantelung eiserner Träger und Säulen.

## II. Aus Zementmörtel.

### 1. Zementsteine.

Herstellung: 1 sehr fein gemahlener, langsam bindender, nicht treibender Zement + 3...6 feinkörniger, reiner, rescher Sand werden unter geringem Wasserzusatz in Formen gegossen, dann geklopft, gestampft oder gepreßt. Die Oberfläche ist aus 1 Zement + 1...2 Sand herzustellen.

Verwendung: Guß von Säulen, Kapitälern, Basen, Gesimsen, Rosetten, Medaillons, Statuen usw.

Die Zementornamente sind billiger, schneller und leichter herzustellen als solche aus natürlichen Steinen, haben aber minder scharfe Formen. Sie sind sehr dauerhaft, frostbeständig und wetterfest.

Außerdem werden aus Zementmörtel noch hergestellt:

#### 1a. Zement-Dachplatten.

In der Gestalt der Flachziegel, Dachpfannen, Hohl-, Falzziegel usw. Sie werden aus 1 langsam bindendem Romanzement +  $\frac{2}{3}$ ...2 Sand oder Hochofenschlacke, geformt und gepreßt.

Sie sind sehr wasserdicht, sehr widerstandsfähig, feuersicher und leicht.

#### 1b. Zementröhren.

Brunnen-, Wasserleitungs-, Kanal-, Drainröhren u. dgl. aus Portland-, Roman- oder Schlackenzement-Mörtel, bei größeren Weiten als Eisenzementkonstruktionen.

Die erhärteten Röhren werden, um ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, in eine Kieselsäurelösung gelegt.

Beim Verlegen werden die Fugen mit Zementmörtel vergossen.

Kreisförmiger Querschnitt				Eiförmiger Querschnitt				
Lichtweite <i>cm</i>	Querschnittsfläche <i>cm<sup>2</sup></i>	Länge <i>m</i>	Gewicht <i>kg/m</i>	Lichtweiten <i>cm</i>		Querschnittsfläche <i>cm<sup>2</sup></i>	Länge <i>m</i>	Gewicht <i>kg/m</i>
7·5	44	0·8	17	20·0	30·0	459	1·0	96
10·0	78	0·8	21·5	25·0	37·5	717	1·0	130
12·0	113	1·0	26	30·0	45·0	1032	1·0	158
15·0	176	1·0	36	35·0	52·5	1406	1·0	218
17·5	240	1·0	46·5	40·0	60·0	1836	1·0	305
20·0	314	1·0	56	45·0	67·5	2323	1·0	330
22·5	397	1·0	71	50·0	75·0	2776	0·8	470
25·0	490	1·0	86	60·0	90·0	4131	0·8	625
30·0	706	1·0	124	66·0	100·0	4998	0·8	690
35·0	962	1·0	150	70·0	105·0	5622	0·8	700
40·0	1256	1·0	200	80·0	120·0	7244	0·8	810
45·0	1590	1·0	225	93·0	140·0	9969	0·8	1150
50·0	1963	1·0	275	100·0	150·0	11503	0·8	1450
60·0	2827	1·0	389					
70·0	3848	0·8	500					
80·0	5026	0·8	620					
90·0	6361	0·8	700					
100·0	7853	0·8	750					

Die Wandstärke soll nie kleiner als 5 cm sein.

Gegenüber den Tonröhren sind die Zementröhren bei größeren Lichtweiten billiger, bei kleinen gleich teuer; sie haben eine genauere Form, können Drücke bis zu 10 at. aufnehmen und sind widerstandsfähiger gegen Stöße.

### 1c. Mosaik- oder Terrazzofliese.

Herstellung:

a) Zementpulver + Marmorstückchen + Marmorfehl werden mit Wasser vermischt oder

b) in Zementmörtel mengt man Farben oder farbige Steine, formt das Gemenge, stampft oder preßt es.

Diese Platten sind quadratisch, 6- oder 8-eckig; 30...40 cm groß und 2·5...5 cm dick.

Man verlegt sie in Zementmörtel.

### 1d. Zementplatten.

Herstellung: 1 langsam bindender Zement + 4—8 grober Sand; an der Oberfläche 1 Zement + 1 Sand.

Seitenlänge: 20—80 cm.

Verwendung: Fußböden, Pflaster, Mauerabdeckungen, Wasserrinnen.

## 2. Asbestzementsteine.

Herstellung: Zementmörtel + Asbestpulver.

Eigenschaften: feuerbeständig, wetterfest, lassen sich nageln, hobeln, sägen, schneiden; isolieren gut gegen Wärme und Schall, können poliert, bemalen, lackiert, tapeziert werden.

Plattendicke: 2—2·5 cm.

Verwendung: Fußböden, Wandverkleidungen.

Über Eternitschiefer oder Asbestzementschiefer siehe im II. Teile IV. Abschnitt, IV. Abteilung: Schieferdächer.

## 3. Zementdielen.

Man stellt sie her aus 1 Zement +

a) 3 Quarzsand — diese sind nur mit dem Meißel bearbeitbar.

b) 3 Bimssteinsand — sie lassen sich sägen, nageln usw.

Eine Seite ist glatt, die andere gerippt.

Dicke: 6—14 cm

Breite: 30—50 "

Länge: 100 "

Spezifisches Gewicht: 2160—2200 kg/m<sup>3</sup>.

Zugfestigkeit:

lufttrockene Platten . . . . .	47·2	kg/cm <sup>2</sup>
wassersatte " . . . . .	44·13	"
an der Luft ausgefrorene Platten . . . . .	39·85	"
unter Wasser " . . . . .	31·25	"
Druckfestigkeit . . . . .	22—45	"

Verwendung: Wände, Ersatz der Schuttschalung bei Decken.

### Zementdielen von J. Wygasch.

Sie haben Einlagen von Weiden- oder Drahtgeflechten. Der Zementmasse werden Sägespäne u. dgl. beigemischt.

#### 3a. Stegzementdielen von Stolte.

Sie enthalten Hohlräume parallel zu den Längskanten. Diese haben Falz und Nut.

Die Fugen werden mit Zementmörtel gedichtet.

Dielengattung	Stärke cm	Gewicht kg
Quarzsand-Zementdielen	5	82
	7	110
	10	170
	12	180
Bimssteinsand-Zementdielen	5	55
	7	70
	10	115
	12	120

(Siehe auch S. 183 des II. Teiles dieses Werkes.)

### III. Aus Gipsmörtel.

Zum Versetzen benützt man Gipsmörtel und breitköpfige, verzinkte Nägel<sup>\*)</sup>, deren Länge mindestens doppelt so groß sein soll als die Stärke der Dielen. Bei Wandverkleidungen verwendet man Drahtstifte; bei Decken geschmiedete Nägel.

Der Putz wird auf der rauhen Vorderseite 1 cm stark aufgetragen.

1. Bei Decken und Innenwänden trockener Räume putzt man mit reinem Gipsmörtel. ¶

2. Bei Außenwänden und bei Räumen, in denen Dämpfe und Dünste auftreten (Küchen, Keller, Ställe usw.):

a) werden die rauhen Flächen mit dünnem Weißkalkmörtel bespritzt, dem  $\frac{1}{3}$  Gips zugesetzt wurde, und dann

α) mit dickem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz oder

β) zuerst mit dünnem Weißkalkmörtel ohne Gipszusatz und danach mit dickem Weißkalkmörtel, dem man  $\frac{1}{5}$  Portlandzement zusetzt, geputzt;

b) oder man bespritzt die Dielenflächen mit dünnem Mörtel aus hydraulischem Kalk und putzt sie dann mit dickem Mörtel aus hydraulischem Kalk.

#### 1. Gipsdielen.

Herstellung: man mischt zum Gipsmörtel, um ihn leichter, zäher und biegsamer zu machen, Schilf- oder Bambusrohrstengel u. dgl. bei und härtet ihn (Hartgipsdielen von A. u. O. Mack).

<sup>\*)</sup> Eisennägel würden vom Gips angegriffen werden.

Dicke: 2·5—8 cm.

Breite: 25 cm.

Länge: 1·8 m.

Gewicht: 22—65 kg/m<sup>2</sup>, 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Die Gipsdielen sind billig, feuersicher, unverbrennlich, haben ein geringes Eigengewicht, lassen sich sehr einfach versetzen, geben gleich trockene Wände usw. und isolieren gut gegen Schall und Wärme. Man kann sie sägen, bohren und nageln wie Holz, vor dem sie noch den Vorzug haben, daß sie nicht faulen, stocken, modern und nicht vom Schwamm ergriffen werden.

Mängel der Gipsdielen, Schilfbretter u. dgl.: sie vertragen das Einschlagen von Nägeln nicht; die Höhlungen des Schilfes usw. bieten Brutstätten für Ungeziefer und Krankheitskeime.

Verwendung:

1. vorzugsweise für dünne Scheidewände (5—7 cm starke Dielen).
2. zur Verkleidung von Riegelbauten (außen 4—5 cm, innen 2·5—4 cm starke Dielen).
3. als Ersatz der (Schutt- und) Putzschalungen bei Decken.
4. zu Isolierungen bei Wänden und Dächern.

### Festigkeit der Gipsdielen.

Gipsdielen	Stärke cm	Tragfähigkeit: gleichmäßig verteilte Nutzlast in kg/m <sup>2</sup> bei einer Freilage der Dielen in m								Mit	
		0·75	1·00	1·25	1·50	1·75	2·00	2·25	2·50	Portland- zementbe- ton von 60	Glattstrich von 20
Vollgipsdielen . . . . .	3	80	35								
	4	155	72	34							
	5	255	126	66							
	7	486	274	175	122	89					
Hohlgipsdielen . . . . .	10	922	520	332	232	169	130	101			
„	12	1260	710	454	317	231	177	138	113		
Vollgipsdielen . . . . .	7	1200	670	430						3	2
	7	1480	830	535						5	2
Hohlgipsdielen . . . . .	10	1200	670	430	300					3	—
	10	1320	750	480	340					3	2
	10	1670	1000	640	450					5	2
	12	1670	1000	640	450					5	—

Die Bruchfestigkeit = 40—50 kg/cm<sup>2</sup>.

Die Längskanten erhalten (ausgenommen die 2·5 cm starken Dielen) Falze und Nuten, mit denen sie ineinandergelegt werden.

In der Regel ist die Vorderseite rau und die Rückseite glatt oder mit Asphaltpappe belegt. Die rauhe Vorderseite ist stets freizulegen.

### 2. Gipsschlackenplatten.

Sie werden aus bestem Gipsbrei + reiner Schlacke hergestellt. Beiderseits sind die Flächen rau.

Dicke samt beiderseitigem Verputz: 5·5 oder 7 *cm*.  
Gewicht: 45 *kg/m*<sup>2</sup>, 1250 *kg/m*<sup>3</sup>.

### Gedübelte Gips-schlackenplatten.

Fig. 143.

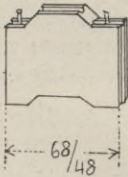
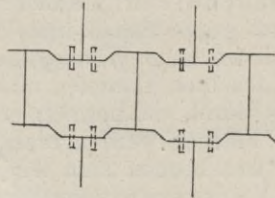


Fig. 144.



Das Versetzen erfolgt mittels Gipsmörtel.  
Zum Putz verwendet man ebenfalls Gipsmörtel.  
Verwendung: wie die Gipsdielen, werden aber diesen vorgezogen.  
Eingeschlagene Nägel halten fest.

### 3. Hohldielen.

Sie bestehen nur aus reinem, sehr hartem Gips ohne Rohreinlagen und enthalten 5, 7 und 10 *cm* weite zylindrische Kanäle.

Sollen sie größere Belastungen aufnehmen, so armiert man sie mit Drahteinlagen.

Stärke: 7, 10 und 14 *cm*  
Breite: 20, 35 und 40 *cm*  
Länge: 1·0 und 1·25 *m*  
Gewicht: 55, 80 und 102 *kg/m*<sup>2</sup>  
(siehe auch die Tabelle auf S. 91).

Eigenschaften: sie können viel Feuchtigkeit aufnehmen, ohne zu erweichen oder an Festigkeit zu verlieren.

### 4. Schilfbretter.

Für sie gilt das bei den Gipsdielen gesagte.

Man stellt sie her aus gutem Gipsmörtel und ausgesuchtem Schilfrohr.

Dicke: 2·5—12 *cm*  
Größe: 1 *m*<sup>2</sup>  
Gewicht: 20—84 *kg/m*<sup>2</sup>.

Zum Versetzen benützt man Gipsmörtel und verzinkte Nägel, die wenigstens um 3 *cm* länger sein müssen als die Dicke der Bretter.

Als Putz verwendet man Gipsmörtel; zum Verfugen mit Leimwasser angemachten Gips.

### 5. Spreutafeln.

Darunter sind zu verstehen 67 *cm* lange, 30 *cm* breite und 10 oder 13 *cm* dicke Hohltafeln aus einem Gemenge von Gips- und Kalkmörtel mit Spreu, Sägespänen, Kork, Lohe, Tierhaaren, unter Zusatz von Leimwasser.

Die Hohlräume sind rechteckige Kanäle, parallel zur Längsrichtung und umfassen 35% des Volumens.

Spezifisches Gewicht =  $500 \text{ kg/m}^3$

$50 \text{ kg/m}^2$

bei 10 cm starken Tafeln

60 bis  $65 \text{ kg/m}^2$  " 13 " " "

Festigkeit:  $25.7 \text{ kg/cm}^2$ .

Eigenschaften: sie sind feuerbeständig, haben ein geringes Gewicht, isolieren gut gegen Schall und Wärme, lassen sich sehr einfach versetzen, geben gleich trockene Wände, lassen sich sägen, widerstehen aber nicht der Nässe oder feuchten Dämpfen oder aufsteigender Erdfeuchtigkeit. Dagegen schützt man durch sie Imprägnieren.

Beide Flächen werden rauh gelassen.

Als Putz benützt man Gipsmörtel.

Zum Versetzen verwendet man Gips- oder Kalkmörtel, dem man Gips zusetzt.

### 6. Holzseilbretter.

Sie werden hergestellt, indem man Seile aus Holzwolle mit flüssigem Wasserglas imprägniert und, dicht aneinander gelegt, mit Gipsbrei zu  $2.5 \text{ m}$  langen,  $40 \text{ cm}$  breiten und  $2.5\text{--}10 \text{ cm}$  dicken Brettern verbindet.

Gewicht:  $2.5 \text{ cm}$  dicke Bretter wiegen  $15 \text{ kg/m}^2$

$9 \text{ cm}$  " " " "  $51$  "

Eigenschaften: sie sind sehr fest, reißen, schwinden, faulen nicht, isolieren gut gegen Wärme und Schall, sind feuerbeständig, lassen sich sägen, nageln und hobeln.

Verwendung: dünne, leichte Scheidewände, Verschalungen und Isolierungen.

### 7. Kokosgipsdielen oder Kokolithplatten.

Dem Gips werden Kokosfasern beigemischt.

Plattendicke:  $1.5\text{--}5 \text{ cm}$ .

Verwendung: Verschalungen, Trägerummantelung.

### 8. Coalithbauplatten.

Sie werden hergestellt aus: 4 Gips + 7 Kesselschlacke + Wasser.

Man verwendet sie für Wände:

$5 \text{ cm}$  dick bei  $5.50 \text{ m}$  Zimmertiefe und normaler Geschoßhöhe,

$7.5$  " " " größerer " beziehungsweise "

## IV.

### 1. Xylolith\*) oder Steinholz.

Magnesiakitt (gebrannte Magnesia) wird mit einer  $30\%$ igen Chlor-magnesialösung mit Holzstaub, Werg, Juteabfällen u. dgl. vermischt und in Formen gepreßt.

Eigenschaften: Xylolith ist wetterbeständig, wasserfest, wasserundurchlässig, widersteht Säuren, ist ein schlechter Wärmeleiter, entzündet sich auch bei stärkstem Feuer nicht, läßt sich zwar nicht nageln und schneiden, aber sägen, hobeln, stemmen und feilen.

Die Poren umfassen  $6\%$ .

\*) xylos = Holz, lithos = Stein (griech.).

Die Wasseraufnahme beträgt:  
 in 12 Stunden: 2·07% des Gewichtes  
 „ 38 „ 3·8% „ „

Spezifisches Gewicht: 1400  $kg/m^3$   
 wassersatt trocken

Zugfestigkeit:	162	976	$kg/cm^2$
Druck	749	902	„
Bruch	412		„

Verwendung: Fußböden\*), Belag für Stiegenstufen, Wandverkleidungen.

## 2. Parkettolith.

Quadratische Tafeln aus Xyolith, deren 5...6 *cm* weite Fugen mit anders gefärbtem Xyolith ausgegossen werden.

## 3. Legnolith\*\*).

(Ähnlich dem Xyolith.)

## 4. Hygiol oder Hylol.

Holzpulver wird mit einem Kitt gepreßt und 1 *cm* stark auf einer Betonunterlage aufgebracht.

Hygiol läßt sich schleifen und polieren.

## 5. Torgament.

Aus Sägespänen und einer verkittenden Masse wird an Ort und Stelle ein Estrich aufgetragen und gevlättet.

## 6. Asbestit.

Sägespäne und Albestmehl werden verkittet und gepreßt und 1·5 *cm* stark auf einer Betonunterlage aufgebracht. Darüber gibt man in 3 *mm* Stärke langfaserigen Asbest.

## 7. Lapidit.

Es ist ein Gemisch aus Korkabfällen, Asche, Kohlenlösch, Torf, Sägemehl, Sand und Wasser, das dann gepreßt wird.

## 8. Papyrolith.

\*) Siehe S. 222 des II. Teiles.

\*\*\*) legnum = Holz (latein.).



## IV. Kapitel.

### Mörtel.

#### § 1. Allgemeines.

Die Verbindung der Steine eines Mauerkörpers erfolgt mittels eines Bindemittels, das in teigartigem Zustande eingebracht wird, und nachdem sich seine Erhärtung vollzogen hat, die von ihm berührten Steinflächen fest miteinander verkittet.

Dieser Übergang aus dem teigartigen Zustand in den festen ist bei den „chemischen“ Bindemitteln (§ 3 bis 19) von einer chemischen Umwandlung derselben begleitet, von deren richtigem Verlaufe der Erfolg abhängt.

Bei den „mechanischen“ Bindemitteln (§ 20) erfolgt diese Erhärtung, ohne daß eine chemische Umwandlung eintritt:

- a) durch Austrocknen oder
- b) durch Erstarren aus dem Schmelzflusse.

Die chemischen Bindemittel werden nur ausnahmsweise für sich allein verwendet. In der Regel mischt man das eigentliche Bindemittel, den „Grundstoff“ oder die „Mörtelspeise“ (Weißkalk, hydraulischen Kalk, Romanzement, Portlandzement usw.) mit einem „Füllstoffe“ (Sand usw., § 2), unter Wasserzusatz, zu einem Teig (Brei), den Mörtel.

Der Füllstoff wird nicht nur deswegen zugesetzt, weil man dann weniger von dem teuren Grundstoffe braucht, und dadurch ein Ersparnis an Kosten erzielt, sondern auch darum, weil die Festigkeit des mit einem Füllstoffe zu Mörtel vermischten Bindemittels größer ist, als die des Grundstoffes für sich allein.

I. Die Luftmörtel dürfen nur an trockener Luft verwendet werden. Dahin gehören:

- a) Weißkalkmörtel (§ 6),
- b) Gipsmörtel (§ 16),
- c) Lehmörtel (§ 20).

II. Die hydraulischen oder Wassermörtel erhärten auch unter Wasser, werden wasserdicht und wasserbeständig. Das sind die Mörtel aus:

- a) hydraulischem Kalk (§ 8),
- b) Romanzement (§ 10),
- c) Portlandzement (§ 12),
- d) hydraulischen Zuschlägen (§ 14).

#### I. Wirkungsweise des Mörtels.

Der mit Wasser angemachte breiflüssige Grundstoff füllt die Hohlräume des Füllstoffes aus und umhüllt dessen Körner alleseits. Wenn er erhärtet

ist, so haftet er an den Sandkörnern, und da er dann auch eine beträchtliche Festigkeit besitzt, so verbindet er diese miteinander zu einer festen Masse.

Bringt man daher eine Mörtelschichte zwischen zwei Steine, so haftet der erhärtete Mörtel auch an den von ihm berührten Steinflächen und stellt eine feste Verbindung derselben her. Er verhindert ein Abheben der Steine voneinander um so mehr, je größer seine Zugfestigkeit ist, und einer Verschiebung in der Richtung der Fuge setzt er einen größeren Widerstand entgegen, als dies die Reibung allein vermöchte.

Der Mörtel „gesteht“, wenn er zu erhärten beginnt; er hat „abgebunden“, sobald er fest geworden ist.

Wasserentzug (durch Erwärmung, großen Druck usw.) beschleunigt das Festwerden; Wasserüberfluß, Bewegung des Mörtelbreies verzögern es.

### 3. Bereitung des Mörtels.

Die Mörtelbereitung, d. i. die Mischung des eigentlichen Bindemittels mit dem Sande usw., erfolgt im allgemeinen durch Handarbeit; bei größeren Bauführungen aber besser mittels Mörtelmischmaschinen (Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. IV, Abt. 3, Lief. 4, Kap. XV).

In größeren Städten bestehen eigene Unternehmungen, die sich mit der fabrikmäßigen Herstellung des Weißkalkmörtels befassen (Mörtelfabriken).

## § 2. Die Füllstoffe der Mörtel oder Mörtelspeise.

### I. Arten der Füllstoffe.

Man verwendet:

1. am besten Quarzsand. Minder gut ist Kalksand oder Sand aus anderen Gesteinen.
2. Flußsand ist besser als Grubensand, weil er reiner ist.
3. granuliertes Hochofenschlacke (Schlackensand).
4. Ziegelmehl aus hartgebrannten Ziegeln.
5. „hydraulische Zuschläge“.

(siehe § 14).

### II. Beschaffenheit des Sandes.

Guter Sand muß sein:

1. scharfkantig („resch“), weil das Bindemittel sich mit diesem besser verbindet als mit einem Sande von rundlicher Gestalt. Der Sand knirscht dann beim Verreiben zwischen den Fingern.

2. am besten von gemischtem Korn, da bei diesem die Hohlräume der großen Sandkörner durch die kleineren Körner gut ausgefüllt werden.

3. rein, d. h. frei von erdigen, lehmigen, pflanzlichen Beimengungen.

Unreiner Sand, in ein mit Wasser gefülltes Glas geschüttet, trübt das Wasser. Er muß vor der Verwendung gewaschen werden.

#### 1. Waschen des Sandes.

Man macht aus Brettern einen Kasten von der Art eines Mörtelkastens (siehe § 5), gibt seinem Boden ein Gefälle gegen die Abflußöffnung, schüttet dann den zu waschenden Sand hinein und läßt an der höchsten Stelle

Wasser einfließen, so daß es den Sand, den man dabei fortwährend umschaufelt, durchrinnt und dessen Verunreinigungen fortspült. Wenn nicht mehr trübes, sondern klares Wasser ausfließt, ist der Sand gereinigt.

### Spezifisches Gewicht des Sandes.

(Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.)

Sand		wiegt	1400	$kg/m^3$
„	fein, trocken	„	1400—1600	„
„	„ feucht	„	1900—2050	„
„	grob	„	1400—1500	„
„	trocken	} (Mittelwerte)	1500	„
„	naß		2000	„
Kies		„	1500—1800	„

Von der Beschaffenheit des Sandes hängt wesentlich die Güte des Mörtels ab. So gibt 1 Gewichtsteil Portlandzement + 3 Gewichtsteile Sand nach 28 Tagen\*) bei:

	Grubensand	5·1	$kg/cm^2$	Zugfestigkeit
feinem	Flußsand	11·6—14·5	„	„
gewöhnlichem	Grubensand	19	„	„
grobem	Flußsand	20·2—21·1	„	„
erbsengroßem	Kiessand	23	„	„

Deswegen muß man bei allen Untersuchungen über die Eigenschaften der Mörtel einen Sand von einheitlicher Beschaffenheit, von derselben Korngröße und von gleichem Gewichte verwenden: den

### 2. Normalsand.

Dies ist reiner, gewaschener Quarzsand, aus dem nach dem Trocknen durch ein Sieb von 64\*) (60\*\*) Maschen auf 1  $cm^2$  und 0·40\*) (0·38\*\*)  $mm$  Drahtstärke die groben und dann durch ein Sieb von 144\*) (120\*\*) Maschen auf 1  $cm^2$  und 0·30\*) (0·32\*\*)  $mm$  Drahtstärke die feinen Bestandteile ausgeschieden werden.

Der Normalsand wiegt einschließlich der Hohlräume = 1500  $kg/l$   
ausschließlich „ „ = 2650 „

1  $l$  mit Normalsand gefüllt enthält  $\frac{1·50}{2·65} = 0·56$   $l$  eigentliche Sandmasse, welche, festgerüttelt, nur 0·9  $l$  erfüllt und aus 0·56  $l$  (37·7%) Sand und 0·44  $l$  (62·3%) Hohlräumen besteht. Der Normalsand schwindet (vermindert sein Volumen) demnach durch das Festrütteln um 10%. Manche andere Sandarten schwinden um mehr als 20%.

### 3. Ergiebigkeit.

Mit einem Bindemittel zu Mörtel gemischt, nimmt der Sand, bei dichter Lagerung, 60% des Mörtels ein, bei mageren Mörteln 90% und mehr.

\*) Nach Hauenschild.

\*\*) Österreichische Norm, vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein.

\*\*) Deutsche Norm, vom Vereine Deutscher Portlandzement-Fabrikanten.

Korngröße und Dichtigkeit der Lagerung sind maßgebend für die Er-  
giebigkeit. Bei einer Mischung von 1 Gewichtsteil Zement + 3 Gewichtsteilen Sand gibt

1 l Romanzement: 0.73—3.00 l Mörtel  
1 l Portlandzement: 0.83—3.12 l „

### § 3. Weißkalk oder Luftkalk.

Gewinnung: Natürlicher Kalkstein (kohlen sauren Kalk,  $\text{CaCO}_3$ ) wird gebrannt<sup>1)</sup> und dann gelöscht<sup>2)</sup>.

Kalkstein wiegt 2460—2840  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

1800 . . . . „ lose geschüttet.

5300  
2650 kg

#### 1. Gebrannter Kalk oder Ätzkalk.

Durch das Brennen<sup>1)</sup> wird aus dem Kalkstein Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) ausgetrieben, und es entsteht gebrannter Kalk oder Ätzkalk ( $\text{CaCO}_3 - \text{CO}_2 = \text{CaO}$ ).

100  $\text{kg}$  Kalkstein geben 50—70  $\text{kg}$  Ätzkalk, etwa 0.5  $\text{m}^3$  beziehungsweise 0.12—0.13  $\text{m}^3$  geschüttete Masse.

Der Überschuß über 55.3  $\text{kg}$  besteht aus Verunreinigungen.

1 l Ätzkalk wiegt 2.80  $\text{kg}$ .

Spezifisches Gewicht: 900—1300  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

750—850 „ lose geschüttet.

#### 2. Gelöschter Kalk, Kalk- oder Staubhydrat.

Benetzt man den gebrannten Kalk mit Wasser, so bildet sich unter Erhitzen (über 150° C), Zerbersten und „Gedeihen“ (Volumsvergrößerung) ein mehliges Pulver: gelöschter Kalk, Kalk- oder Staubhydrat ( $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2\text{H}_2$ ): der gebrannte Kalk wurde „gelöscht“<sup>2)</sup>.

1 l Kalkhydrat wiegt . . . . . 2.078  $\text{kg}$ .

1 „ „ „ lose gefüllt, 0.55—0.60 „

1 „ „ enthält 0.45  $\text{kg}$  Ätzkalk.

Spezifisches Gewicht: 1150—1250  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

750—850 „ lose geschüttet.

Wassergehalt des Kalkhydrats = 20—23%.

Wasserbedarf = 3  $\text{m}^3/1 \text{ m}^3$  1  $\text{m}^3$  Fettkalk.

2.7 „ 1 „ gebrannter Kalk, lose geschüttet.

0.20 „ 1 „ Sand.

100  $\text{kg}$  gebrannter Kalk geben 0.20—0.25  $\text{m}^3$  gelöschten Kalk.

100 „ „ „ „ 275  $\text{kg}$  „ „

1  $\text{m}^3$  lose geschütteter Kalk gibt 1.7—2.0  $\text{m}^3$  „ „

1 Gewichtsteil Kalkhydrat + 6 Gewichtsteile Sand erlangen\*) eine Zugfestigkeit von

4.5  $\text{kg}/\text{cm}^2$  nach 4 Wochen.

6.95 „ „ 6 „

1) Über das Brennen des Kalkes siehe § 4.

2) „ „ Löschen „ „ „ § 5.

\*) Nach Michaelis.

Wenn der ungebrannte Kalk mehr als 18% in Salzsäure unlöslicher Bestandteile enthält, so löscht sich der gebrannte Kalk nicht mehr; ist aber dieser Gehalt geringer, so löscht er sich.

#### Löschbare Kalke

a) fette		b) magere
2—4fache		1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —2fache

Das Volumen vergrößert sich beim Löschen auf das

### 3. Kalkteig oder Kalkbrei.

Setzt man dem gelöschten Kalke noch so viel Wasser zu (auf 1 Gewichtsteil gebrannten Kalk 3...4 Gewichtsteile Wasser), bis ein steifer Teig entsteht, so erhält man den Kalkteig oder Kalkbrei.

1 l Stückkalk	gibt	1·8—2·5 l	Kalkteig
1 " Ätzkalk	"	3—4	" "
1 " fetter Kalk	"	2—3	" "
1 " magerer Kalk	"	1—2	" "
1 " Kalkteig	wiegt	1·4 (1·3...1·45)	kg.

Je mehr Wasser der gebrannte Kalk aufnehmen kann, desto mehr Kalkteig liefert er. Diese Wassermenge hängt ab von der Reinheit des Kalkes, von seinem Gehalte an Ätzkalk und von der Art, wie er gelöscht wurde.

### 4. Kalkmilch.

Weiterer Wasserzusatz liefert Kalkmilch.

1 l Kalkmilch	wiegt	1·3 kg
1 " "	enthält	339 g Ätzkalk (26·84%).

Soll die Kalkmilch längere Zeit flüssig bleiben, so setzt man ihr Leimwasser oder Molke zu.

### 5. Kalkwasser.

Aus dem Kalkteig und der Kalkmilch sondert sich eine gesättigte Lösung von Kalk ab: das Kalkwasser.

760 Teile enthalten 1 Teil Kalk.

Es enthält 13·1% Ätzkalk.

Die Löslichkeit des Kalkes im Wasser nimmt ab, wenn die Temperatur des Wassers steigt: in 100 Teilen Wasser von

15° C	lösen sich	0·127	Teile Kalk
100°	" "	0·06	" "

## § 4. Das Brennen des Kalkes.

Damit der Kalk gut brennt, muß man ihn vorher in (höchstens faustgroße) Stücke zerschlagen. Die Brenntemperatur beträgt 600—800° C.

Gar gebrannt ist der Kalk, wenn er sich vollständig zu Staub löscht. Halb gebrannt, hinterläßt er nach dem Löschen noch derbe Bruchstücke. Tot gebrannt, löst er sich in Wasser nicht auf.

Der Kalk wird gebrannt:

1. in Meilern, Gruben oder Feldöfen, wenn man bloß den für einen einzigen Bau erforderlichen Kalk erzeugen will.

2. in Kalköfen, wenn größere Mengen zu gewinnen sind.

## I. Meiler, Gruben, Feldöfen.\*)

### 1. Meiler.

Auf einem ebenen, trockenen Platze hebt man eine zylindrische, 1 m tiefe Grube aus, die als Heizkanal dient, überwölbt sie mit größeren Kalkstücken locker, damit die Flamme frei durchspielen kann, und schichtet darüber abwechselnd Schichten von Kalkstein und Brennstoff zu einem Kegel auf, den man mit Lehm abdeckt.

### 2. Kalkgrube.

Sie wird in einen geneigten Abhang hineingegraben. Ihre Wände verkleidet man mit Lehm oder feuerfestem Ton. Auf der Grubensohle macht man aus größeren Kalksteinen einen Heizkanal, den man mit Kalksteinen locker überwölbt. Darüber wird der Kalk, untermischt mit Brennstoffen, aufgeschüttet.

1 Brand dauert 3—4 Tage.

### 3. Feldöfen.

Man gräbt einen nach unten sich verzweigenden kegelförmigen Schacht in den Boden, verkleidet dessen Wände trocken mit Kalksteinen und bringt an der Sohle einen Heizkanal an. Der Zugang zum Heizloch ist in schräger Richtung anzulegen.

## II. Kalköfen.

Sie sind nicht nur leistungsfähiger als die Meiler usw., sondern liefern auch besseren und billigeren Kalk.

### 1. Zeitweiliger Betrieb.

Bei den liegenden Kalköfen\*) dauert 1 Brand  $1\frac{1}{2}$ —2 Tage.

#### 2. Unterbrochen fortlaufender (periodischer) Betrieb.

Kessel-, Trichter-, Schneller- oder Fixeröfen.\*)

#### 3. Ununterbrochen fortlaufender (kontinuierlicher) Betrieb.

##### a) Schachtofen von Bock.\*)

Er empfiehlt sich, wenn geringe Leistungen zu bewältigen sind. (2000—3000 kg gebrannter Kalk an 1 Tag.)

Am vorteilhaftesten werden diese Kalköfen am Fuße der Steinbrüche erbaut.

Bei größerem Betriebe empfiehlt es sich, mehrere Schachtofen mit gemeinsamer Außenwand nebeneinander herzustellen.

##### b) Rüdersdorfer Kalkofen.\*)

Er ist nur dann zu empfehlen, wenn bedeutende Mengen möglichst rasch zu brennen sind.

\*) Siehe Klasen, Grundrißvorbilder XV.

Dieser Ofen verbraucht wenig Brennstoffe und hat eine große Leistungsfähigkeit, erfordert aber beträchtliche Herstellungskosten.

Mit ihm kann man auch Ziegel und Zement brennen.

#### c) Kalköfen mit Gasfeuerung.\*)

Sie ermöglichen, den Kalk rein von Asche und Schlacke zu gewinnen, und die entweichende Kohlensäure frei von Rauch aufzufangen. Man kann jeden Brennstoff verwenden und braucht weniger davon; die Umgebung wird nicht durch Rauch belästigt.

#### d) Ringöfen.

Am besten aber brennt man den Kalk in Ringöfen, welche denen ähnlich sind, worin die Ziegel gebrannt werden (siehe S. 66).

### § 5. Das Löschen des Kalkes.

Am raschesten und vollkommensten löscht man Kalk, wenn man das Wasser nicht auf einmal beimengt, sondern anfangs nur gleiche Gewichtsteile Kalk und Wasser vermischt, und erst dann, wenn die Kalkstücke schon bersten und dampfen, unter stetem Umrühren den Rest zusetzt.

Verwendet man zu wenig Wasser, oder rührt man nicht genügend um, so wird der Kalk „verbrannt“. Er ist dann körnig, sandig und nur wenig ergiebig.

Setzt man auf einmal mehr Wasser zu, als zur Bildung von Kalkbrei erforderlich ist, so wird der Kalk „ersäuft“.

Der verbrannte und der ersäufte Kalk geben zwar keinen schlechten Mörtel, aber das Löschen verlangsamt sich.

Das Löschen des Kalkes erfolgt in 1·5—1·9 m langen, 80—90 cm breiten und 50—55 cm hohen Kalkkästen aus 3—4 cm starken Brettern, die am Kopfende eine mit einem Schieber verschließbare Öffnung haben, durch welche der fertige Kalkbrei in die Kalkgrube abgelassen wird.

Vor der Verwendung ist der Kalkbrei „einzusumpfen“ (wenn er zu Mauermörtel bestimmt ist, mindestens 8 Tage; wenn zu Putzmörtel, mindestens 20 Tage lang) in der Kalkgrube, damit die langsamere löschenden Teile schon dort und nicht erst im Mörtel nachquellen, und damit gelöste Alkalisalze versickern können, weil sie sonst am Mauerwerk Ausblühungen hervorrufen. Um dieses Versickern zu begünstigen, läßt man in der Regel die Grubenwände unverkleidet.

In der Kalkgrube gesteht der gelöschte Kalk zu „Speckkalk“. Man soll ihn nur dann verwenden, wenn die Oberfläche rissig geworden ist.

1 Vol. fetter Kalk + 3 Vol. Wasser = 3 Vol. Speckkalk

1 „ magerer „ + 2 „ „ = 2 „ „

Die Kalkgruben sind 2·5—3 m lang, 1·5—2·0 m breit und etwa 1·5 m tief. Es empfiehlt sich, zwei nebeneinander anzulegen, damit man schon in der einen Grube Kalk einsumpft, während aus der anderen noch der Bedarf gedeckt wird. Beide Gruben trennt man durch eine Ziegelmauer.

An der Oberfläche des eingesumpften Kalkteiges entsteht eine stark ätzende Flüssigkeit, die, wenn sie nicht verdunstet, abzuschöpfen ist.

\*) Über Steinmanns Basteiofen, siehe: Dinglers polytechnisches Journal, 220 Bd. — Über G. Haensch' Kalkofen mit Gasfeuerung, siehe: Baugewerkszeitung 1879, S. 194.

Den eingesumpften Kalk bedeckt man 20—30 cm hoch mit frischem Sand, damit keine Kohlensäure zutreten kann. So kann man ihn jahrelang aufbewahren.

Magerer Kalk wird auch derart gelöscht, daß man ihn zu einem Kegel aufschüttet, den man mit Sand bedeckt und dann mit Wasser begießt.

## § 6. Mörtel aus Weißkalk (Luftkalk)\*) (Kalksandmörtel).

### 1. Eigenschaften.

Der Weißkalkmörtel erhärtet an trockener Luft nach einiger Zeit, nicht aber an feuchten Orten. In Wasser löst er sich auf. Er eignet sich daher nur zu „Luftmörtel“, also nur zur Verwendung an freier Luft.

Spezifisches Gewicht:

1650 kg/m<sup>3</sup> trocken

1780 „ „ naß.

Porosität: Weißkalkmörtel enthält: 26% Porenvolumen.

Luftdurchlässigkeit: Siehe S. 51.

Festigkeit.

Druckfestigkeit  $K_d = 40-50 \text{ kg/cm}^2$

Zugfestigkeit  $K_z = \frac{K_d}{8}$ .

Mischung		Erhärtungsdauer	K <sub>z</sub>	K <sub>d</sub>
Kalkteig	Sand		kg/cm <sup>2</sup>	
1	6	{ 4 Wochen	{ 4·5	—
		{ 8 „	{ 6·95	
1	5		—	10
1 <sup>1)</sup>	3		1·95	7·5
1	1·5 <sup>2)</sup>	{ 1 „	{ 2·74	{ 16·53
		{ 4 „	{ 4·82	
1 <sup>1)</sup>	1	{ 4 „	{ 4·5	—
		{ 8 „	{ 6·95	

### 2. Zusammensetzung.

Der Wasserbedarf = 3—4 Gewichtsteile auf 1 Gewichtsteil gebrannten Kalk.

Vom Sand sollen  $\frac{2}{3}$  mittelgrob und  $\frac{1}{3}$  fein sein.

1 Kasten Mörtel = 5 Schaff = 0·075 m<sup>3</sup>.

Reiner Weißkalk ohne Sandzusatz erlangt keine beträchtliche Festigkeit.

\*) Über Weißkalk siehe § 3. Siehe auch § 17: Magnesiakalk.

1) Kalkhydrat.

2) Normalsand.



## Mörtelmischungen.

Verwendung des Mörtels	Gewichtsteile	Fetter Kalk	Magerer Kalk
Ausfugen	1 : 3		
Ziegelmauerwerk über der Erde	1 : 3 ( $1\frac{1}{3}$ —4)	1 : 3	1 : 2
„ unter „ „	1 : 4 (3—5)		
Bruchsteinmauerwerk „ „ „	1 : 4 (3—5)		
Grundbauten	1 : 5	1 : 4	1 : 2
Putz an freier Luft	1 : 2		

Je mehr Kalk im Mörtel enthalten ist, desto größer sind die Erhärtungszeit, die Festigkeit, aber auch die Kosten.

Kalkmörtel 1:3 ist geschmeidiger als solcher 1:5. Dieser erhärtet aber energischer.

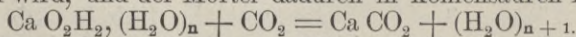
Für Mauermörtel ist gröberer, gemischtkörniger Sand; für Putzmörtel mittelgrober Sand zu verwenden. Diesem kann man auch etwas Roman- oder Portlandzement zusetzen: zum ersten Anwurf  $\frac{1}{4}$ , zu den folgenden immer weniger und zu der äußersten Schicht nur  $\frac{1}{20}$ .

Zum Ziehen der Gesimse im Innern ist, um die Erhärtung des Kalkmörtels zu beschleunigen, auf 1 Teil Weißkalk noch  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$  Teile Gips zuzusetzen.

Für Bruchstein- und Klinkermauerwerk ist möglichst steifer Mörtel zu verwenden; bei Mauerwerk aus gewöhnlichen Ziegeln oder aus porösen Sandsteinen satter, nicht flüssiger, aber leicht beweglicher Mörtel zu benutzen. Ein Zusatz von dicker Kuhmilch macht den Mörtel außerordentlich hart.

### 3. Erhärtung.

Die Erhärtung des Kalkmörtels erfolgt dadurch, daß das Wasser austrocknet (der Mörtel „zieht an“), daß Kohlensäure aus der Luft wieder aufgenommen wird, und der Mörtel dadurch in kohlensauren Kalk übergeht.



Die Erhärtung beginnt bei einem Wassergehalte von 60% und schreitet von außen nach innen weiter. Sie soll allmählich vor sich gehen.

Gewöhnliche Mörtelfugen sind an der Luft in etwa 5 Tagen vollständig erhärtet.

Druck, große Oberflächen, bedeutende Zwischenräume, Beförderung der Verdunstung durch Luftzug, künstliche Austrocknung, Erwärmung u. dgl. beschleunigen die Erhärtung des Mörtels. Glatte Oberflächen, dichte, porenlose Lagerung, unporöse Steinflächen, geringer Sandzusatz, Verhinderung des Austrocknens durch Luftabschluß oder Feuchtigkeit sowie Frost verzögern sie.

Bei künstlicher Austrocknung von Kalkputzwänden mittels Koks-körben soll die Temperatur 100° C nicht überschreiten.

Mörtel aus Kalkhydrat trocknet infolge des geringen Wassergehaltes sehr rasch aus, erhärtet am besten und liefert den stärksten Luftmörtel, weil die Aufnahme der Kohlensäure am günstigsten vor sich geht. Er hat die dichteste Lagerung, und da er beim Zusetzen des Sandes schwindet, so stellen sich auch bei den fettesten Mörteln keine Schwindrisse ein.

Beim Mischen mit Sand sind ihm nur 11—12% Wasser zuzusetzen.

## 4. Ergiebigkeit.

1 Kalk + 2 Sand = 2 Mörtel.

Mischung					Ausbeute an Mörtel		
Kalkbrei		Sand		Wasser <i>l</i>	naß	trocken	<i>hl</i>
<i>hl</i>	<i>kg</i>	<i>hl</i>	<i>kg</i>		<i>kg</i>		
1	131	3	344·5	2·5	478	372·84	3·2
1	131	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	287	2	420	327·8	
1	131	2	229·6	1·5	359·4	280·3	2·4

5. Erfordernis/1 m<sup>3</sup> Mörtel.

Mischungs- verhältnis	Sand <i>m</i> <sup>3</sup>	Gelöschter Kalk <i>l</i>	Wasser <i>l</i>
1 : 2	0·84	420	170
1 : 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0·92	370	184
1 : 3	1·00	330	200

## 6. Verwendung.

Die fetten Kalke soll man erst dann verwenden, wenn an ihrer Oberfläche Trockenrisse auftreten.

Die mageren Kalke werden häufig nur „abgeschreckt“, d. h. mit Wasser besprengt und zu Pulver gelöscht. Sie erhärten rascher und vollständig als die fetten, sind aber weniger ergiebig.

Man muß darauf achten, daß der Kalk nicht durch Steine u. dgl. verunreinigt ist.

Kalk, der lange an der Luft gelegen ist, soll man nicht verwenden.

Man soll nie mehr Kalkmörtel bereiten, als an einem Tage verarbeitet werden kann. Nach Schluß der Arbeit noch übrig bleibender Mörtel ist mit feuchten Tüchern abzudecken, damit er nicht austrocknen kann.

Man darf Kalkmörtel höchstens bei  $-2^{\circ}$  C verwenden.

## 7. Besondere Arten des Weißkalk(Luftkalk-)mörtels.

## 1. Kalkstück.\*)

a) 2 Volumen feinsten Fettkalkmörtel + 1 Volumen Gips.

b) Reliefstück: 1 Volumen alter, abgelagerter, steifer Fettkalk + 2 Volumen gesiebter Marmorstaub.

c) Stucco lustro: aus gut abgelagertem Kalk und Marmorstaub wird ein 5 mm dicker Rohputz aufgetragen und zuerst mit dem Reibbrette, dann mit Filz abgerieben und mit polierter Kelle geglättet. Hierauf trägt man die Politur, welche aus 2 l Wasser + 40...45 g Seife + 20...25 g Pottasche + 90...100 g Wachs besteht, heiß auf, bügelt sie heiß und

\*) Über Weißstück und Gipsstück siehe § 11.

verreibt dann in Spiritus gelöstes Wachs mit einem trockenen Lappen. Die Adern, Flecken, Wolken usw. malt man auf den nassen Putz mit feinstem dünnflüssigen Mörtel, den man mit Ochsen-galle und Kasein-lösung färbt.

## 2. Verlängerter oder verlorener Zementmörtel.

Das ist magerer Weißkalkmörtel, dem man  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$  Zement zusetzt. Er ist besser als gewöhnlicher Kalkmörtel. Man verwendet ihn, wenn der Weißkalkmörtel der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, ferner bei Gewölben und Bögen (siehe auch § 7, Kalkzementmörtel).

## 3. Lorio'scher Mörtel.

Er besteht aus 2 Teilen Kalkbrei + 2 Teilen frisch gebranntem ungelöschten Kalk in Mehlform +  $\frac{1}{2}$  Teil Ätzkalk + 3 Teilen Flußsand + + 2—3 Teilen Ziegelmehl. Er bindet rasch ab und erlangt eine große Zugfestigkeit.

## 4. Aschemörtel.

1 Teil Kalk + 9 Teile Asche geben einen wasser- und feuerbeständigen Mörtel. Er ist nur halb so schwer wie Sandmörtel, eignet sich aber nicht für Feuerungsanlagen, in denen hohe Temperaturen auftreten.

Asche aus Kesselfeuerungen soll man nur mit Gips oder Zement mischen.

## 5. Asche-Wasserglasmörtel.

Ein sehr guter Mörtel ohne Sandzusatz ist (nach Gottgetreu) eine Mischung aus: 1 Teil Kalkpulver + 2 Teilen gesiebter Torf-, Stein- oder Braunkohlenasche, mit Wasser vermischt + 2 Teilen Wasserglas, dieses n 3 Teilen Wasser gelöst.

## 6. Scott'scher Zement (Selenitmörtel).

Man gewinnt ihn auf verschiedene Weise:

- a) man läßt Schwefeldämpfe auf gebrannten glühenden Kalk einwirken;
- b) man schmilzt Ätzkalk mit gebranntem Gips;
- c) man löscht gebrannten Kalk mit Gipswasser, welches 2—3% Gips enthält.

Der Selenitmörtel wird fester und härter als der gewöhnliche Weißkalkmörtel, bindet in zwölf Stunden ab und kann wenigstens doppelt soviel Sand binden wie Fettkalk.

## 7. Sparkalk

Darunter versteht man mit Lehm vermischten Weißkalkmörtel. Er ist schlecht.

## § 7. Hydraulischer Kalk.\*)

Gewinnung: man brennt tonhältige Kalke unter der Sintergrenze.

Der hydraulische Kalk löscht sich ganz oder doch teilweise und unter starker Wärmeentwicklung zu einem feinen, mehligem, gelblichweißen Pulver.

Die Volumsvermehrung beim Löschen beträgt gewöhnlich nur 50%.

\*) Siehe auch § 18: Magnesiakalkzement.

Der Wasserbedarf für das Löschen = 30–50%. Zu großer Wasserzusatz ist schädlich.

Vorkommen im Handel:

a) Stückkalk: in Stücken.

b) Staubkalk: gepulvert.

Wo man viel hydraulischen Kalk verarbeitet, ist Staubkalk vorzuziehen.

## § 8. Mörtel aus hydraulischem Kalke.\*)

### 1. Eigenschaften.

Der hydraulische Kalk kann sofort nach dem Brennen gelöscht und mit Sand zu Mörtel gemischt werden. Je früher man ihn verbraucht, desto besser ist es, weil er durch Lagern an der Luft leidet.

Er erhärtet langsam, auch ohne Zutritt von Kohlensäure, und wird nach einiger Zeit wasserbeständig. Die Wasserbeständigkeit ist größer, wenn der hydraulische Kalk vor der Verwendung unter Aufnahme von Kohlensäure zu erhärten begonnen hat.

Er gibt ein Mauerwerk, welches rascher trocknet, fester und wetterbeständiger ist als solches aus Weißkalkmörtel und liefert einen frostsicheren Putz.

Je weniger hydraulisch der Kalk ist, desto mehr Sand kann man beimischen.

### 2. Ergiebigkeit.

Mischung		Ausbeute an Mörtel	1 m <sup>3</sup> Mörtel erfordert an hydrau- lischem Kalk	Verwendung
Kalk	Sand			
1	1	—	—	dichter Mörtel zum Fernhalten von Feuchtigkeit bei Wasserbauten für Fundamentmauern
1	2	2:4	460 kg	
1	3	3	340 "	
1	4	—	275 "	
1	5	—	210 "	
Raumteile				

### 3. Festigkeit.

Nach den Schweizer Normen soll für einen Mörtel aus 1 Gewichtsteil hydraulischem Kalk + 3 Gewichtsteilen Sand, der bei einem 900-Maschen-sieb nur 20% Rückstände läßt, + 12% Wasser, von der Gesamtmenge, nach 28 Tagen Erhärtungsdauer, hievon 3 Tage an der Luft und 25 unter Wasser, sich ergeben:

Hydraulischer Kalk	min K <sub>z</sub>	min K <sub>d</sub>
	in kg/cm <sup>2</sup>	
leichter . . .	6	30
schwerer . . .	8	50

\*) Über hydraulischen Kalk siehe § 7.

Es gibt aber auch hydraulische Kalke mit

$$K_z = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_d = 150 \text{ "}$$

#### 4. Verwendung.

Man benützt den hydraulischen Kalk für: Mauerwerk an feuchten Orten; Bauten im Wasser, aber nur dann, wenn die Erhärtung an der Luft schon vor dem Wasserzutritt stattgefunden hat.

### § 9. Romanzement (Zementkalk).\*)

Gewinnung: man brennt tonreichen Kalkmergel unter der Sintergrenze.

Romanzement hat eine erdige, körnige Struktur, ist gelblich bis graubraun, also dunkler als der hydraulische Kalk.

Da er sich nicht löscht, so muß er gemahlen werden.

Vorkommen im Handel: a) als Pulver, b) in Fässer oder c) in Säcke verpackt.

Normalgewicht:

1 Normalfaß wiegt 250 kg Brutto

1 Normalsack " 60 kg "

1 Sack von 50 kg Gewicht enthält etwa 47 l Romanzement

1 " " 75 kg " " " 71 l "

Schwankungen im Einzel-Bruttogewicht bis zu 2% sind nicht zu beanstanden.\*\*)

Das Gewicht der Packung darf bei Fässern nicht > 5% und soll bei Säcken  $\leq$  1.5% des Bruttogewichtes sein.\*\*)

Das spezifische Gewicht beträgt:

2700 ... 3000 kg/m<sup>3</sup> für erhärteten Zement

1200 ... 1500 " " locker geschütteten "

800 ... 1050 " " losen "

Losser Romanzement wiegt 0.80 (— 1.05) kg/l.

Der Romanzement bindet im Vergleich mit anderen Bindemitteln sehr rasch ab, unter Wasser und an der Luft gleich schnell. Frisch gebrannter Romanzement bindet gewöhnlich sehr schnell ab. Durch längeres Liegen an einem trockenen, zugfreien Orte wird er langsamer bindend, verliert auch die Tendenz zum Treiben und gewinnt an Bindekraft.

Der Erhärtungsbeginn\*\*) an der Luft ohne Sandzusatz, vom Augenblicke der Wasserzugabe an gerechnet, tritt ein bei

rasch	} bindendem	} spätestens nach 7 Minuten		
mittel			} Roman-	} nach 7—15 "
langsam				

Der Romanzement darf weder treiben noch rissig werden oder abblättern. Über Treiben und Feinheit der Mahlung siehe § 19.

\*) Zu unterscheiden von Kalkzementmörtel, siehe § 13.

\*\*) Österreichische und Deutsche Norm.

## § 10. Mörtel aus Romazement.\*)

### 1. Eigenschaften.

Bei gleicher Mischung erreicht Mörtel aus Romazement nie die Güte desjenigen aus Portlandzement. Dagegen kommt Romazementmörtel mit hohem Sandzusatz einem mageren Portlandzementmörtel ziemlich nahe.

Reiner Romazement bindet in der Regel sofort ab.

Reicher Sandzusatz und niedrige Temperatur verlangsamen das Abbinden um einige Minuten. Erhöhte Temperatur und absaugende Steinflächen beschleunigen es. Poröse Steine sind deswegen vorher gut zu nässen.

Spezifisches Gewicht: 1700  $kg/m^3$ .

### Festigkeit.

Sie beträgt für reinen Romazement ohne Sandzusatz (z. B. für Zementguß):

Erhärtungsdauer	$K_z$		$K_d$	
	$kg/cm^2$			
	Grenzen	Mittel	Grenzen	Mittel
7 Tage	10·5—20·1	15·5	80·6—128·5	96·7
28 „	8·9—23·4	18·8	125·6—166·2	147·1

Die geringste Festigkeit, die guter Romazement in Normalmörtelmischung (1 Gewichtsteil Romazement + 3 Gewichtsteile Normalsand) erreichen muß, ist\*\*)

Romazement	Erhärtungsdauer			Geringste		$\frac{K_d}{K_z}$
	an der Luft	unter Wasser	zusammen	$K_z$	$K_d$	
				in $kg/cm^2$		
langsam bindend	24 Stunden	27 Tage	28 Tage	10	80	8
mittel „	24 „	6 „	7 „	5	—	—
	24 „	27 „	28 „	8	60	7·5
rasch „	24 „	6 „	7 „	4	—	—

### 2. Mischungsverhältnisse.

Mischung			Verwendung
Romazement	Sand	Ätzkalk	
1—1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{3}{8}$ —1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$ —1 $\frac{1}{4}$	wasserdichter Mörtel Mauerwerk in nassem Boden
1	2 $\frac{2}{3}$		Stukkaturarbeiten
1	6—8		

\*) Über Romazement siehe § 9.

\*\*) Normen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

## 3. Ergiebigkeit.

Gewicht von 1 <i>hl</i> losem Romanzement	Ausbeute an Mörtel für 1 <i>hl</i> Romanzement						
	bei einem Wasserzusatz von				bei einer Mischung von 1 Zement + 3 Sand		
	0·3	0·4	0·6	0·8	fein	gemischt	grob
80 <i>kg</i>	0·61	0·73	0·91	1·1	3·00	2·95	2·9
85 "	0·62	0·75	0·92	1·1	2·95	3·00	2·9
90 "	0·64	0·76	0·92	1·11	2·95	3·00	2·9

Mischung		Ausbeute an Mörtel
Roman- zement	Sand	
1	1	1·6
1	2	2·3
1	3	3

4. Erfordernis  $1/m^3$  Mörtel.

Mischungs- verhältnis	Roman- zement		Sand <i>l</i>	Wasser <i>l</i>
	<i>kg</i>	<i>l</i>		
1 : 2	441	490	980	240
1 : 3	310	344	1·030	230
1 : 4	236	262	1·050	220
1 : 5	189	210	1·050	220
1 : 6	159	177	1·060	210
1 : 7	138	153	1·070	210
1 : 8	121	143	1·070	210
1 : 9	101	119	1·070	200
1 : 10	92	108	1·080	200

## 5. Verwendung.

Der Romanzement ist allen Bindemitteln vorzuziehen, wo es sich in erster Linie darum handelt, rasch gegen Wasserandrang zu dichten und trocken zu legen, und erst in zweiter Linie um Festigkeit.

Der Romanzementmörtel ist, weil er rasch abbindet, so schnell zu verarbeiten, daß die Arbeit bereits vollendet ist, wenn die Abbindung eintritt.

Wegen des raschen Abbindens verwendet man ihn, wenn Quellen zu dichten sind, für Trockenlegungen, zu Zementornamenten usw.

Romanzementputz ist in den ersten Tagen vor Besonnung und vor trockenem Luftzug durch Bespritzen und Vorhängen nasser Matten zu schützen. Gesimse sind mit feuchtem Lehm abzudecken. Für Putz-

und Gesimsarbeiten soll der Arbeiter im Mörtelkasten nur so viel anmachen, als er in 5...10 Minuten verarbeiten kann.

Zu Gußarbeiten verwendet man rasch bindenden Romanzement unter möglichst beschränktem Wasserzusatz. Er wird rasch verarbeitet und in Leimformen gegossen.

## § 11. Portlandzement.\*)

Gewinnung: man brennt natürliche, tonreiche Kalkmergel oder künstliche Mischungen ton- und kalkhaltiger Stoffe bis zur Sinterung (etwa 160° C).

Nach dem Brennen ist der Portlandzement so fein, wie nur möglich, zu mahlen. Er bildet dann ein gleichmäßiges, scharf anzuführendes Pulver von grünlichgrauer oder grünlichschwarzbrauner Farbe. Infolge seines blättrig-schiefrigen Gefüges und seines großen Eigengewichtes erreicht er eine ungemein dichte Lagerung, auch dann, wenn der Mörtel nur dünnflüssig angemacht wurde.

Der Portlandzement soll auf 1 Gewichtsteil hydraulischer Bestandteile mindestens 1·7 Gewichtsteile Kalkerde enthalten.\*\*)

Zur Regulierung technisch wichtiger Eigenschaften ist ein Zusatz fremder Stoffe bis zu 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> des Gewichtes ohne Änderung des Namens zulässig.\*\*)

Im Handel kommt er vor: in Fässern oder in Säcke verpackt.

Normalgewicht:

1 Normalfaß wiegt 200\*\*<sup>kg</sup> Brutto (180 <sup>kg</sup> Brutto und 170 <sup>kg</sup> Netto\*\*\*).

1 Normalsack „ 60\*\* „ „

Schwankungen im Einzelbruttogewichte und Streuverlust bis zu 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sind nicht zu beanstanden.\*\*\*)\*\*\*)

Das Gewicht der Packung darf bei Fässern nicht < 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und soll bei Säcken ≧ 1·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> des Bruttogewichtes betragen.\*\*\*)\*\*\*)

Das Spezifische Gewicht des Portlandzements = 3·1—3·25 <sup>kg</sup>/<sub>l</sub>.

Lose wiegt er 1·2 (—1·4) <sup>kg</sup>/<sub>l</sub>.

Fest gepackt 1·85 „

Er ist demnach schwerer als die übrigen Bindemittel.

Die lineare Ausdehnung für 1° C (bei reinem Portlandzement) = 0·0000107.

Der Erhärtungsbeginn an der Luft für Portlandzement ohne Sandzusatz, vom Augenblicke der Wasserzugabe an gerechnet, tritt ein:

bei rasch	} bindenden Portland zementen	} spätestens nach 10 Minuten. nach 10—15 „ nicht vor 15 „	} **)
„ mittel			
„ langsam			

Während des Erhärtens dürfen langsam oder mittelbindende Portlandzemente sich nicht wesentlich erwärmen. Rasch bindende können eine merkliche Temperaturerhöhung erfahren.

Durch längeres Lagern an einem trockenen, zugfreien Orte wird Portlandzement langsamer bindend, verliert die Tendenz zum Treiben und gewinnt an Bindekraft.

\*) Über Zementfabriken siehe: L. Klasen: Grundrißvorbilder, Abt. XV, Teil 5, § 170, S. 2437.

\*\*\*) Österreichische Norm.

\*\*\*\*) Preußische

†) Über Treiben und Feinheit der Mahlung, siehe § 19.



Der Portlandzement muß sowohl an der Luft als auch unter Wasser volumenbeständig sein: er darf seine beim Abbinden angenommene Gestalt nicht verändern; er darf nicht rissig werden und nicht abblättern.

## § 12. Mörtel aus Portlandzement.\*)

### 1. Eigenschaften.

Portlandzement gibt den besten und festesten Mörtel. Er quillt am wenigsten und erreicht die größte Kittfähigkeit, die mit der Feinheit der Mahlung zunimmt.

Unter allen Mörteln erhärtet er am raschesten, nur Mörtel aus sehr rasch bindendem Romanzement ausgenommen; an der Luft schneller als unter Wasser, in Wärme schneller als in Kälte, bei dickflüssigem Mörtel schneller als bei dünnflüssigem.

Nach dem Erhärten ist er wasserdicht und wasserbeständig, eignet sich daher bestens zu Isolierungen gegen Nässe. Mörtel aus Portlandzement wird schneller wasserfest als solcher aus Romanzement Ebenso ist seine Dichtigkeit größer.

Vollständig erhärtet, verträgt er auch eine Hitze bis 150° C, ohne daß seine Festigkeit abnimmt. Bei Rotglut wird er aber mürbe.

Der Portlandzementmörtel ist vor Eintritt des Erhärtungsbeginnes zu verarbeiten.

Steifer Mörtel bindet rascher ab; desgleichen frischer Zement. Alkalien beschleunigen das Abbinden; schwefelsaure Salze (Gips usw.), Chlorkalzium, Chlormagnesium (im Meerwasser) verzögern es. Für Bauten am oder im Meere sind deswegen Puzzuolan- oder Santorinerde vorzuziehen.

Der Wasserbedarf beträgt: 20% für dickflüssigen Mörtel,  
40% „ dünnflüssigen „

Setzt man viel Wasser zu, so nimmt die Festigkeit nur wenig ab, bedeutend weniger als bei anderen Mörteln.

Wasserentzug schadet der Festigkeit. Man muß daher die Steine gut nassen und den Mörtel gegen zu rasches Austrocknen schützen.

Selbst bei reichem Sandzusatz ist der Portlandzementmörtel noch sehr frostbeständig. Er erhärtet auch bei Frostwetter, ja selbst in gefrorenem Zustande, nur langsamer und weniger kräftig. Die Anfangsfestigkeit ist dann geringer. Im Laufe der Zeit erreicht er aber dieselbe Festigkeit wie ein bei warmem Wetter verarbeiteter.

Bei Frost soll man erwärmten Sand und warmes Wasser und möglichst steifen Mörtel verwenden.

Ein Zusatz von Kochsalz führt später zu Ausblühungen. Diese kann man am besten durch Keßlersche Fluats beseitigen. Ein Abwaschen mit Säuren vermehrt sie, wenn nicht danach gründlich mit Wasser abgespült wird.

Mörtel ohne Sandzusatz verwendet man nur dann, wenn rasches Erhärten und eine dichte feinkörnige Masse verlangt wird (zum Verstopfen von Quellen, für Kunststeine, Zementplatten usw.) und zum Abschleifen von Putz. Er eignet sich aber nicht, wenn der Mörtel der Besonnung und dem Zugwinde ausgesetzt ist.

\*) Über Portlandzement siehe § 11.

Die Steine müssen durch Eintauchen in Wasser gut von Staub und Schmutz gereinigt und ordentlich genäßt werden. Weiche, mürbe, wenig wetterbeständige Steine, schlecht gebrannte Ziegel darf man nicht verwenden.

Über den Einfluß eines Zusatzes von Traß siehe § 11, Punkt 3.

Kommt Portlandzement mit Blei oder Zink in Berührung, so gehen diese sehr bald zu Grunde (Bleirohre für Wasserleitungen, Gesimsabdeckungen aus Zinkblech). Man muß sie daher durch Umhüllungen mit Papier, Filz oder Dachpappe schützen.

Verfugt man hellfarbige Steine mit Portlandzement, so ergeben sich schmutzige Ränder. In Kalkmörtel aufgeführte Ziegelmauern darf man ebenfalls nicht mit Portlandzement verfugen, weil er den Zutritt der Luft in das Innere der Mauer und dadurch die Erhärtung der inneren Mörtelfugen verhindern würde; ferner weil er leicht rissig wird und dadurch die Steinkanten absprengen würde.

Zum Ausbessern von Sandsteinstufen verwendet man steifen Brei aus Portlandzement, dem man gestoßene Gußeisen-, Bohr- oder Feilspäne beimischt.

Spezifisches Gewicht:

1700 $kg/m^3$	trockener Portlandzementmörtel
2700—3000	„ erhärteter Zement
1200—1500	„ locker geschütteter Zement.

Die Adhäsion am Eisen, die bei den Eisenzementkonstruktionen von großer Bedeutung ist, beträgt 7·5, nicht, wie bisher irrig angenommen, 45  $kg/cm^2$ .

Über Luftdurchlässigkeit siehe S. 51.

Der lineare Ausdehnungskoeffizient für 1° C bei einer Mischung 1:2 beträgt für:

Mörtel	0·0000118
Ziegelmauerwerk in Zement	
die Ziegel als Binder	0·0000089
„ „ „ Läufer	0·0000046
Beton	0·0000143

Die Abnutzungsfestigkeit bei einer Mischung 1:3 ist nach einer Woche größer als bei Granit. Für Zementmörtel ist sie größer als für reinen Zement.

Festigkeit.

Guter Portlandzement in Normalmörtelmischung (1 Gewichtsteil Portlandzement + 3 Gewichtsteile Normalsand) soll erlangen:

Portlandzement	Erhärtungsdauer			Geringste				$K_d$
	an der Luft	unter Wasser	zusammen	Zug-		Druck-		
				Festigkeit in $kg/cm^2$				
				$K_z$	$K_d$	$K_z$	$K_d$	
langsam bindend.	24	27	28	15	16	150	160	10
mittel „								
rasch „	24	27	28	12	—	120	—	
	24	6	7	8	—	—	—	
	Stunden	Tage		*)	†)	*)	†)	

\*) Österreichische Norm.

†) Preußische Norm.

Die Festigkeit ist ungefähr doppelt so groß wie bei hydraulischem Kalk oder Romanzement. Sie wächst mit der Feinheit der Mahlung. In der ersten Zeit nimmt sie ungemein rasch zu, später langsamer. Ihren größten Wert erreicht sie erst nach Jahren.

Mörtel aus 1 Portlandzement + 3 Sand erreichte folgende Festigkeiten:

Erhärtung			Zugfestigkeit in $kg/cm^2$ nach				
im Wasser	an offener Luft im Zimmer	im Freien	Wochen				1 Jahr
			1	4	13	26	
*)	—	—	17·5	21·0	22·7	28·2	32·9
—	*)	—	17·9	22·7	26·1	32·4	35·6
1 Tag	**)	—	17·7	25·4	29·3	34·1	38·4
2 Tage		—	19·3	26·9	31·5	38·1	40·1
4 Wochen	—	—	—	21·3	34·9	41·2	42·9
—	—	*)	16·1	27·6	25·5	35·4	43·5
1 Woche	—		17·6	22·1	30·3	33·9	56·1

Ohne Sandzusatz ist  $K_d = 250-270 kg/cm^2$

Portlandzement: Sand (in Vol.)	$K_d$ in $kg/cm^2$ nach 28 Tagen, davon 27 unter Wasser
1 : 1	200
1 : 2	180
1 : 3	160

Mischung	Untersucht nach Monaten	Zug-	Druck-
		Festigkeit $kg/cm^2$	
1 : 2	1	36·9	200
	3	40·6	247
1 : 3	1	15·6	75·3
	3	18·8	78·5

Nach Bauschinger:

$$K_z = \frac{K_d}{10} - \frac{K_d}{6} \quad K_b = \frac{K_d}{4} \quad K_s = \frac{K_d}{6} \quad \min K_z = 16 kg/cm^2$$

\*) Die ganze Zeit hindurch.

\*\*\*) Die übrige „ „

## Elastizitätsmodul.

$$E = 80000 - 200000 \text{ kg/cm}^2.$$

Für eine Inanspruchnahme auf Druck gilt:  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E_1} \sigma^n$

Dabei bedeuten:

- l die ursprüngliche Länge (m)  
 $\Delta l$  deren Änderung  
 $\sigma$  die Spannung ( $\text{kg/cm}^2$ )

Zement: Sand (Vol.)	$E_1 (\text{kg/cm}^2)$	n
1 : 0	250000	1.09
1 : 1 $\frac{1}{2}$	356000	1.11
1 : 3	315000	1.15
1 : 4 $\frac{1}{2}$	230000	1.17

Wassersatter, sandfreier Portlandzement hat für den spannungslosen Zustand (nach Hartig):

Alter des Probekörpers in Tagen	E ( $\text{kg/cm}^2$ )
7	141000
430	318000

Für lufttrockenen Zementmörtel beträgt  $E = 257000 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2. Mischungsverhältnisse.

- 1 : 4 Fundamente (im Trockenen und unter Wasser) und Sockel einstöckiger Gebäude, Hintermauerung von Futtermauern. Dünne Scheidewände.
- 1 : 3 Fundamente mehrstöckiger Gebäude. Kellermauern. Widerlagspfeiler. Tonnengewölbe von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  Pfeil. Innerer Wandputz. Estriche.
- 1 : 2 Wasserbauten. Von Wasser bespültes Mauerwerk. Widerlager, welche nicht die für Luftkalk erforderliche Stärke besitzen. Erdbögen. Flache und stark belastete Bögen und Gewölbe. Gesimse (Ziehen und Putz), Außenputz auf der Wetterseite. Feuchte Sockel. Mörtel von dieser Mischung ist schon kurze Zeit nach dem Verarbeiten sehr fest, sehr wasserdicht und hat einen großen Widerstand gegen Abnutzung.
- 1 : 1 $\frac{1}{2}$  Mauern. Beton in sehr quelligen, preßbaren Fundamentgräben. Dem Eisgange ausgesetztes Mauerwerk. Schwache Mauern. Schwache Gewölbe. Schwache Pfeiler. Außenputz sehr nasser Sockel. Abdeckung von Gesimsen und Wasserschrägen. Kunststeine.
- 1 : 1 Ausfugen, Vergießen.

3. Erfordernis /m<sup>3</sup>.

Mischungs- verhältnis	Portland- zement		Sand <i>l</i>	Wasser <i>l</i>
	<i>kg</i>	<i>l</i>		
1 : 1	966	680	680	250
1 : 2	696	490	980	240
1 : 3	488	344	1038	230
1 : 4	372	262	1050	220
1 : 5	300	210	1060	220
1 : 6	251	177	1070	220
1 : 7	218	153	1070	210
1 : 8	190	143	1070	210
1 : 9	169	119	1070	210
1 : 10	153	108	1080	200
1 : 12	128	90	1080	200

## 4. Ergiebigkeit.\*)

Sand auf 1 Zement	Mörtel
1	1·25
2	2·10
3	2·90

Portland- zement auf 1 m <sup>3</sup> Sand	Sand auf 1 Zement	Mörtel
500 <i>kg</i>	1½	1·7
700 „	1	1·25
350 „	2	2·4

Bezeichnen wir die spezifischen Gewichte des Portlandzements, des Sandes und des Wassers mit  $g_c = 3·13$ ,  $g_s = 2·65$  und  $g_w = 1·0$  *kg/l* und deren absolute Gewichte mit  $G_c$ ,  $G_s$  und  $G_w$ , so beträgt das Mörtelvolumen unter der Voraussetzung, daß keine Zusammenziehung stattfindet, und daß alle Zwischenräume ausgefüllt werden:

$$V = \frac{G_c}{g_c} + \frac{G_s}{g_s} + \frac{G_w}{g_w}$$

\*) Nach der „Hütte“.

### § 13. Kalkzementmörtel.

Portlandzementmörtel wird wesentlich verbessert, wenn man ihm etwas Ätzkalk zusetzt; man erhält dadurch den Kalkzementmörtel. Er ist billiger, geschmeidiger und erreicht eine größere Zug- und Druckfestigkeit als Portlandzementmörtel. Man kann ihn auch bei Frostwetter verwenden.

Empfehlenswerte Mischungsverhältnisse:

Zement	Kalkteig	Hydrau- lischer Kalk	Sand
1	1½	—	6—9
1	—	1½	6—9
1	2	—	6—9
1	—	2	6—9
1½	1½	—	6—9
1½	—	1½	6—9
2	1	—	6—9
2	—	1	6—9
1	½	—	5
1	—	½	5
1	1	—	6—7
1	—	1	6—7
1	1½	—	8
1	—	1½	8
1	2	—	10
1	—	2	10

Ergiebigkeit.

Mischung				Ausbeute an Mörtel	1 m <sup>3</sup> Mörtel erfordert				
Ze- ment	Kalk- teig	Sand	Wasser		Zement		Kalkteig l	Sand l	Wasser l
				kg	l				
1	½	5	1·30	4·90	286	202	102	1020	265
1	1	6	1·35	6·00	233	166	167	1000	225
1	1	7	1·60	6·80	206	146	147	1029	235
1	1½	8	1·60	7·80	182	129	195	1040	205
1	2	10	1·70	9·45	148	105	212	1055	180

Raumteile

1 Zement + 1 Fettkalk + 6 Sand = 6 Mörtel.

Festigkeit.<sup>1)</sup>

Mischung			1 m <sup>3</sup> Mörtel erfordert				K <sub>z</sub>		K <sub>d</sub>		nach 84 Tagen
Ze- ment <sup>2)</sup>	Kalk- hydrat	Sand <sup>3)</sup>	Ze- ment	Kalk- hydrat	Sand	nach 28 Tagen, hievon in Wasser erhärtet während					
						28 Tagen	21 Tagen	28 Tagen	21 Tagen		
1	1/4	5	285	71	1425	1020	17·6	31·4	160·8	291·0	—
1	1/2	6	233	116	1400	1000	17·1	24·3	152·0	226·0	—
1	3/4	8	182	136	1456	1040	10·7	16·7	97·0	154·0	—
1	1	10	148	148	1480	1060	9·2	10·8	67·0	94·0	—
1	1	7	—	—	—	—	4·1	—	131·5	—	167·2
1	—	7	—	—	—	—	3·5	—	58·3	—	69·3
			<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>l</i>					

Zement	Kalkteig	Sand	Druck- festigkeit <i>kg/cm<sup>2</sup></i> <sup>4)</sup>
1	1	6	205·2
1	1/2	6	175
1	1	7	140
1	1 1/2	8	130
1	2	10	110
1	3	12	85

## § 14. Hydraulische Zuschläge.

Darunter versteht man die natürlichen und künstlichen Stoffe, welche, an Stelle des Sandes dem Kalkbrei zugesetzt, bewirken, daß ein hydraulischer Mörtel entsteht, während bei Sand ein nicht hydraulischer erhalten wird. Sie liefern vorzügliche Zemente, die den besten anderen Zementen ebenbürtig sind. Da man als eigentliche Bindemittel nur den billigen Kalkbrei braucht, so sind sie auch sehr ökonomisch.

Zu den hydraulischen Zuschlägen gehören:

## A. Natürliche Stoffe:

- a) vulkanische Aschen:
  1. Puzzuolanerde,
  2. Santorinerde;
- b) Pulver aus vulkanischen Gesteinen:
  3. Traß (vom Duckstein).

<sup>1)</sup> Nach Dickerhoff.

<sup>2)</sup> Von 20·8 *kg/cm<sup>2</sup>* Zugfestigkeit nach 28 Tagen bei Normalmörtelmischung.

<sup>3)</sup> Rheinsand.

<sup>4)</sup> Wobei sich die Erhärtung während 24 Stunden an der Luft und durch 27 Tage unter Wasser vollzog.

## B. Künstliche Stoffe:

4. Hochofenschlacke (Schlackensand),
5. Kohlenasche,
6. Ziegelmehl.

## I. Puzzuolanzement.

a) *Puzzuolanerde.*

Sie ist ein weiches, braunrotes, aschgraues, auch schwarzes, gemischt-körniges Pulver; eine vulkanische Asche des Vesuv, die nächst dem Orte Puzzuoli bei Neapel gefunden wird.

lose Puzzuolanerde wiegt 880  $kg/m^3$ .  
dichte " " 2400 "

b) *Puzzuolanzement.*

Herstellung: Man mengt Puzzuolanerde + Kalkbrei mit oder ohne Sandzusatz.

Er wirkt um so kräftiger hydraulisch, je feiner die Puzzuolanerde ist. Er eignet sich namentlich zu Bauten im Meerwasser, das der Portlandzement nicht verträgt.

loser Puzzuolanzement wiegt 900—1000  $kg/m^3$ .  
dichter " " 2700 "

Man mischt auf 1 Kalkbrei für

rohes Bruchsteinmauerwerk . . . . .	5·7	Puzzuolanerde
Pflaster aus Geschiebe und Kies . . . . .	3·6	"
Ziegelmauerwerk . . . . .	2·3	"
Ziegelpflaster . . . . .	1·8	"
Putz, Stuck . . . . .	1·5	"
Ziegelverblendung . . . . .	1·2	"

Übliche Mischungen sind:

Kalkbrei	Puzzuolan- erde	Sand
1	3	2
1	3	3
1	1—2	—
1	1 $\frac{1}{3}$	1 $\frac{1}{3}$

## II. Santorinzement.

a) *Santorinerde.*

Sie ist ein grauweißes, lockeres Pulver; ein Gemisch aus vulkanischem Bimssteinsand mit feiner vulkanischer Asche von der Insel Santorin.

b) *Santorinzement.*

Mischung: 75—80% Santorinerde + 20—25% Kalkteig.

Er wird ebenso fest wie Portlandzement.

Verwendung: nur zu Bauten im Meerwasser, da er an der Luft mürbe und bröcklig wird. Die unter Wasser erreichte Härte geht an der Luft wieder verloren.



## III. Traßmörtel (Traßzement).

## a) Traß.

Der Traß ist ein Pulver aus dem Duckstein, einem vulkanischen Gestein, das sich in der Rheinprovinz findet.

Er wiegt gemahlen  $950 \text{ kg/m}^3$ .

Ein Zusatz von Traß zu Portlandzement erhöht dessen Festigkeit, macht ihn widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse, Meerwasser, Säuren usw. und vermindert die Kosten.

Mischung: 2 Portlandzement + 1 Traß + 9 Sand (in Gewichtsteilen).

## b) Traßmörtel.

Er ist sehr gut hydraulisch, erreicht schon nach kurzer Zeit eine hohe Festigkeit und kommt billiger als Portlandzement.

Der Wasserbedarf =  $0.2$  (Traß + Zement + Sand).

Empfehlenswerte Mischungen sind:

Traß	Fettkalk	Sand
1	$\frac{1}{2}$	1
1	$\frac{3}{4}$	2
1	1	3
1	$1\frac{1}{4}$	4

Raumteile

Erfordernis/1  $m^3$  Mörtel:

a) bei Traßkalkmörtel.

Traß	Kalk	Sand	Traß kg oder l	Gelöschter Kalk	Sand	Wasser
				l		
1	1	—	620	620	—	124
1	$1\frac{1}{2}$	—	795	530	—	133
1	2	—	920	460	—	138
1	1	1	450	450	450	135
1	1	2	350	350	700	140
1	$1\frac{1}{2}$	1	370	555	370	130
1	$1\frac{1}{2}$	3	255	380	765	140
$1\frac{1}{4}$	1	3	350	280	840	150
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	3	305	370	735	135
$1\frac{1}{2}$	1	1	600	400	400	140
$1\frac{1}{2}$	1	2	488	325	650	146
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	415	415	550	124
1	2	2	265	530	530	133
1	2	3	230	460	690	138
1	2	4	205	410	820	144
1	2	5	185	370	925	148

## b) bei Traßzementmörtel.

Traß	Zement	Sand	Traß		Zement	Sand	Wasser
			l	kg			
1	1	1	490	695	490	490	294
1	1	2	365	518	365	730	292
1	1	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	320	454	320	800	288
1	1	3	290	412	290	870	290
1	1	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	260	369	260	910	286
1	1	4	240	340	240	960	288
1	1	5	205	291	205	1025	287
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	3	400	376	265	795	292
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	4	330	312	220	880	286
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	5	285	270	190	950	285
2	1	3	480	340	240	720	288
2	1	4	410	291	205	820	287
2	1	5	360	256	180	900	288

## Festigkeit.

M i s c h u n g			Erhär- tungs- dauer in Tagen	K <sub>z</sub>	K <sub>d</sub>
Traß	Fettkalk	Sand			
1	1 <sup>1</sup> )	2	{14 28	3) {16·4 21·2	{ 93 112
2	1	—	{14 42		
1	1	1	42		94·87
1	1	2	42		95·5
1	1	3	42		93·7
1	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4	42		97·28
1	1	1 <sup>2</sup> )	28	14—17	77—101

Die Zugfestigkeit ist desto größer, je feiner das Traßmehl ist. Bei einer Mischung von 1 Traß + 1 Kalk + 1 Sand haben sich Schwankungen der Zugfestigkeit je nach der Feinheit der Mahlung von 1·85 bis 12·15 kg/cm<sup>2</sup> gezeigt.

## IV. Schlackenzement.

Herstellung: man mengt 1 Gewichtsteil Fettkalk + 4—5 Gewichtsteile Schlackemehl, d. i. staubfreie, gemahlene, granulいたe, basische Hochschlacke.

1) Kalkhydrat.

2) Normalsand.

3) Erhärtung unter Wasser.

Das spezifische Gewicht = 27·90  $kg/m^3$   
 = 900 „ wenn leicht eingesiebt  
 = 850 „ für granuliert Hoch-  
 ofenschlacke.

Der Wasserbedarf = 20—30%.

Schlackenzement erhärtet nach 15—20 Stunden.

Die Plastizität und Zähigkeit unter Wasser sind günstiger, die Kosten geringer als die des Portlandzements. Er eignet sich daher vorzugsweise zum Betonieren unter Wasser und zu Mörtel für Tief- und Wasserbauten, nicht aber für Konstruktionen, die einer Abnutzung unterworfen sind, oder zu Mörtel für Hochbauten. Bei Frostwetter kann man ihn nicht verarbeiten.

Erfordernis/1  $m^3$  Schlackenzementmörtel \*):

Mischung		1 $m^3$ Mörtel erfordert	
Zement	Schlacke	Zement	Schlacke
1	1	900	780
1	1·5	600	880
1	2	552	1010
1	2·5	437	1080
1	3	400	1170
Raumteile		$kg$	$l$

### Festigkeit.

Nach den Schweizer Normen soll 1 Schlackenzement + 3 Sand + 10% Wasser nach 28 Tagen erreichen:

$$K_z = 16 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_d = 150 \text{ „}$$

Die Festigkeit einer Mischung aus 1 Fettkalk + 5 Schlackenmehl beträgt fast 0·6 von der des reinen Portlandzements.

### V. Aschezement.

Herstellung: man mengt 1—2 Teile vollständig ausgebrannte Asche von Steinkohlen, Braunkohlen oder Torf oder sogenannte Raumasche + 1 Teil gepulverten gelöschten Kalk.

Für Bruchsteinmauerwerk verwende man grob gemahlene, für Ziegel-mauerwerk fein gesiebte Asche.

Steinkohlenasche wiegt 750  $kg/m^3$ .

\*) Nach Tetmajer.

## VI. Ziegelmehlzement.

Auch das Pulver (Mehl) von scharfgebrannten Ziegeln (Klinkern) ist ein hydraulischer Zuschlag.

Man verwendet folgende Mischungen (in Gewichtsteilen):

- |   |                 |   |                     |               |   |                     |                             |
|---|-----------------|---|---------------------|---------------|---|---------------------|-----------------------------|
| 1 | Fettkalk        | + | 1                   | Ziegelmehl    | + | 2                   | Sand;                       |
| 1 | „               | + | 2                   | Magerkalk     | + | 1                   | Ziegelmehl ohne Sandzusatz; |
| 3 | „               | + | 2                   | Ziegelmehl    | + | 3                   | Sand;                       |
| 3 | „               | + | 2                   | „             | + | 3                   | „                           |
|   |                 |   |                     |               | + | 2...2 $\frac{1}{2}$ | basischer Ton               |
|   |                 |   |                     |               | + | 1                   | gebrannter Kalk             |
|   |                 |   |                     |               | + | 5                   | Kreide;                     |
| 1 | gebrannter Kalk | + | 1                   | frischer Ton; |   |                     |                             |
| 5 | Kreide          | + | 2...2 $\frac{1}{2}$ | frischer Ton  | + |                     | Wasser.                     |

### § 15. Gips.

Gips wird gewonnen, indem man Gipsstein (schwefelsauren Kalk,  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) brennt.

Vor dem Brennen ist der Gips (in der Regel maschinell, mittels Stampfwerken, Walzwerken, Steinbrechmaschinen usw.) zu zerkleinern.

Gebrannt wird der Gips in Meilern oder Gruben, besser aber in Gipsbrennöfen.\*)

Nach dem Brennen wird der gebrannte Gips mittels Stampf- oder Walzwerken zerkleinert, gesiebt, dann in Kollergängen u. dgl. gemahlen und schließlich gesiebt.

#### I. Gewöhnlicher, Stuck- oder Bildhauergips (Schnellgips).

Wenn man den Gipsstein bei 120–130° brennt, so erhält man einen Gips, der, mit Wasser zu einem Brei angemacht, schon nach 5–10 Minuten anzieht und in etwa 30 Minuten vollständig, aber nicht hydraulisch abbindet, ohne sich zu erwärmen, jedoch unter Volumsvergrößerung. Deswegen eignet er sich für Gußarbeiten. Der Witterung und Feuchtigkeit widersteht er nicht; er ist auch nicht hart und fest.

Sein Gewicht beträgt: 650–850  $\text{kg/m}^3$  lose geschüttet,  
1200–1400 „ eingerüttelt.

Das spezifische Gewicht = 2600  $\text{kg/m}^3$ .

Der Wassergehalt = 5%.

Unter höherer Temperatur gebrannt, bindet er sehr rasch ab, erhitzt sich (dadurch würden Leimformen schmelzen) und treibt später.

Verwendung: Putz- und Stuckarbeiten im Innern, Rabitzwände, Gipsdielen.

#### II. Hydraulischer, Estrich- oder Mauergips (Gipskalk).

Wird der Gipsstein bei voller Rotglut, 400–500° C, gebrannt, so ist der Gips sehr fest, wetterbeständig, dicht, erhärtet hydraulisch, haftet sehr gut an den Steinen und treibt fast gar nicht.

Sein Gewicht beträgt: 1000–1200  $\text{kg/m}^3$  lose geschüttet,  
1500–1600 „ eingerüttelt.

Das spezifische Gewicht = 2800–2900  $\text{kg/m}^3$ .

Verwendung: Estriche, Beton, Kunststeine.

Gips löst sich

bei 14° C in 445 Teilen Wasser,

„ 20·5° C „ 420 „ „

\*) Siehe: Klasen, Grundrißvorbilder, Abt. XV, Teil 5, S. 2434.

Der Gehalt an Poren = 51%.

Gut gebrannter Gips ist leicht zu pulverisieren, etwas fettig, fühlt sich, zwischen den Fingern verrieben, feucht an. Schlecht gebrannter ist rauh, trocken und bleibt an den Fingern kleben.

Ist Gips längere Zeit hindurch an der Luft gelegen („abgestanden“), so hat er nur eine geringe Bindekraft.

Wurde er vor dem Brennen gemahlen, so geht er durch Feuchtigkeit sehr schnell zu Grunde

Damit der Gipsmörtel rascher erhärtet, dauerhafter und härter wird:

1. tränkt man ihn mit:

a) verdünnter Kalkmilch und behandelt ihn danach mit Keßler'schen Fluaten;

b) stark verdünnter Schwefelsäure (1:10—1:12), und brennt ihn dann bei Rotglut;

c) Gummi arabicum.

2. macht man das Gipsmehl an mit saurer Milch oder Sauerkleesalz oder weinsaurem Kali oder Seignettesalz.

3. verfährt man wie bei Keenes Zement (siehe S. 125).

Eine Erhöhung der Wetterbeständigkeit erzielt man durch einen Zusatz von 10% Kalk.

Eine Erhöhung der Härte durch einen Zusatz von 6% Alaun und 6% Salmiak oder mehrmaliges Eintauchen in Wasser nach der Erstarrung.

Eine Verzögerung des Abbindens erreicht man durch folgende Mischungen:

M i s c h u n g					Verzögerung des Abbindens
Gips	dünnes, warmes Leimwasser	konzentrierte Boraxlösung	Wasser	gepulverte Eibischwurzel	
8	5	—	—	—	20 Minuten
24*)	—	1	12	—	15 "
24*)	—	1½	—	—	50 "
24*)	—	3	—	—	3—5 Stunden
24*)	—	6	—	—	7—10 "
24*)	—	12	—	—	10—12 "
100	—	—	46	2—4	1 Stunde
Raumteile					

## § 16. Gipsmörtel.

### 1. Gewinnung.

Der gebrannte Gips wird zerschlagen, zu einem Pulver gemahlen und mit Wasser zu einem Brei angemacht, wobei fortwährend ruhig umgerührt werden soll.

Der Wasserbedarf = 48—72%.

Guter, frisch gebrannter Gips erstarrt in etwa 2 Minuten unter schwacher Erwärmung und dehnt sich dabei um 1% aus.

\*) Gipspulver.

## 2. Eigenschaften.

Die Erwärmung des Gipsbreis beim Anmachen: =  $7.3 \dots 24.2^{\circ}$  C.  
Die Abbindezeit beträgt  $4\frac{1}{2}$ —20 Minuten.

Die lineare Ausdehnung für  $1^{\circ}$  C geht bis 0.000166.

Die Ausdehnung beim Erhärten beträgt  $\frac{1}{5}$  der Länge.

Es wiegt:

Gipsmörtel . . . . .	2550—2870	kg/m <sup>3</sup>
Gipsstein . . . . .	2200—2960	"
Gipsestrich . . . . .	970	"
Gips, gebrannt . . . . .	1800	"
" roh . . . . .	1300—1400	"
" gegossen . . . . .	970	"
" " frisch . . . . .	1350	"
" trocken . . . . .	1040	"
" gesiebt . . . . .	1250	"
" gebrannt und gemahlen, lose . . . . .	960—1200	"
" festgerüttelt . . . . .	1140—1670	"
" + Schlacke . . . . .	1250	"

1 m<sup>3</sup> Gipsmörtel erfordert: 1800 kg Gips + 800 l Wasser.

Setzt man dem Gips zuviel Wasser zu, so wird die Masse nach dem Erhärten sehr porös und wenig fest; benützt man aber wenig Wasser, so wird der Mörtel fester und erhärtet rascher.

Das Treiben kann man verhindern, indem man etwas Ätzkalk zusetzt.

## Festigkeit.

Gips + 48—72% Wasser von  $7.3$ — $24.2^{\circ}$  C erreicht

nach Tagen	K <sub>z</sub>	K <sub>d</sub>
	kg/cm <sup>2</sup>	
7	11.8	55.6
28	19.3	83.2
84	23.1	127

## 3. Mischungsverhältnisse.

Beschaffenheit des Mörtels	Gips	Wasser	Mörtel
dickflüssig . . . . .	1	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
dünnflüssig . . . . .	1	$1\frac{3}{8}$	
flüssig . . . . .	1	$1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$	
steif . . . . .	1	1	

Verwendung	Mischung		
	Gips	Kalk	Sand
Mauermörtel . .	1	$\frac{1}{3}$	
Wandputz . . . .	1	3	$4\frac{1}{2}$
Deckenputz . . .	2	—	1
Gesimse . . . . .	1	1	

#### 4. Verwendung.

Der Gipsmörtel ist gleich nach dem Abbinden zu verwenden. Da er in Wasser löslich und nicht wasserbeständig ist, so darf er bei feuchten Wänden nicht verwendet werden.

Feingemahlenes Gipspulver eignet sich nicht zu Mörtel, da es gleich nach dem Anmachen erhärtet.

Für Arbeiten im Innern mischt man zum Gipsmörtel, wenn er recht fest werden soll, Leim; wenn er mehrere Tage lang plastisch bleiben soll (z. B. bei freihändigen Ornamenten), Eibischwurzeln.

Giëßt man Ornamente, welche im Freien angebracht werden, so setzt man, um die Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit zu erhöhen, Kalk zu (etwa  $\frac{1}{2}$ ... $\frac{1}{3}$  der Gipsmasse).

Man kann den Gipsmörtel noch bei  $-10^{\circ}$  verwenden.

Kommt er mit Eisen in Berührung, so wird dieses zerstört, indem sich Eisenvitriol bildet.

Nie soll man Gips mit Zement mischen.

Man darf auch nie zu schwach gebranntem Gips Wasserglaslösung zusetzen.

Um glatte Flächen zu erhalten, schleift man die mit Gips und Leimwasser geputzte Fläche mit Bimsstein, dann mit feinem Sandstein, hierauf mit Trippel und mit dem Filzstückchen, schließlich mit Leinwand und Seifenwasser ab.

Das Polieren erfolgt mittels eines in Öl oder Wachslösung geauchten Wollappens.

### Besondere Arten des Gipsmörtels.

#### 1. Alaungips, Marmorzement oder Keene's Zement, Mac Lean-Zement.

Reiner weißer Gips wird nach dem Brennen mit einer Alaunlösung (1:12...13) getränkt, dann bei scharfer Rotglut gebrannt, gepulvert und mit Alaunlösung angemacht.

Er bindet langsam und hydraulisch ab, wird polierbar und erlangt, mit 20% Wasser angemacht, nach 28 Tagen:

	englischer:	deutscher:
$K_z$	= 36·9 $kg/cm^2$	47·8 $kg/cm^2$
$K_d$	= 411 "	423 "

Er ist wetterbeständig, wird vom Wasser nicht zerstört, und man kann ihn abwaschen.

## 2. Boraxgips oder Parianzement.

An Stelle des Alauns wird Borax (1:11) verwendet. Angemacht wird er mit einer Lösung von Weinstein in Wasser (1:11).

Er hat dieselben Eigenschaften wie der Alaungips, darf aber nicht mit frischem Kalk in Berührung kommen.

Verwendung: Innenstuck und Mauerputz.

## 3. Mack's Zementgips.

Man mengt hydraulischen Gips\*) + 0.4% schwefelsaurem Kali oder kalziniertem Glaubersalz.

Er erhärtet sehr rasch, wird sehr hart und wetterbeständig.

Verwendung: Estriche, Rabitzwände, Decken, Gewölbe, Putz, Beton usw.

## 4. Scagliol.

Feingebrennter, gepulverter Gips + gepulverter Gipsspat (Marienglas) + Leimwasser oder Hausenblasenlösung.

## 5. Tripolith.

Darunter ist zu verstehen eine Mischung aus Gips, Kalk, Magnesiumkalk, Sand und  $\frac{1}{10}$  Gewichtsteil Kohle oder Koks, welche dann mäßig gebrannt und hierauf fein gemahlen wird.

Angemacht ist er leichter als Gips und bindet so rasch ab wie dieser. Er ist frostbeständig, sehr fest, treibt nicht stark, verträgt eine beträchtliche Hitze und kann abgewaschen werden (mit Seife und Lauge).

Verwendung: Stuckarbeiten.

## 6. Gipsstuck.

Zu Stuckarbeiten eignet sich Gips bestens, weil er infolge des Treibens die Formen vollkommen ausfüllt und beim Trocknen nicht rissig wird, namentlich aber wegen seiner weißen Farbe.

Man mischt 1 Gewichtsteil schwach gebrannten, frischen, rein weißen, lockeren, fein gemahlene Gips und  $2\frac{1}{2}$  Gewichtsteile Wasser.

Die Modelle werden hergestellt aus Ton, Gips, Holz, Metall, Wachs usw. und bestrichen mit Öl, Schellacklösung, Seife usw.

Um den Gipsstuck den erforderlichen Schutz gegen die Witterung zu geben, soll man

- a) die erwärmte Gipsmasse anstreichen mit einer heißen Mischung von 3 Leinölfirnis + 1 weichem Wachs,
- b) tränken mit heißem Leinöl und anstreichen mit Ölfarbe,
- c) imprägnieren mit Schwefelbalsam,
- d) bronzen,
- e) dem Gipsbrei Eisenfeilspäne zusetzen.

## 7. Weißstuck.

Nachdem man die Wand mit gewöhnlichem Kalkmörtel geputzt hat, und dieser Putz vollständig getrocknet ist, trägt man mit der stählernem

\*) Siehe S. 122.



Reibplatte 2—3mal in Stärken von je 1 mm eine Mischung aus feingesiebttem Kalk + 10% feinem Sand oder Marmorstaub + Gipsbrei auf, verreibt sie glatt, spachtelt sie unter Benetzen mit Wasser ab und reinigt sie vom anhaftenden Schlamm. Man erhält dadurch glänzende Wandflächen.

### 8. Gipsmarmor (Stuckmarmor).

Fein gesiebter und gebeutelter Gips wird mit etwas Leimwasser und einem Farbstoffe (Mennige, Zinnober, Chromgelb, Indigo, Gummigutti, Umbra, Kienruß, Eisen- und Kupfervitriol usw.) gemengt.

#### a) *Marezzomarmor.*

Er wird aus sehr langsam gebranntem Gips hergestellt und ist ungewein hart und dicht.

#### b) *Neomarmor.*

Man schneidet die aus Neomarmor herzustellenden Gegenstände aus rohem Gipsstein aus, erhitzt sie, taucht sie in eine Lösung von Chlorkalzium und dann in eine von Magnesiumsulfat. Dadurch werden sie sehr dicht. Das im Steine entstandene Chlormagnesium wird durch Einlegen in Wasser ausgelaugt.

Wenn man der Chlorkalziumlösung Metallsalze zusetzt, so kann man Färbungen erzielen.

## 17. Magnesiakalk.

(Dolomit-, Weiß- oder Medinazement.)

Er wird gewonnen, indem man Dolomit brennt. Schwach gebrannt, erhärtet er hydraulisch; bis zur Ätzkalkbildung gebrannt, aber nur wenig hydraulisch.

Er gibt einen mageren Luftmörtel und dient als Ersatz für Weißkalk.

### § 18. Magnesiament (Sorel'scher Zement).

Amorpher Magnesit wird gebrannt und mit einer Lösung von Chlormagnesium statt Wasser angemacht. Er ist nicht hydraulisch, besitzt aber unter allen Bindemitteln die größte Kittkraft.

Verwendung: Dekorationen, da er Farbe und Politur annimmt.

#### a) *Zinkzement.*

Ähnlich ist der Zinkzement: ein mit Zinkchlorid angemachtes Zinkoxyd. Er hat eine große Kittkraft, ist aber nicht hydraulisch.

#### b) *Magnesiakalkzement.*

Magnesiament, mit Fettkalk vermisch, ist ein Ersatz für hydraulischen Kalk.

#### c) *Bitumelith.*

Magnesiament + Asphaltpulver.

d) *Albolith.*

Magnesit wird, nachdem man ihn zerkleinert, gebrannt, fein gemahlen und gesiebt hat, mit amorpher Kieselsäure vermischt und dann mit Wasser angemacht.

Verwendung: Ornamenten.

### § 19. Prüfung der hydraulischen Bindemittel.

Die Prüfung der hydraulischen Bindemittel muß für den Zustand vorgenommen werden, in dem sie zur Verwendung kommen.

Vorschriften für diese Prüfungen bestehen:

1. vom österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine (Wien): Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von **Portlandzement** (1889).

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von **Romanzement** (1890).

2. vom Vereine Deutscher Portlandzement-Fabrikanten: Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement.

Die folgenden Bestimmungen gelten gemeinsam für Portland- und Romanzement, wenn nicht ausdrücklich bemerkt ist, daß sie nur für einen derselben Gültigkeit haben.

Wo nicht eine andere Quelle angegeben ist, liegen die Bestimmungen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines zu Grunde.

#### I. Eigengewicht.

Man sibt den Zement in ein 1 Liter fassendes zylindrisches Blechgefäß von 10 cm Höhe mittels eines Siebes von 64 Maschen auf 1 cm<sup>2</sup> und 0.40 mm Drahtstärke, welches man während des Siebens etwa 15 cm über dem oberen Rande des Litergefäßes hält, so lange, bis sich ein Kegel über der oberen Öffnung gebildet hat, der dann mit einem geradlinigen Streicheisen vollkommen eben abzustreichen ist. Während der ganzen Dauer dieser Arbeit ist jede Erschütterung des Litergefäßes sorgfältig zu vermeiden. Das Gewicht dieser Zementmenge gibt das Einheitsgewicht. Es ist das Gewicht der vom Zement einschließlich der Hohlräume erfüllten Raumeinheit.

Das spezifische Gewicht wird mittels des Volumenometers ermittelt. Es ist das Gewicht der Raumeinheit der Zementmasse.

#### II. Feinheit der Mahlung.

Der Zement soll so fein wie nur möglich gemahlen sein. Die Feinheit der Mahlung prüft man mittels Sieben.

S i e b		Größter Siebrückstand bei	
Anzahl der Maschen für 1 cm <sup>2</sup>	Drahtstärke mm	Portlandzement	Romanzement
4900	0.05	35%	—
2500	0.07	—	36%
900	0.10	10%	18%

Zu jeder Siebprobe soll man 100 g Zement verwenden.

Die Feinheit der Mahlung ist kein ausschließliches Kennzeichen der Güte des Zements, denn geringe weiche Zemente kommen häufig feiner gemahlen vor als gute scharf gebrannte, obgleich diese, auch bei größerer Mahlung, doch eine stärkere Bindekraft haben.

### III. Abbindeverhältnisse.

#### 1. Hilfsmittel.

Der Apparat zur Bestimmung der Abbindeverhältnisse besteht aus einem Gestelle, an dem eine vertikale Millimeterteilung angebracht ist und in einer Führung ein arretierbarer Metallstab sich bewegt, dessen oberes Ende eine Metallscheibe trägt. Am unteren Ende befestigt man den Konsistenzmesser oder die Normalnadel.

1. Der Konsistenzmesser ist ein Messingstab von 10 mm Durchmesser; er wiegt einschließlich Führungsstab und Scheibe 300 g.

Wenn er auf der Bodenfläche aufsteht, so spielt der am Führungsstab befindliche Zeiger auf den Nullpunkt der Millimeterteilung. Dadurch ist es möglich den jeweiligen Stand des Konsistenzmessers über der Bodenfläche unmittelbar an der Teilung abzulesen.

2. Die Normalnadel ist eine Stahlnadel von 1 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche, d. h. 1.13 mm Durchmesser; sie ist ebenso lang wie der Konsistenzmesser und wiegt samt Führungsstab und Scheibe 270 g. Beim Gebrauche der Nadel muß auf die Scheibe ein Ergänzungsgewicht von 30 g aufgelegt sein.

3. Die Hartgummidose hat einen Durchmesser von 8 cm und eine Höhe von 4 cm. Beim Gebrauche wird sie auf eine Glasplatte aufgesetzt.

#### 2. Brei von Normalkonsistenz.

Zur Feststellung der Abbindeverhältnisse verwendet man einen Brei von Normalkonsistenz. Man rührt 400 g Zement mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge mit einem löffartigem Spatel zu einem steifen Brei an.

Zement	Dauer des Anrührens
rasch bindender Portlandzement	1 Minute
mittel „ „	3 „
langsam „ „	3 „

Dann bringt man den Brei, ohne ihn zu rütteln oder einzustoßen, in die Hartgummidose, die man auf eine Glasplatte aufgesetzt hat, welche den Boden der Dose bildet. Hierauf wird die Oberfläche des Breis in gleicher Ebene mit dem oberen Rande der Dose abgestrichen, die Dose unter den Konsistenzmesser geschoben und dieser auf die Oberfläche des Breis aufgesetzt.

Wenn der Konsistenzmesser, der Wirkung seines Eigengewichtes allein überlassen, in den Zementbrei so tief eindringt, daß er 6 mm über der Bodenfläche stecken bleibt,

daß also der Zeiger auf den 6. Teilstrich einspielt, so hat der Brei „Normalkonsistenz“.

Gelingt dies beim ersten Versuche nicht, so muß der Wasserzusatz so lange geändert werden, bis ein Brei von der geforderten Konsistenz erreicht wird.

Ist Puzzolanerde oder Traß u. dgl. zu untersuchen, so mischt man 2 Gewichtsteile desselben, fein gepulvert und getrocknet, + 1 Gewichtsteil Kalkhydrat + 1 Gewichtsteil Wasser.

### 3. Untersuchung.

#### a) Erhärtungsbeginn.

Man bringt die Dose mit einem Brei von Normalkonsistenz unter die Normalnadel. Anfangs wird diese bis zum Boden der Dose in den Brei eindringen, dann aber immer höher stecken bleiben.

Der Zeitpunkt, in welchem die Nadel den Kuchen seiner ganzen Höhe nach nicht mehr zu durchdringen vermag, heißt **Erhärtungsbeginn**.

#### b) Abbindezeit.

Ist der Kuchen soweit erstarrt, daß die Nadel beim Aufsetzen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, so hat der Portlandzement abgebunden.

Die Zeit vom Augenblicke der Wasserzugabe bis zu diesem Zeitpunkte heißt **Abbindezeit**.

Weil das Abbinden durch höhere Temperaturen beschleunigt und durch niedere verzögert wird, so sollen die Untersuchungen bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von 15 bis 18° C vorgenommen werden. Werden die Versuche bei anderen Temperaturen durchgeführt, so sind dieselben sowohl für Luft als auch für Wasser anzugeben.

Während des Abbindens dürfen langsam und mittel bindende Romanoder Portlandzemente sich nicht wesentlich erwärmen. Rasch bindender Portlandzement kann eine merkliche Temperaturerhöhung erfahren. Ebenso entstehen bei rasch bindenden Romanzementen oft sehr bedeutende Temperaturerhöhungen.

Als Vorprobe für die Bestimmung der Abbindeverhältnisse kann auch die **Kuchenprobe** vorgenommen werden. Dabei werden 100 g Zement zu einem Brei von Normalkonsistenz angemacht, bei Langsambindern 3, bei Raschbindern 1 Minute lang angertührt und daraus auf einer ebenen Glasplatte ein Kuchen von etwa 2 cm Dicke hergestellt. Wenn dieser einem leichten Drucke mit dem Fingernagel widersteht, so ist er als abgebunden anzusehen.\*)

Es ist wünschenswert, daß, von der Normalkonsistenz ausgehend, Versuche auch mit höheren Wasserzusätzen gemacht werden.\*)

### IV. Volumenbeständigkeit.

Die Zemente sollen sowohl an der Luft als auch unter Wasser volumenbeständig sein: sie müssen — mit Wasser und

\*) Bauschinger: Beschlüsse der Konferenzen.

Sand angemacht — die beim Abbinden angenommene Form dauernd beibehalten.

Eine Vergrößerung des Volumens heißt man Treiben. Das Treiben lockert den Zusammenhang, führt eine Zerklüftung und schließlich den gänzlichen Zerfall der Zementmasse herbei. Ein treibender Zement ist von der Verwendung auszuschließen, da er die Solidität der mit ihm hergestellten Bauteile in bedeutendem Maße gefährdet. Das Treiben tritt nicht sofort nach dem Abbinden auf, sondern meistens erst einige Zeit danach.

Man untersucht auf Volumenbeständigkeit:

a) Romanzement und hydraulischen Kalk mittels der Kuchenprobe (siehe B).

b) Portlandzement mittels der Kuchen- und der Darrprobe (siehe A), denn das „Gipstreiben“ des Portlandzements (d. i. die Volumenunbeständigkeit infolge Vorhandenseins von mehr als 3% wasserfreiem schwefelsauren Kalk oder ungebranntem Gips) kann durch die Darrprobe allein nicht nachgewiesen werden, sondern wird durch die Kuchenprobe festgestellt.

Am besten ist aber für alle Zemente die Kochprobe zu empfehlen (siehe C).\*)

Puzzuolane (Traß) prüft man auch auf folgende Weise: man füllt eine Mischung aus 2 Gewichtsteilen Puzzuolan (Traß) und 1 Gewichtsteil Kalkhydratpulver und 1 Gewichtsteil Wasser in eine oben offene, nach unten sich etwas verjüngende, 3—4 cm hohe, oben 6—8 cm weite Dose aus verzinktem Eisenblech, streicht glatt ab und bringt sie sofort unter Wasser, so daß dieses 3 cm über den oberen Rand vorsteht. Beim Erhärten darf der Mörtel nicht über den Rand der Dose hervortreten oder sich wölben.\*)

#### A) Darrprobe.

Man rührt den Zement ohne Sandzusatz zu einem Brei von Normalkonsistenz an, breitet diesen auf einer ebenen Glas- oder Metallplatte in 2 „Kuchen“, von etwa 10 cm Durchmesser und etwa 1 cm\*\*) (2 cm\*\*\*) Dicke aus und legt sie sodann, damit keine Schwindrisse entstehen können, in einen feuchtgehaltenen Kasten, wo sie vor Zugluft und der Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt sind.

Nach 24 Stunden (jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden) werden die Kuchen, auf ebenen Metallplatten ruhend, in einem Trockenschranke, nicht vertikal übereinander, sondern treppenförmig verschoben, allmählich, auf 120° C\*\*) (110—120° C\*\*\*) steigenden Temperatur ausgesetzt. In einer Temperatur von 120° C läßt man sie durch 2—3 Stunden, jedenfalls aber 1/2 Stunde über den Augenblick hinaus, bei welchem keine Wasserdämpfe mehr sichtlich entweichen.

#### B) Kuchenprobe (Plattenprobe).

Man breitet auf einer ebenen Glasplatte 2 Kuchen von der unter (A) angegebenen Gestalt und Größe aus, welche man gegen die Ränder zu dünn auslaufen läßt.

\*) Bauschinger: Beschlüsse der Konferenzen.

\*\*) Österreichische Norm.

\*\*\*) Deutsche Norm.

Der Wasserzusatz ist um etwa 1% des Zementgewichtes größer zu nehmen als für die Normkonsistenz ermittelt wurde, damit der Brei leichter zu Kuchen auslaufe.

Diese Kuchen werden, damit keine Schwindrisse entstehen können, in einem feuchtgehaltenen Kasten, geschützt vor Zugluft und der Einwirkung der Sonnenstrahlen, aufbewahrt und nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach dem erfolgten Abbinden, samt den Glasplatten unter Wasser gelegt und darin 27 Tage lang liegen gelassen.

Zeigen sich während dieser Prüfung an den Kuchen Verkrümmungen oder gegen die Ränder hin sich erweiternde Kantenrisse\*) von mehrweniger radikaler Richtung, so deutet dies auf ein Treiben des Zements hin, und man darf ihn nicht verwenden. Bleiben aber die Kuchen unverändert, so ist der Zement als unter Wasser volumenbeständig anzusehen.

### C) Kochprobe.

Am zuverlässigsten ist die Kochprobe.

50 g Zement werden mit 13—15 g Wasser 1 Minute lang durchgearbeitet und dann zu einem Kuchen angemacht, der in der Mitte 1 cm dick ist und nach den Rändern hin dünn ausläuft. Diesen Kuchen gibt man in einen mit Wasserdampf gesättigten, bedeckten Raum, läßt ihn 24 Stunden erhärten, bringt ihn dann in ein kaltes Wasserbad, das man langsam, in etwa 10 Minuten, bis zum Sieden erhitzt, wobei ein Deckel zur Beschränkung der Verdampfung aufzusetzen ist. Der Kuchen muß stets ganz im Wasser liegen.

### V. Bindekraft.

Die Bindekraft der Zemente wird ermittelt, indem man ihre Festigkeitsverhältnisse an einer Mischung mit Sand prüft. Beim Portlandzement ist auch der reine Zement zu prüfen.

Wenn Roman-, Portlandzement, hydraulischer Kalk u. dgl. zu untersuchen ist, so mischt man 1 Gewichtsteil Bindemittel mit 3 Gewichtsteilen Normalsand.

Hat man Puzzuolanerde oder Traß zu untersuchen, so mischt man 2 Gewichtsteile Puzzuolanerde oder Traß mit 1 Gewichtsteil Kalkhydratpulver, 3 Gewichtsteilen Normalsand und 1 Gewichtsteil Wasser.

Der Traß ist so fein zu pulvern, daß beim

900-Maschensieb	75%	durchgehen,
4900- "	50%	" **).

Die Prüfung auf Druckfestigkeit (Druckprobe) erfolgt an Würfeln von 50 cm<sup>2</sup> Seitenfläche (7·07 cm Seitenlänge).

Die Prüfung auf Zugfestigkeit (Zerreißprobe) erfolgt an Probekörpern von nebenstehender Gestalt, die an der Bruchfläche einen Querschnitt von 2·15 cm Länge und 2·22 cm Breite, zusammen 5 cm<sup>2</sup> haben.

Die maßgebende, wertbestimmende Probe ist die Druckprobe, weil der Mörtel vorzugsweise auf Druck beansprucht wird, und das Verhältnis zwischen Zug- und Druckfestigkeit bei verschiedenen Zementen verschieden

\*) Von diesen „Treibrissen“ sind zu unterscheiden die infolge zu raschen Austrocknens durch Volumverminderung manchmal entstehenden „Schwindrisse“, welche nicht am Rande der Kuchen, sondern innerhalb derselben in der Form von konzentrischen Kreisen oder feiner oberflächlicher Haarrisse auftreten.

\*\*\*) Bauschinger: Beschlüsse der Konferenzen.

ist, so daß man nicht mit Sicherheit aus der Zugfestigkeit auf die Druckfestigkeit schließen kann. Die Druckprobe soll erst nach 28tägiger Erhärtung vorgenommen werden, weil früher die Eigenschaften eines Zements nicht genügend zum Ausdruck kommen.

Fig. 145.



Da die Herstellung der Druckprobe-Körper umständlich ist, und die Druckprobe kostspielige Apparate erfordert, so kann die Kontrolle über die Gleichmäßigkeit der gelieferten Ware einfacher durch die Zugprobe nach 7- und 28tägiger Erhärtungsdauer durchgeführt werden.

Wo möglich soll man die Festigkeitsproben auf längere Zeit ausdehnen, um über Änderungen der Festigkeit Kenntnis zu erlangen, da manche Zemente, welche anfangs nur geringe Festigkeiten haben, später die Festigkeiten anderer Zemente erreichen oder sogar überholen.

Bei der Zugprobe\*) soll die Zunahme der Belastung während des Versuches betragen: 100 g/1 Sekunde.

Die Probekörper sind so einzuspannen, daß der Zug genau normal zur Bruchfläche wirkt.

Bei der Druckprobe\*\*) soll der Druck auf 2 Flächen wirken, welche mit Rücksicht auf die Herstellung als Seiten, nicht aber als Bodenflächen anzusehen sind.

#### Herstellung der Probekörper.

Die Probekörper für die Druckproben sind stets auf maschinellem Wege zu erzeugen; die für die Zugproben können maschinell oder von der Hand angefertigt werden. Den Versuchsergebnissen der Festigkeitsproben ist beizufügen, ob die Probekörper durch maschinelle Arbeit oder durch Handarbeit angefertigt worden sind. In Streitfällen ist jedoch stets das Ergebnis der maschinellen Arbeit entscheidend.

Zu jeder Festigkeitsprobe sind für jede Altersklasse 6 Probekörper zu verwenden; maßgebend ist das arithmetische Mittel aus den 4 höchsten Werten.

Nach den deutschen Normen ist die Festigkeit als das Mittel aus 10 Proben zu bestimmen.

Der Zement wird mit dem Sand trocken gemengt, dann setzt man das Wasser zu, arbeitet die Mischung tüchtig durcheinander, und zwar bei

rasch	}	bindenden	{	1	Minute
mittel				3	Minuten
langsam				3	„
		Zementen			

und füllt sie dann sofort in die Formen, welche vollständig gereinigt sein müssen und mit Wasser zu benetzen sind. Ein nachträgliches Aufbringen von Zement ist zu vermeiden. Die Herstellung der Probekörper muß beendet sein, bevor der Zement zu erhärten beginnt.

Die Verschlussvorrichtung der Formen für die Zugprobekörper muß unnachgiebig sein, weil sonst der Probekörper eine ungenaue Gestalt erhalten würde; ein durch Federkraft bewirkter Verschluss ist daher nicht zulässig.

\*) Zugfestigkeitsapparat von Michaelis.

\*\*) Schweizerischer Normalapparat für Druckfestigkeitsproben von Amsler-Laffon nach den Angaben Tetmajers.

Die Konsistenz und die Dichte der Probekörper müssen für die Zug- und für die Druckproben die gleichen sein. Um dieselbe Konsistenz zu erzielen, ist stets die gleiche perzentuelle Wassermenge zuzusetzen; eine gleichmäßige Dichte erreicht man dadurch, daß man zur Herstellung der Probekörper immer dieselbe Arbeit aufwendet: 0·3 *mk*g für 1 *kg* Trocken-substanz.

Sofort nach der Herstellung der Probekörper ist deren Dichte zu ermitteln und in den Versuchsergebnissen anzuführen.

Um den erforderlichen Wasserzusatz zu bestimmen, werden 750 *g* gut gemengte, trockene Normal-Mörtelmischung mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge gleichmäßig angefeuchtet und

bei Rasch-	}	1 Minute
„ Mittel-	}	3 Minuten
„ Langsam-	}	3 „

lang durchgearbeitet. Dieser Mörtel wird dann auf einmal in die Form des zur Herstellung der Druckprobekörper dienenden Rammapparats gefüllt und durch 150 Schläge eines 3 *kg* schweren, aus einer Höhe von 50 *cm* fallenden Hammers festgeschlagen. Zeigt der Mörtel nach dem letzten Schlage an seiner Oberfläche eine mäßige Absonderung von Wasser, so gilt dies als Zeichen, daß die Wassermenge richtig gewählt wurde. Ist dies aber nicht der Fall, so muß man den Versuch mit einer jedesmal geänderten Wassermenge so lange wiederholen, bis beim letzten Schlage die Wasserabsonderung erfolgt.

Bei maschineller Herstellung sind die Probekörper einzeln anzufertigen. Für jeden Probekörper der Druckfestigkeit rührt man 750 *g*\*\*\*) (860 *g* †), für jeden solchen der Zugfestigkeit 200 *g*\*\*\*) (180 *g* †) trockene Normalmischung mit der erforderlichen Wassermenge an. Diese Mörtelmenge füllt man in die mit einem Füllkasten versehene Form und dichtet sie mittels eines genau in diese Form passenden Kernes.

Probekörper für	Gewicht des Hammers*)	Fallhöhe	Anzahl der Schläge
Druckfestigkeit	3 <i>kg</i>	50 <i>cm</i>	150
Zugfestigkeit	2 „	25 „	120***) (150 †)

Nach dem letzten Schlage entfernt man den Kern und den Aufsatz des Formkastens, streicht das über die Form vorragende überschüssige Material mit einem Messer ab und glättet die Oberfläche. Wenn der Mörtel vollständig abgebunden hat, so nimmt man den Probekörper aus der Form heraus.

Die Apparate zur Dichtung der Probekörper müssen auf unbeweglicher, nicht federnder Unterlage, am besten auf Mauerwerk ruhen.

Stellt man die Zugprobekörper durch Handarbeit her, so sind bei mittel und langsam bindenden Zementen 3 (5 †) Probekörper gleichzeitig, bei rasch bindenden ist jeder für sich herzustellen.

\*) Am besten eignen sich Fallhammerapparate.

\*\*\*) Österreichische Norm.

†) Deutsche Norm.



Für jene 3 werden 150 g, (250 g †) Zement mit 450 g\* (750 g †) Normsand in einer Schüssel gut durcheinander gemengt und dann mit 60 g\* (100 g †) reinem Wasser (d. s. 10% der Trockensubstanz) angerührt. Mit diesem Mörtel werden 3 auf einer Metall- oder starken Glasplatte liegende Formen auf einmal so hoch gefüllt, daß sie stark gewölbt voll werden. Dann schlägt man mittels eines eisernen 35 cm langen, 350 g schweren Spatels, dessen Schlagplatte 5 cm breit, 8 cm lang und 0.5 cm dick ist, den überstehenden Mörtel anfangs schwach und von der Seite her, dann immer stärker so lange (etwa 1 Minute) in die Formen ein, bis an seiner Oberfläche Wasser ausschwitzt.

Hierauf streicht man den überragenden Mörtel mit einem Messer ab, und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem der Mörtel vollständig abgebunden hat, werden die Formen vorsichtig abgelöst.

Nach der Anfertigung sind die Probekörper zuerst 24 Stunden an der Luft aufzubewahren, und zwar um sie vor ungleichmäßiger Austrocknung zu schützen, in einem geschlossenen, feucht gehaltenen, die aus Puzzolan- oder Traßmörtel in einem mit Wasser gesättigtem Raume, die übrige Zeit bis zur Vornahme der Probe unter Wasser (von 15 bis 18° C) von dem sie immer bedeckt sein müssen. Das Wasser ist in den ersten 4 Wochen alle 8 Tage zu erneuern; danach genügt es, wenn nur das verdunstete Wasser immer ersetzt wird.

Hat man die Zugfestigkeit reinen Portlandzements zu ermitteln, so macht man 600 g\* (1000 g †) Zement mit etwa 120 g\* (200 g †) Wasser an, rührt die Masse gut durch, (mit Rücksicht auf den Erhärtungsbeginn bis 5 Minuten) und bringt sie in eingefettete Formen, die man erst ablösen darf, wenn der Zement schon genügend erhärtet ist.

Sehr fein gemahlene oder rasch bindende Portlandzemente erfordern einen höheren Wasserzusatz; es ist daher derselbe bei Bekanntgabe der bei diesen Proben erzielten Festigkeitsziffern stets anzugeben.

## § 20. Mechanische Bindemittel.

Die mechanischen Bindemittel erhärten, ohne daß eine chemische Umwandlung erfolgt entweder durch Austrocknen oder durch Erstarren aus dem Schmelzflusse (siehe § 1).

Sie werden viel seltener als die chemischen Bindemittel und nur für ganz bestimmte Zwecke verwendet.

### I. Erhärtung durch Austrocknen.

Durch Austrocknen erhärten: Lehmörtel, Schamottemörtel, Kitte usw.

Die zu verbindenden Flächen darf man nicht nassen, weil sich sonst das Austrocknen verzögert.

#### 1. Lehmörtel.

Mittelfetter Lehm wird mit Wasser zu einem mäßig dicken Brei an gemacht. Man soll weder zu fetten noch zu mageren Lehm verwenden.

\*) Österreichische Norm.

†) Deutsche Norm.

Jener läßt sich schwer verarbeiten, trocknet langsamer und wird rissig; dieser erlangt keine genügende Festigkeit.

Um den Zusammenhalt des Lehm Mörtels zu erhöhen, mischt man zum Lehm brei: Stroh („Strohlehm“), Heu, Häcksel, Spreu, Moos, Flachsabfälle, Kuh- oder Kälberhaare u. dgl. oder tränkt ihn mit Teergalle oder Rindsblut.

Der Lehm Mörtel wird vom Wasser aufgeweicht, widersteht aber dem Feuer; er ist ein schlechter Wärmeleiter und hat nur eine geringe Festigkeit.

Verwendung: bei landwirtschaftlichen Bauten, für Lehmziegel, bei Feuerungsanlagen (Rauchschlote, Herde, Zimmeröfen, Brandmauern — als Ersatz für den teureren Schamottemörtel.

### Lehm-Sirupmörtel.

Man setzt dem zerkleinerten Lehm noch Zuckerrübensirup zu, der mit heißem Wasser (30—50%) vermischt worden ist.

### 2. Schamottemörtel.

Trockener, gepulverter Ton wird mit Schamottmehl unter Wasserzusatz angemacht.

Er widersteht großer Hitze, eignet sich daher namentlich für Feuerungsanlagen, aber auch dann, wenn dem Einflusse von Dämpfen, Säuren und Chemikalien zu begegnen ist. Da er nicht abbindet, so erlangt er keine große Festigkeit.

## II. Erhärtung durch Erstarren aus dem Schmelzflusse.

Einige mechanische Bindemittel werden in geschmolzenem Zustande verarbeitet und erstarren durch Abkühlung: Asphalt, Blei Schwefel usw.

Die zu verbindenden Flächen dürfen nicht feucht sein, weil sonst die Bindemittel nicht an ihnen haften würden.

Asphalt wird verwendet, wenn häufig Erschütterungen vorkommen, und wenn ein Schutz gegen Feuchtigkeit zu schaffen ist.

Blei verwendet man namentlich dann, wenn eine elastische Zwischenlage zu schaffen ist; ferner zum Vergießen von Steinschrauben usw.

### Asbestkitt oder Asbestzement.

Asbestfasern werden mit gemahlener Mennige, die mit Leinöl angemacht wird, gemengt und durch Stoßen oder Schlagen gedichtet.

## V. Kapitel.

### Beton.

Grobmörtel; französisch: béton; englisch: concrete.

Obgleich der Beton schon von den Römern in großem Umfange benutzt worden ist, so mußte doch in der Neuzeit mit seiner Verwendung wieder von vorn angefangen werden, da die Kenntnis dieses wichtigen Baustoffes ganz in Vergessenheit geraten war. Seine vorzüglichen Eigenschaften haben ihm aber das Bauwesen in raschem Siegeslaufe wieder erobert, und heute hat er schon eine so hervorragende Bedeutung erlangt, daß er unentbehrlich geworden ist und zu den wichtigsten Baustoffen zählt. Die natürlichen und künstlichen Bausteine verdrängt er in stets wachsendem Maße.

#### § 1. Zusammensetzung.

Der Beton ist ein Gemenge aus einem Mörtel + Steinstücken.

##### I.

Zum Mörtel verwendet man gewöhnlich Zement: Zementbeton, sowohl Portland- als auch Roman- sowie Schlackenzement.

Nur in besonderen Ausnahmefällen benutzt man zuweilen hydraulischen oder Weißkalk und noch seltener Gips.

Den besten und festesten, aber auch teuersten Beton liefert Portlandzement. Er ist überall dort zu verwenden, wo eine möglichst große Festigkeit, Widerstandsfähigkeit, Dauerhaftigkeit, Wasserdichtheit usw. verlangt wird.

Zuschläge von Ätzkalk zum Portlandzementmörtel sind diesem sehr günstig und vermindern die Kosten.

Wenn der Beton nicht den höchsten Anforderungen genügen muß, so genügt auch Romanzement.

In feuchter Erde hat sich Schlackenzement sehr gut bewährt.

Der Zementbeton wird als wasserdicht und wasserbeständig erklärt. Absolut ist er dies nicht, wenn auch in hohem Grade.

Gipsbeton (Analith) ist weder wasserdicht noch wasserbeständig.

Bei Fundamenten verwendet man zuweilen auch Asphaltbeton.

##### II.

1. Zum Mörtel mischt man am besten Flußkies. Minder gut ist Grubenkies (Kiesbeton).

Der Kies muß sein:

- a) rein: frei von Erde, Staub u. dgl.;
- b) scharfkantig;
- c) 0.5...3 cm groß und soll 35% Hohlräume haben;
- d) quarzreich.

Runde Steine (Geschiebe, Gewölbe u. dgl.) sind vorher zu schlägeln: Schlägelschotter, Steinschlag.

2. Einen billigeren, aber minderen Beton erhält man, wenn dem Mörtel Ziegelbrocken zugesetzt werden: Ziegelbeton.

3. Soll der Beton ein möglichst geringes Gewicht haben, so gibt man zum Mörtel Hochofen-Schlacke.

Der Schlackenbeton wird nur für Ausfüllungen verwendet, nicht aber als Tragkonstruktion.

Deswegen genügt Weißkalkmörtel.

Die Füllstoffe (Sand, Kies usw.) sollen in allen Größen, vom feinsten Sand an, vermengt werden, damit die Zwischenräume der größeren Steinstücke durch kleinere möglichst gut ausgefüllt werden. Dadurch wird die Festigkeit wesentlich erhöht.

Beton aus Zement und Kies allein hat eine geringere Festigkeit als solcher aus Zementmörtel (Zement + Sand) und Kies.

Wenn man dem Mörtel wenig Kies zusetzt, so vermindert sich die Festigkeit des Betons, während die Kosten zunehmen.

Normalbeton: 1 Vol. Zement + 1·81 Vol. Sand + 4·41 Vol. Kies  
 = 2·94 kg „ + 394 l „ + 920 l „

Geeignete Mischungsverhältnisse.

Verwendung	Portlandzement	Sand	Kies	Schotter
		höchstens 8 mm groß	höchstens haselnußhühnerig groß	höchstens faustgroß
Fundamente . . . . .	1	3	6	—
„ . . . . .	1	6—8	6—8	—
Widerlager . . . . .	1	6—8	—	8—10
Sohlen v. Wasserbehältern				
Mauern (Widerlager) . . . . .	1	3	—	—
Gewölbe . . . . .	1	2	3	—
Wände . . . . .				
Pfeiler . . . . .	1	5—6	5—6	—
Gewölbe . . . . .	1	5—6	—	7—8
Tragkonstruktion . . . . .				

Ergiebigkeit:

A.

Mischung				Ausbeute an Beton
Portlandzement	Sand	Kies	Schotter	
1	0·6	0·7	1	2·0
1	1	2	—	2·9
1	2	—	2·5	3·2
1	2	3	—	4·0
1	2	4	—	4·4
1	3	6	—	6·65
1	4	8	—	8·85
1	5	10	—	11·25
1	6	12	—	13·45

<sup>1)</sup> angemacht. <sup>2)</sup> eingestampft.

## B.

M i s c h u n g								Ausbeute an Beton	
Portland- zement	hydraul. Kalk	Traß	Fett- kalk	Sand	Kies	Schotter	Ziegel- stücke	ange- macht	eingestampft
—	1	1·33	—	0·65	—	4·2	—	5·0	—
1·2	1	—	—	0·80	0·85	1·3	—	3·7	3·5
0·65	1	—	—	0·70	0·60	1·8	—	2·8	—
—	1	1	—	1	0·80	—	2·50	—	4·4
—	—	1	0·75	2	—	6	—	—	—
—	—	1	0·45	0·5	—	3·25	—	4·0	—

Erfordernis /1 m<sup>3</sup>:

Mischung			M a t e r i a l					Arbeit	
Ze- ment	Sand	Schotter	Ro- man-	Port- land-	Schla- cken-	Fluß- sand	Kies, Schlägel- schotter	Maurer-	Hand- langer-
			Zement (kg)			(m <sup>3</sup> )		Tagschichten	
1	2	2	280	—	—	0·65	0·65	0·30	1·40
			—	460	—				
			—	—	325				
1	2	3	220	—	—	0·50	0·75	0·25	
			—	360	—				
			—	—	248				
1	2	4	200	—	—	0·45	0·90	0·30	
			—	300	—				
			—	—	225				
1	2	—	440	—	—	1·00	—	0·25	
			—	700	—				1·50
			—	—	495				
1	3	—	350	—	—	1·20	—	0·25	1·50
			—	560	—			0·30	1·55
			—	—	394				
1	4	—	285	—	—	1·25	—	0·25	1·50
			—	430	—			0·30	1·55
			—	—	320				
*)	1	4	—	315	—	0·45	0·90	0·35	1·65
			—	190	—				
			—	140	—				

\*) Für Kanäle.

Erfordernis /1 m<sup>3</sup> Stampfbeton:

Z	S	Sch	Zement		Sand m <sup>3</sup>	Kies oder Schotter m <sup>3</sup>	Wasser m <sup>3</sup>
			m <sup>3</sup>	kg			
1	2	5	0·199	281	0·397	0·992	0·132
1	2·5	6	0·167	223	0·417	1·000	0·129
1	3	6·5	0·147	207	0·441	0·956	0·130
1	4	8	0·116	164	0·464	0·928	0·128
1	5	10	0·93	131	0·465	0·930	0·123
1	6	8	0·90	135	0·576	0·774	0·148

## Bedarf an Zement

Mischung			1 m <sup>3</sup> Beton erfordert*)		
Zement	Sand	Kies	Portland- zement	Roman- zement	hydraulischer Kalk
1	1	2	—	385	—
1	2	4	280	200	190
1	2	5	245	—	168
1	3	6	185	—	138
1	4	9	128	—	—
1	6	12	93	—	—

## Wasserbedarf.

Der Wasserbedarf beträgt, auf reinen Zement bezogen, bei

Portlandzement	40—45	} Gewichtsprozent.
Romanzement	45—52	
hydraulischem Kalk	50—80	

Bei rasch bindendem Zement ist mehr Wasser zuzusetzen, damit er nicht so rasch erhärtet.

## § 2. Eigenschaften.

## I. Spezifisches Gewicht.

1 m <sup>3</sup> Beton wiegt	
aus Granit u. dgl.	2500 kg
„ Kalkstein, Sandstein	2200 „
„ Ziegeln	1900 „
„ Schlacke	1000—1300 „

## II. Lineare Ausdehnung

des Portlandzementbetons = 0·0000143 (0·00001370) für 1° C.

\*) Nach Hauenschild.

## III. Luftdurchlässigkeit

siehe S. 51.

## IV. Elastizität.

Der Beton hat keinen konstanten Elastizitätskoeffizienten. Dieser nimmt mit wachsender Spannung allmählich etwas ab, bei Zug noch mehr als bei Druck. Nur bei kleinen Zugspannungen wachsen diese proportional den Dehnungen.

Bezeichnen:

l die ursprüngliche Länge

 $\Delta l$  die LängenänderungE den Elastizitätskoeffizient ( $kg/cm^2$ ) $\sigma$  die spezifische Spannung "

so gilt:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \sigma^n$$

Auf 1 Zement			E	n
Sand	Kies	Schotter		
2 $\frac{1}{2}$	5	—	298000	1.145
5	6	—	280000	1.137
5	10	—	217000	1.157
2 $\frac{1}{2}$	—	5	457000	1.157
3	—	6	380000	1.161
5	—	10	367000	1.207

Betongewölbe: E = 246000 ( $kg/cm^2$ )

Monier „ E = 333500 „

Eine Mischung aus: 1 Vol. Portlandzement + 2 $\frac{1}{2}$  Vol. Sand + 5 Vol. Kies ergab (77 Tage alt)\*)

$\sigma$	E
0—7.9	306000
7.9—15.8	256000
15.8—23.7	226000
23.7—31.6	212000
31.6—39.5	194000

Druckelastizität des Betons.\*)

1. Falls E konstant angenommen wird

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma^n}{E}$$

\*) Nach Prof. Bach.

Mi- schung	Beton					n	E
	Zement- mischungs- verhältnis	Sand		Schotter			
		DS	ES	K	G		
I	1	—	—	—	—	1·09	250000
II	1 : 1·5	1·5	—	—	—	1·11	356000
III	1 : 3	3	—	—	—	1·15	315000
IV	1 : 4·5	4·5	—	—	—	1·17	229000
V	1 : 7·5	2·5	—	—	5	1·14	298000
VI	1 : 7·5	—	2·5	5	—	1·16	457000
VII	1 : 11	5	—	—	6	1·14	280000
VIII	1 : 9	3	—	6	—	1·16	380000
IX	1 : 15	5	—	—	10	1·16	217000
X	1 : 15	—	5	10	—	1·20	367000

DS Donausand      K Kalksteinschotter  
 ES Eppinger Sand      G Donaugerölle

2. Falls E variabel, entsprechend der Druckspannung  $\sigma$ , angenommen wird.

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E}$$

Mi- schung*)	$\sigma =$									
	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	0·001 E =									
I	207	195	188	183	179	176	174	172	170	168
II	283	262	251	243	237	223	229	225	222	220
III	231	208	196	187	181	176	172	169	166	163
IV	161	143	133	127	122	118	115	113	111	109
V	223	202	191	184	178	173	170	167	164	162
VI	328	293	275	263	253	246	240	236	231	227
VII	209	190	179	172	167	163	160	157	154	152
VIII	372	244	229	219	211	205	199	195	192	189
IX	156	139	130	125	120	117	114	111	109	108
X	242	211	194	184	175	169	164	160	156	153

V. Festigkeit.

Es bedeuten:

$K_z$  die Zugfestigkeit ( $kg/cm^2$ )

$K_d$  „ Druck- „ „

$K_b$  „ Biegungs- „ „

$K_s$  „ Schub- „ „

$$K_z = \frac{K_d}{4} \dots \frac{K_d}{10}$$

$$K_s = \frac{K_d}{7}$$

\*) Wie in der oberen Tabelle.



## I.

Versuchsstation der deutschen Reichseisenbahnen in Straßburg:

Mischung					Ausbeute an Beton	Erfordernis an kg Zement für 1 m <sup>3</sup> Beton	K <sub>d</sub>
Zement	Kalk- teig	Sand	Kies	Stein- schlag			
1	—	3 (1)	6 (2)	—	6·55	210 (7)	140·0
1	—	4 (1)	8 (2)	—	8·85	158 (7)	121·2
1	—	5 (1)	10 (2)	—	11·25	125 (7)	94·1
1	1	6 (1)	12 (2)	—	13·45	104 (7)	96·8
1	—	5 (3)	—	8 (4)	9·80	142·5 (8)	147·9
1	—	6 (3)	—	10 (5)	11·45	122·0 (8)	121·0
1	—	7 (3)	—	11 (6)	12·55	112·0 (8)	83·0
1	1	8 (3)	—	13 (6)	14·80	94·0 (8)	91·2

Raumteile

- (1) Rheinsand, durch ein Sieb von 5 mm Maschenweite gesiebt.
- (2) Rheinkies von 0·5 bis 4·5 cm Korngröße.
- (3) Kiessand; gleiche Teile Sand und Kies bis zu 1·8 cm Korngröße.
- (4) Basalt.
- (5) Kalk.
- (6) Kalksandstein.
- (7) Hiezu noch 75 l Kalkteig.
- (8) „ „ 66 l „

## II.

Nach Prof. Bach\*):

M i s c h u n g				Spezi- fisches Gewicht kg/m <sup>3</sup>	Alter in Tagen	E	K <sub>d</sub>
Zement	Sand	Kies	Schotter				
1	2½	5	—	2370	77	306000 234000	96·3
1							
1	2½	—	5	2420	82	386000 292000	139·5
1							
1	—	7½*)	—	2420	90	350000 282000	141·3
1							
1	3	6	—	2390	84	296000 239000	110·1
1							
1	3	—	6	2430	82	327000 242000	121·1
1							
1	—	9*)	—	2410	87	319000 266000	117·2
1							

1) Von 25·5 kg/cm<sup>2</sup> Zugfestigkeit } bei einer Mischung:  
 \* ) C. Bach: Versuche über die Elastizität von Beton.  
 J. Melan: Über Biege- und Bruchversuche mit Betonplatten.

M i s c h u n g				Spezi- fisches Gewicht $kg/m^3$	Alter in Tagen	E	$K_d$
Zement	Sand	Kies	Schotter				
1	$2\frac{1}{2}$	5	—	2330	76	{ 240000 176000	62·0
1	$2\frac{1}{2}$	—	5	2460	91	{ 349000 255000	111·0
1	—	$7\frac{1}{2}$ *)	—	2340	82	{ 269000 188000	86·4
1	3	6	—	2380	93	{ 275000 197000	75·9
1	3	—	6	2460	76	{ 293000 197000	87·6
1	—	9*)	—	2340	95	{ 226000 158000	64·3

## III.

Nach Dyckerhoff:

M i s c h u n g					$K_d$
Zement	Kalkteig	Sand	Kies	Schotter	
1	—	2	—	—	151·8
1	—	2	3	—	196·2
1	—	2	5	—	170·5
1	—	—	5	—	69·9
1	—	3	—	—	98·8
1	—	3	5	—	111·6
1	—	3	6·5	—	108·2
1	—	4	—	—	75·2
1	—	4	5	—	90·9
1	—	4	8·5	—	86·0
1	1	6	—	—	53·5
1	1	6	12	—	52·1
1	—	2	—	2	145
1	—	2	—	3	110
1	—	3	—	2	110
1	—	3	—	4	65
1	—	4	—	3	60

\*) Von  $21·2 kg/cm^2$  Zugfestigkeit } bei einer Mischung:  
1 kg Zement + 3 kg Sand + 0·4 kg Wasser.

\*) Nach 28 Tagen, wovon 1 Tag an der Luft und 27 unter Wasser.

## IV.

Portland-Zement	Sand	Kies	$K_d$
1	2	3	196·2
1	2	5	170·5
1	3	5	111·6

## V.

Betonmischung	Untersucht nach Monaten	$K_z$	$K_d$
1 : 2 : 2	1	27·7	199
	3	32·2	257
1 : 3 : 3	1	7·4	70
	3	15·3	120·5

## VI.

Ein Zusatz von Traß zum Zementbeton erhöht dessen Festigkeit wesentlich.

Ebenso erhöht das Stampfen die Festigkeit des Betons.

Betongattung	Mischung			Erhärtungsdauer	$K_d$
	Zement	Sand	Kies		
Gußbeton	1	3	3	28 Tage unter Wasser	35
Stampfbeton	1	3	6	1 Tag an Luft und 28 Tage unter Wasser	100

VII.  
Bestimmungen der „Vereinigung Deutscher Betonbauer“.

Beton	M i s c h u n g			1 m <sup>3</sup> Stampfbeton erfordert kg Zement	K <sub>d</sub> K <sub>z</sub> K <sub>s</sub> nach einer Erhärtungsdauer in Wochen												V e r w e n d u n g	
	Zement		Steinstücke		1				2				3					Verwendung
	Zement	Sand	Steinstücke		1	5	52	4	13	52	1	4	52					
geringer	1	7	3 Ziegelbrocken	110	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	untergeordnete Fundamente, Füllbeton	
	1	5	"	150	2·5	7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	3	"	230	7	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	2·5	"	270	3	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
mittlerer	1	—	15 Kies	110	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	bessere Fundamente, Betonplatten auf Fundamentpfählen	
	1	—	"	160	1	4·5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	—	"	200	2·5	7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	—	"	230	3	7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
	1	—	"	270	4	10	13	—	—	—	—	—	—	—	0·5	2		—
	1	—	"	320	5	12	15	—	—	—	—	—	—	—	1	4		—
guter	1	—	"	400	6	15	20	—	—	—	—	—	—	—	0·5	2	—	
	1	7	7 Kiesel	130	5	10	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Maschinenfundamente, kleine gewölbte Brücken	
	1	6	"	150	7	15	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1	5	"	180	8	17	25	—	—	—	—	—	—	—	—	0·5		2
	1	4	"	225	10	20	30	—	—	—	—	—	—	—	—	1		4·5
	1	3	"	300	13	25	40	—	—	—	—	—	—	—	—	1·5		7
	1	—	"	115	7	14	20	—	—	—	—	—	—	—	—	2		9
1	6	9 Steinschlag	135	8	18	23	0·2	1	2	5	5	—	—	—	0·5	2		
bester	1	5	"	155	12	20	25	0·7	3	8	8	—	—	—	—	1	6	
	1	4	"	200	15	25	30	1	4	10	10	0·5	2·5	10	—	1·5	10	
	1	3	"	250	20	30	40	1	5	10	10	0·5	2·5	12	—	1·5	12	
	1	—	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

## VIII.

## Portlandzement-Stampfbeton.

Mindestens 3 Monate alt.

Normalien des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Auf 1 m <sup>3</sup> Sand + Schotter kommen kg Portland- zement	Mischungsver- hältnis. (Volumteile) Portlandzement: Sand + Schotter.	K <sub>b</sub> *)
500	1 : 3	42—50
450	1 : 3 $\frac{1}{2}$	33—40
400	1 : 4	24—30

## IX.

## Zunahme der Festigkeit\*\*).

Mischung				K <sub>d</sub>		
Portland- zement†)	Kalk- teig	Kies- sand	Schotter	nach	nach	nach
				7 Monaten	1 Jahr	10 Jahren
1	—	6	10 (1)	121·0	165·3	233·0
1	—	7	11 (2)	83·0	103·2	157·0
1	1	8	13 (2)	91·2	120·0	218·0

(1) Kalksteine.

(2) Sandsteine.

Die Festigkeit wächst in den ersten 7 Monaten fortwährend, und zwar um so mehr, je magerer der Mörtel war, so z. B. bei einer Mischung

1 : 3 um 30%,

1 : 4 „ 40%,

1 : 1 : 6 „ 48% (für Kalkzementmörtel).

\*) Mittelwerte.

\*\*) Nach Dyckerhoff.

†) Von 18 kg/cm<sup>2</sup> Zugfestigkeit.

## VI. Zulässige Inanspruchnahme von Betonmauerwerk in $kg/cm^2$ .

### 1. Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Zement	auf $1 m^3$ Sand + Schotter†) kommen $kg$ Zement	Mischungs- verhältnis in Volum- teilen	Aufgehen- des Mauer- werk	Betongewölbe	
			$k_d$ 1)	$k_d$	$k_z$
Roman- zement 2)	250	1 : 5	5	—	—
Portland- zement	500 3)	1 : 3	18	18	3
	325	1 : 5	12	12	2
	225	1 : 8	8	—	—
	175	1 : 10	6	—	—

2. Vorschriften der Berliner Baupolizei und der Bauabteilung des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten:

$$k_d = 5-10 \text{ } kg/cm^2 \text{ für Gußbeton}$$

$$k_z = 1 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{besten Qualität.}$$

### 3. Vorschriften der Berliner Baupolizei

für gestampften Zementbeton aus 1 Zement +  $2\frac{1}{2}$ —3 Sand + 5—6 Kies:

$$k_d = 20-35 \text{ } kg/cm^2 \text{ bei Betonbrücken}$$

$$= 10-15 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{durchlaufenden Betonfundamenten,}$$

$$= 30 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{Betondecken (1 Zement + 3 Sand).}$$

## § 3. Verhalten gegen Feuer.

Der Beton, namentlich der durch Eiseneinlagen verstärkte (armierte), widersteht dem Feuer vorzüglich.

Man hat deswegen schon vielfach eiserne Stützen durch solche aus Eisenbeton ersetzt. Diese können die größten Lasten tragen, halten auch Erschütterungen aus, und ihre Kosten gestatten eine erfolgreiche Konkurrenz mit den eisernen. Dazu kommt noch der Vorteil, daß diese Stützen auch von Dämpfen und Dünsten nicht angegriffen werden, während die eisernen trotz der Anstriche schließlich doch dem Roste verfallen.\*)

1)  $k_d$  ist die zulässige Inanspruchnahme auf Druck

a) bei aufgehendem Mauerwerk, falls die geringste Mauerdicke  $\geq 45 \text{ cm}$ ,

b) bei Tragfeilern, falls deren kleinste Querschnittsabmessung  $\geq \frac{1}{6}$  der Höhe.

2) In Fundamenten.

3) Desgleichen aber mit Eiseneinlagen (nach den Systemen Monier, Wayß, Melan usw.):

$$k_d = 21 \text{ } kg/cm^2$$

$$k_z = 7 \quad \text{„}$$

†) Reiner rescher Flußsand; erdfreier, höchstens 4 cm großer Schotter.

\*) Siehe S. 75 des II. Teiles.

So wurden auch eiserne Träger durch Betonbalken ersetzt, die man durch Eiseneinlagen verstärkte, wie das u. a. beim System Hennebique der Fall ist. \*)

Auch für Dachstühle hat man armierten Beton verwendet und damit namentlich bei flachen Dächern sehr gute Erfolge erzielt.

Ebenso wurden Stiegenstufen aus Beton und armiertem Beton hergestellt, die sich sehr gut bewährt haben. Ihren Trittsflächen kann man einen hohen Grad der Abnutzungsfestigkeit geben, indem man sie mit Portlandzement schleift oder mit Wasserglas beziehungsweise Keßlerschen Fluaten trinkt. \*\*)

#### § 4. Betonbereitung.

Wir unterscheiden:

I. Gußbeton, der nur geschüttet, aber nicht komprimiert wird. Man verwendet ihn, wenn der Beton bloß zur Ausfüllung dient, und wenn ein Stampfen undurchführbar wäre.

II. Stampfbeton, der nach dem Schütten noch durch Schlagen, Stampfen oder Walzen zusammengepreßt wird. Er ist wesentlich fester und überhaupt besser, aber auch teurer als Gußbeton. Beton, an dessen Tragfähigkeit, Widerstandsfähigkeit usw. größere Anforderungen gestellt werden, ist stets zu stampfen.

#### Herstellung des Betons.

Auf einem Holzboden (Bretterbühne) schüttet man den Zement zu einem kegelförmigen Haufen und im Ringe um diesen herum den Sand, mischt dann beide trocken und arbeitet das Gemenge mittels Schaufeln gut durch, bis der Zement gleichmäßig im Sande verteilt ist. Hierauf gießt man durch die Brause (Rosette) einer Gießkanne aus 1 m Höhe Wasser zu, arbeitet das Gemenge wieder tüchtig durch und setzt dann den Kies zu. Nach abermaligem tüchtigem Durcharbeiten schüttet man den Beton zu 15—30 cm hohen Schichten, welche, wenn sie Höhen von je 50 cm erreicht haben, mit eisernen Stößeln gestampft, geschlagen oder gewalzt werden, bis die Schläge metallisch klingen.

Die Volumsverminderung durch das Stampfen =  $\frac{1}{4}$ .

1 m<sup>3</sup> Stampfbeton braucht 1.5 m<sup>3</sup> (Zement + Sand + Kies.)

Wenn eine neue Schichte nach längerer Unterbrechung der Arbeit aufzubringen ist, so muß man die Oberfläche der vorhandenen aufrauen (aufhacken). Die einzelnen Schichten sind Voll auf Fug aufeinander zu legen.

Während des Erhärtens ist der Beton gegen große Hitze oder Kälte zu schützen, z. B. durch Zudecken mit nassen Tüchern beziehungsweise Sand.

Beim Betonieren unter Wasser ist dafür zu sorgen, daß das Wasser den Zement nicht auswaschen kann.

Bei umfangreichen Betonierungen erfolgt die Betonbereitung maschinell, mittels Beton-Mischmaschinen.

\*) Siehe S. 202 des II. Teiles.

\*\*) „ I. Abschn., I. Abt., II. Kapitel, § 2 des III. Teiles.

## VII. Kapitel.

### Eisen.

#### § 1. Das Eisen als Baustoff.

Früher wurde das Eisen nur für Hilfskonstruktionen (Anker, Klammern Schließen u. dgl.) oder für Kunstguß- und Kunstschmiedearbeiten verwendet. Mit dem großen Aufschwunge aber, den die Eisenerzeugung im XIX. Jahrhundert erlangte, griff auch die Verwendung des Eisens immer mehr um sich. Anfangs benützte man hauptsächlich das Gußeisen, und das Schmiedeeisen wurde nur für einzelne Konstruktionsteile, insbesondere für Zugstangen verwendet. Als aber die Walztechnik eine Ausbildung erlangte, die allen Anforderungen genügen konnte, und eine Massenherstellung des Eisens ermöglichte, da breitete sich die Verwendung des Schmiedeeisens immer mehr aus, rang dem Gußeisen ein Gebiet nach dem anderen ab, und heute wird kaum noch ein Bau von nur einiger Bedeutung ausgeführt, bei dem nicht das Schmiedeeisen in hervorragender Weise vertreten wäre. In großen Mengen werden dabei die verschiedenen Walzeisensorten L-, I-, L-, I-Eisen, namentlich aber die I-Träger („Traversen“) verwendet.

Für Säulen und Ständer benützt man auch jetzt noch fast ausschließlich das Gußeisen.

Im Hochbau wird das Eisen in großem Umfange zur Herstellung von Dachstühlen, namentlich aber für Deckenkonstruktionen verwendet, weil dadurch eine bedeutende Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Feuersicherheit erzielt wird. Zu Wänden eignet es sich insbesondere dann, wenn diese möglichst viel Glasfläche erhalten sollen, wie dies bei Pflanzhäusern, photographischen und Malerateliers u. dgl., ferner bei den großen Hallen für Bahnhöfe, Ausstellungsbauten usw. gewünscht wird. Auch im Ausbau wird das Eisen vielfach verwendet, so für Konsolen, Gitter, Geländer, Laternenständer, Rohre usw.

#### § 2. Beimengungen des Eisens.

Außer chemisch reinem Eisen enthält das im Bauwesen vorkommende Eisen auch noch: Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Silizium, Mangan, Kupfer Kobalt, Nickel, Schlacke.

##### a) Kohlenstoff.

Die größte Bedeutung unter diesen Beimengungen hat der Kohlenstoff, weil sein Gehalt die Eigenschaften und die Verwendbarkeit des Eisens bestimmt und für dessen Klassifikation maßgebend ist.

Je geringer der Kohlenstoffgehalt ist, desto leichter läßt sich das Eisen in der Richtung einer Achse ausstrecken: „in Sehne ausbilden“. Je mehr



Kohlenstoff das Eisen enthält, desto schwerer kann dies geschehen. Bei einem Gehalt von etwa 0·6% ist ein Ausstrecken nicht mehr möglich. Stahlorten von großem Kohlenstoffgehalt nehmen daher beim Schmieden keine Sehne an.

Mit dem Gehalte an Kohlenstoff ändert sich die Zugfestigkeit und die Härtebarkeit in entgegengesetztem Verhältnis.

Der Kohlenstoffgehalt beträgt bei:

$$\begin{array}{l} \text{Roheisen} \} > 2\cdot3\% \\ \text{Gußeisen} \} \\ \text{Stahl} = 2\cdot3-0\cdot5\% \\ \text{Schmiedeeisen} < 0\cdot5\% \end{array}$$

Im Roheisen befindet sich der Kohlenstoff entweder chemisch gebunden (weißes Roheisen) oder mechanisch beigemischt als Graphit (graues Roheisen).

#### b) Phosphor.

Phosphor ist die schädlichste Beimengung. Er macht Roheisen dünnflüssig und härter; schmiedbares Eisen „kaltbrüchig“ und spröde, und zwar um so mehr, je größer der Kohlenstoffgehalt ist, und erhöht die Schweißbarkeit, verringert die Festigkeit. Das Eisen läßt sich dann in kaltem Zustande nur schlecht verarbeiten. Es ist daher die Aufgabe der Hüttentechnik, den Phosphor zu entfernen.

#### e) Schwefel.

Ebenso schädlich ist der Schwefel. Er macht das schmiedbare Eisen „rotbrüchig“, vermindert die Festigkeit des Roheisens und die Schweißbarkeit und macht Roheisen dickflüssig. Sein übler Einfluß ist um so größer, je weniger Kohlenstoff das Eisen enthält.

#### d) Silizium, Mangan.

Silizium und Mangan sind nicht schädlich, für gewisse Prozesse sogar wesentlich.

Silizium macht das Eisen faulbrüchig (im kalten und warmen Zustand brüchig) und vermindert die Schweißbarkeit.

Mangan erhöht den Schmelzpunkt des Roheisens, vermehrt die Härte des Roh- und schmiedbaren Eisens.

#### c) Kupfer, Kobalt, Nickel.

Sie scheinen eher einen günstigen als einen schädlichen Einfluß auszuüben.

#### f) Schlacke.

Ein Gehalt an Schlacke gibt dem Eisen ein kristallinisches Gefüge und läßt es beim Walzen eine sehnige Struktur annehmen (Schweiß Eisen). Dann hat es parallel zur Walzrichtung eine größere Festigkeit als quer zu derselben.

Enthält aber das Eisen keine Schlacke, so wird es auch nicht sehnig (Fluß Eisen), und die Festigkeit ist parallel und quer zur Walzrichtung gleich groß.

### § 3. Eisengattungen.

#### I. Roheisen.

Es wird durch Ausschmelzen der Erze im Hochofen gewonnen, enthält mehr als 2·3% Kohlenstoff, ist leicht schmelz- und gießbar, aber spröde und nicht schmied- und formbar.

### 1. Graues Roheisen.

Beim Erkalten wird ein Teil des Kohlenstoffes als Graphit ausgeschieden. Die Bruchfläche ist grau.

Es ist härter und spröder als das weiße Roheisen.

Da es mehr Silizium als Mangan enthält, heißt es auch Siliziumroheisen. Bei großem Siliziumgehalt nennt man es Ferro-Siliziumeisen, bei mittlerem Schwarzeisen, bei geringem Graueisen.

Verwendung: Herstellung von Gußwaren.

### 2. Weißes Roheisen.

Der Kohlenstoff bleibt chemisch gebunden. Die Bruchfläche ist weiß.

Da es mehr Mangan als Silizium enthält, bezeichnet man es auch Manganroheisen. Bei großem Mangangehalt heißt es Ferro-Manganeisen, bei mittlerem Spiegeleisen, bei geringem Weißkorneisen.

Verwendung: Herstellung von Schmiedeisen und Stahl.

### 3. Halbiertes Roheisen.

Die Bruchfläche zeigt neben Graphit auch die weiße Grundmasse.

Es wird aus grauem und weißem gattiert und enthält gleich viel Silizium und Mangan.

Verwendung: Hartguß.

#### Gußeisen.

Unter Gußeisen versteht man in der Regel ein graues, ausnahmsweise ein halbiertes Roheisen das zur Herstellung von Eisengußwaren verwendet wird, wobei man es umschmilzt und in Formen gießt.

Hat man die Eisengußwaren nachträglich schmiedbar gemacht, so nennt man sie „schmiedbarer Eisenguß“, „Weichguß“ oder „Temperguß“.

Beim Temperguß wird weißes Roheisen nachträglich länger mit gepulvertem Roteisenstein geglüht.

Stahlguß erhält man durch Zusatz von Stahlabfällen.

Unter „Hartguß“ versteht man Eisengußwaren, die durch Gießen in eiserne Formen rasch abgekühlt und dadurch an ihren Oberflächen besonders hart gemacht worden sind.

Die Wandstärken der Gußstücke sollen womöglich durchgehends gleich sein; nie  $< 10 \text{ mm}$  oder  $> 50\text{--}80 \text{ mm}$ . Scharfe, einspringende Kanten sind zu vermeiden, indem man Abrundungen anlegt.

Verwendung: Weil das Gußeisen Erschütterungen (Stöße) nicht verträgt und sich nur für eine Inanspruchnahme auf Druck eignet, so verwendet man es bloß für Bauteile, welche nur ruhende Belastungen zu tragen haben und hauptsächlich auf Druck beansprucht werden (Säulen, Lagerplatten usw.). Weiters findet es Verwendung für Gegenstände, deren Gestalt Schmiedeisen ausschließt (Röhren, Säulen u. dgl.), und dann wenn reichhaltige Gliederungen (Zierguß) herzustellen sind.

#### Gußwaren.

Rohre, Säulen, Unterlagsplatten, Schuhe, Konsolen, Abdeckplatten, Dachziegel, Dachrinnen, Öfen, Ornamente, Gitter, Figuren, Treppen, Kandelaber, Laternenarme, Brunnschalen, Wasserbecken, Krippen, Raufen, Möbel usw.

## I. Normaltabelle für gußeiserne Rohre.

(Vom Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands gemeinschaftlich aufgestellt.)

## 1. Flanschenrohre.

Lichter Rohrdurchmesser D	Normalwandstärke $\delta$ (für 6 bis 7 Atmosphären)	Flanschen-Durchmesser D'	Flanschendicke f	Schrauben-(Lochkreis-) Durchmesser D''	Schrauben		Durchmesser der Schraubenlöcher	Baulänge L	Gewicht eines Rohres von der Baulänge L	Gewicht einer Flansche nebst Anschluß	Gewicht f. d. lfd. m Rohr	Schenkellänge der Krümmungs- und T-Stücke $L' = D + 100$	Dichtungsleiste (falls beliebt)	
					Anzahl	Stärke							Breite b	Höhe e
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	kg	kg	kg	mm	mm	mm	mm
40	8	140	18	110	4	13	15	2	21·28	1·89	10·64	140	25	3
50	8	160	18	125	4	15·5	17	2	25·96	2·41	12·98	150	25	3
60	8·5	175	19	135	4	15·5	17	2	32·44	2·96	16·22	160	25	3
70	8·5	185	19	145	4	15·5	17	3	52·02	3·21	17·34	170	25	3
80	9	200	20	160	4	15·5	17	3	62·40	3·84	20·80	180	25	3
90	9	215	20	170	4	15·5	17	3	69·61	4·37	23·20	190	25	3
100	9	230	20	180	4	19	21	3	76·94	4·96	25·65	200	28	3
125	10	260	21	210	4	19	21	3	99·82	6·26	33·27	225	28	3
150	10	290	22	240	6	19	21	3	124·70	7·69	41·57	250	28	3
175	10·5	320	22	270	6	19	21	3	151·00	8·96	50·33	275	30	3
200	11	350	23	300	6	19	21	3	180·00	10·71	60·00	300	30	3
225	11·5	370	23	320	6	19	21	3	207·89	11·02	69·30	325	30	3
250	12	400	24	350	8	19	21	3	240·79	12·98	80·26	350	30	3
275	12·5	425	25	375	8	19	21	3	274·37	14·41	91·46	375	30	3
300	13	450	25	400	8	19	21	3	308·68	15·32	102·89	400	30	3
325	13·5	490	26	435	10	22·5	25	3	351·20	19·48	117·07	425	35	4
350	14	520	26	465	10	22·5	25	3	390·79	21·29	130·26	450	35	4
375	14	550	27	495	10	22·5	25	3	420·70	24·29	140·23	475	35	4
400	14·5	575	27	520	10	22·5	25	3	461·55	25·44	153·85	500	35	4
425	14·5	600	28	545	12	22·5	25	3	490·73	27·64	163·58	525	36	4
450	15	630	28	570	12	22·5	25	3	536·39	29·89	178·80	550	35	4
475	15·5	655	29	600	12	22·5	25	3	584·33	32·41	194·78	575	40	4
500	16	680	30	625	12	22·5	25	3	633·00	34·69	211·17	600	40	4
550	16·5	740	33	675	14	26	28·5	3	727·26	44·28	242·42	—	40	5
600	17	790	33	725	16	26	28·5	3	811·52	47·41	270·51	—	40	5
650	18	840	33	775	18	26	28·5	3	921·84	50·13	307·28	—	40	5
700	19	900	33	830	18	26	28·5	3	1046·45	56·50	348·82	—	40	5
750	20	950	33	880	20	26	28·5	3	1171·90	59·81	390·63	—	40	5

## 2. Muffenrohre.

Lichter Rohrdurchmesser D	Normalwandstärke $\delta$ (für 6 bis 7 Atmosphären)	Äußerster Muffendurchmesser	Innerer Muffendurchmesser	Tiefe der Muffe	Gewicht f. d. lfd. m ausschl. Muffe	Gewicht der Muffe	Gewicht f. d. lfd. m einschl. Muffe	Baulänge L
mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	m
40	8	120	69	74	8·75	2·00	9·75	2
50	8	132	81	77	10·58	2·6	11·88	2
60	8·5	143	91	80	13·26	3·15	14·83	3
70	8·5	153	101	82	15·195	3·7	17·05	3
80	9	164	112	83	18·25	4·32	19·70	3
90	9	175	122	86	20·30	5·00	21·83	3
100	9	186	133	88	22·32	5·80	24·25	3
125	10	213	158	91	28·94	7·34	31·38	3
150	10	242	185	94	36·45	8·90	39·06	3
175	10·5	270	211	97	44·38	10·61	47·90	3
200	11	299	238	99	52·91	12·33	57·00	3
225	11·5	315	264	100	61·96	14·32	66·73	3
250	12	351	291	101	71·61	16·32	77·09	3
275	12·5	378	317	102	82·80	19·12	88·67	3
300	13	406	343	104	93·00	21·93	100·10	3
325	13·5	433	368	105	102·87	24·91	111·17	3
350	14	460	394	106	112·75	27·90	122·06	3
375	14	489	421	107	124·04	30·00	134·04	3
400	14·5	518	448	109	136·85	34·09	147·21	3
425	14·5	545	473	110	145·16	37·27	157·58	3
450	15	573	499	111	162·00	40·45	175·53	3
475	15·5	600	525	112	174·84	44·09	189·54	3
500	16	628	551	114	187·68	47·74	204·13	3
550	16·5	682	603	116	214·97	55·33	233·43	3
600	17	736	655	119	243·28	63·52	264·46	3
650	18	791	707	122	276·60	73·47	301·08	3
700	19	846	759	125	311·27	84·63	339·45	3
750	20	897	812	127	347·96	94·40	379·44	3
800	21	949	866	129	387·10	104·64	421·98	3
900	22·5	1066	968	134	472·81	135·94	518·15	3
1000	24	1177	1074	140	560·00	168·47	616·21	3

Bei der Druckprobe sollen die Röhren auf den 2—3fachen normalen Betriebsdruck geprüft werden.

Die Röhren sollen stehend mit der Muffe nach unten gegossen werden.

Röhren, bei welchen eine Verminderung der Wandstärke um 10% sich vorfindet oder welche 3% weniger als das Normalgewicht haben, dürfen in der Regel nicht verlegt werden.

### 3. Fassonstücke.

Die Fassonstücke werden mit großen Buchstaben bezeichnet. Man versteht unter:

A-Stück: ein Muffenrohr mit einem normal anschließenden Abzweig, der einen Flansch hat;

B-Stück: einen solchen Abzweig mit Muffe;

C-Stück: ein Muffenrohr mit schieferm Abzweig, der eine Muffe hat;

E-Stück: ein Flanschen-Muffenrohr;

K-Stück: ein Bogenstück vom Radius R.

Die Baulänge dieser Stücke für  $D = 40-100, 100-500, 500-750$  mm beträgt  $L = 0.8, 1.0-1.25, 1.0-1.50$  m.

D mm	A- und B-Stücke					C-Stücke					K-Stücke R = 10 D	
	Durchmesser der Abzweigung d in mm										Grad	kg
	d=D	80	100	150	200	d=D	80	100	150	200		
Gewicht in kg					Gewicht in kg							
40	14	—	—	—	—	16	—	—	—	—	45	9
50	19	—	—	—	—	21	—	—	—	—	45	10
60	22	—	—	—	—	25	—	—	—	—	45	14
70	27	—	—	—	—	31	—	—	—	—	45	18
80	30	30	—	—	—	37	37	—	—	—	45	23
90	33	32	—	—	—	40	39	—	—	—	45	28
100	37	35	37	—	—	45	42	45	—	—	45	34
125	54	49	51	—	—	65	57	60	—	—	45	44
150	68	59	63	68	—	82	69	72	82	—	45	53
175	88	79	81	84	—	106	88	91	101	—	45	68
200	97	88	90	91	97	119	95	98	108	119	30	87
225	106	95	97	100	104	132	102	105	115	126	30	108
250	125	111	113	116	121	152	115	118	128	139	30	136
275	144	126	128	131	136	178	133	136	146	157	30	168
300	162	146	148	152	155	229	149	152	162	173	22.5	178

**II. Tragfähigkeit gußeiserner Säulen.**  
(Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Kalender.)

Äußerer Durchmesser D mm	Wandstärke mm	Trägheitsmoment J cm <sup>4</sup>	Querschnittsfläche cm <sup>2</sup>	Tragfähigkeit in t (bei zehnfacher Sicherheit) für eine Höhe in m:										
				2·40	2·80	3·20	3·60	4·00	4·40	4·80	5·00	5·20	5·40	
80	10	137	22·0	2·38	1·75	1·34	1·06	0·86	0·71	0·59	0·55			
	12	153	25·64	2·66	1·95	1·49	1·18	0·96	0·79	0·66	0·61			
	15	170	30·63	2·95	2·17	1·66	1·31	1·06	0·88	0·74	0·68			
100	12	327	33·18	5·68	4·17	3·19	2·52	2·04	1·69	1·42	1·31			
	15	373	40·06	6·48	4·76	3·64	2·88	2·33	1·93	1·62	1·49			
	20	427	50·27	7·41	5·45	4·17	3·29	2·67	2·21	1·85	1·71			
120	12	601	40·72	10·43	7·67	5·87	4·64	3·76	3·10	2·61	2·40	2·22		
	15	696	49·48	12·08	8·88	6·80	5·37	4·35	3·60	3·02	2·78	2·57		
	20	817	62·83	14·18	10·42	7·98	6·30	5·11	4·22	3·55	3·27	3·02		
140	15	1167	58·91	20·26	14·88	11·40	9·00	7·29	6·03	5·06	4·67	4·31		
	20	1395	75·40	24·22	17·79	13·62	10·76	8·72	7·21	6·05	5·58	5·16		
	25	1564	90·32	27·15	19·95	15·27	12·07	9·77	8·08	6·79	6·26	5·78		
160	15	1815	68·33	31·51	23·15	17·72	14·00	11·34	9·37	7·88	7·26	6·71	6·22	
	20	2199	87·96	38·18	28·05	21·47	16·97	13·74	11·36	9·54	8·80	8·13	7·54	
	25	2498	106·03	43·37	31·86	24·39	19·27	15·61	12·90	10·84	9·99	9·24	8·57	
180	15	2668	77·76	46·32	34·03	26·05	20·59	16·67	13·78	11·58	10·67	9·87	9·15	
	20	3267	100·53	56·72	41·67	31·90	25·21	20·42	16·88	14·18	13·07	12·08	11·20	
	25	3751	121·74	65·12	47·84	36·63	28·94	23·44	19·37	16·28	15·00	13·87	12·86	
200	15	3754	87·15	52·31	47·88	36·66	28·97	23·46	19·39	16·29	15·02	13·88	12·87	
	20	4637	113·10	67·86	59·14	45·28	35·78	28·98	23·95	20·13	18·55	17·15	15·90	
	25	5369	137·45	82·47	68·48	52·43	41·43	33·56	27·73	23·30	21·48	19·86	18·41	
220	20	6346	125·66	75·40	75·40	61·97	48·97	39·66	32·78	27·54	25·38	23·47	21·76	
	25	7399	153·15	91·89	91·89	72·26	57·09	46·24	38·22	32·11	29·60	27·36	25·37	
	30	8282	179·07	107·4	105·6	80·88	63·90	51·76	42·78	35·95	33·13	30·63	28·40	
				3·20	3·60	4·00	4·40	4·80	5·00	5·20	5·40	5·60	6·00	
240	20	8432	138·83	82·34	65·06	52·70	43·55	36·60	33·73	31·81	28·92	26·89	23·42	
	25	9889	168·86	96·57	76·30	61·81	51·08	42·92	39·56	36·57	33·91	31·53	27·47	
	30	11133	197·92	108·7	85·90	69·58	57·50	48·32	44·53	41·17	38·18	35·50	30·92	
260	25	12885	184·57	110·1	99·42	80·53	66·55	55·92	51·54	47·65	44·19	41·09	35·79	
	30	14578	216·77	230·1	112·5	91·11	75·30	63·27	58·31	53·91	49·99	46·49	40·49	
	35	16035	247·40	148·4	123·7	100·2	82·82	69·60	64·14	59·30	54·99	51·13	44·54	
280	25	16435	200·27	120·2	120·2	102·7	84·89	71·33	65·74	60·78	56·36	52·41	45·65	
	30	18673	235·62	141·4	141·4	116·7	96·45	81·05	74·69	69·06	64·04	59·54	51·87	
	35	20625	269·39	161·6	159·1	128·9	106·5	89·52	82·50	76·28	70·73	65·77	57·29	
300	25	20568	215·99	129·6	129·6	128·7	106·3	89·35	82·34	76·13	70·60	65·64	57·18	
	30	23472	254·47	152·7	152·7	146·7	121·2	101·9	93·89	86·80	80·49	74·75	65·28	
	35	26021	291·38	174·8	174·8	162·6	134·4	112·0	104·1	96·23	89·23	82·97	72·28	

Die Tragfähigkeit ist nach der Formel  $P = \frac{\pi^2 E J}{10 l^2}$  \*) berechnet. Es entspricht dies einer 10fachen Sicherheit für Säulen mit beweglichen, aber vertikal geführten Enden.

Dabei bedeuten:

P die Belastung der Säule (*kg*)

E Elastizitätsmodul (*kg/cm<sup>2</sup>*)

J das Trägheitsmoment des Säulenquerschnittes (*cm<sup>4</sup>*)

l die Länge (Höhe) der Säule (*m*).

## II. Schmiedbares Eisen.

Zur Herstellung des schmiedbaren Eisens wird das Roheisen in flüssigen Zustand versetzt und einer chemischen Umwandlung unterzogen, durch welche die schädlichen Beimengungen (Schwefel, Phosphor) entfernt werden und der Gehalt an Kohlenstoff usw. auf das richtige Maß gebracht wird.

Ist das Eisen nach dieser Behandlung noch flüssig, so erhält man Flußeisen oder Flußstahl; ist es aber schon teigartig, so bekommt man Schweißisen oder Schweißstahl.

### 1. Schmiedeseisen (0·005—0·5% Kohlenstoff).

Als Schmiedeseisen ist das Eisen zu bezeichnen, daß schmied- und schweißbar aber nicht härtbar ist.

#### a) Schweißisen

(Herd-, Frisch- oder Puddelprozeß).

Es wird in teigartigem Zustande hergestellt. Es ist nicht vollkommen frei von Schlacke, verhältnismäßig weich und dehnbar, zäher und sehniger als Flußeisen, leicht schmied- und schweißbar, läßt sich walzen und ziehen, aber nicht merklich härten.

Sehniges Schweißisen hat einen geringeren Kohlenstoffgehalt, mattgrauen, hackigen, langfaserigen Bruch;

Feinkorneisen einen größeren Kohlenstoffgehalt, lichtgrauen, feinkörnigen Bruch.

Eingesetztes Schweißisen ist durch längeres Glühen mit kohlenstoffreichen Körpern (Zementieren) äußerlich verhärtet worden.

#### b) Flußeisen

Bessemer- (saurer), Thomas- (basischer), Martin- (saurer und basischer) Prozeß.

Es wird in flüssigem Zustande hergestellt, ist frei von Schlacke, härter, weniger dehnbar, schmiedbar und wenig schweißbar, aber nicht merklich härtbar hat eine größere Festigkeit und eine höhere Streckgrenze als Schweißisen.

Der Bruch ist hellgrau und gleichmäßig feinkörnig.

Mit wachsendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Festigkeit zu und die Zähigkeit ab; bei geringem Kohlenstoffgehalt ist es minder fest, weicher und rotbrüchig.

Man soll kein hartes, sondern nur weiches, zähes Flußeisen\*) von 3500 bis 4500 *kg/cm<sup>2</sup>* Zugfestigkeit und 25 beziehungsweise 20% Dehnung

\*) Siehe S. 29 des II. Teiles.

\*\*) Von höchstens 0·15% C, 0·04—0·05% P, 0·2% Mn.

verwenden. Dann können die Beanspruchungen um 25% höher sein als beim Schweißeisen.

Wären die Festigkeitseigenschaften allein maßgebend, so würde man nur Flußeisen verwenden; denn seine Qualitätszahl ist der des Schweißeisens weit überlegen. Man könnte dadurch an Material sparen beziehungsweise einen höheren Sicherheitsgrad erreichen, da auch der Preis kein Hindernis mehr bietet. Wenn trotzdem das Flußeisen weniger verwendet wird, so liegt der Grund darin, daß man einerseits noch zu wenig Erfahrungen über sein Verhalten besitzt, und daß es vielfach unangenehme Eigenschaften gezeigt hat.

## 2. Stahl (0.5—2.3% Kohlenstoff).

Der Stahl ist schwer schmiedbar, schwer oder gar nicht schweißbar, aber härtbar.

Das Härten erfolgt dadurch, daß man ihn bis zur Rotglut erhitzt, und dann rasch in Wasser oder Öl abkühlt.

Verwendung: Im Hochbau wird der Stahl nur selten verwendet, meist nur als untergeordnetes Nebenmaterial, für Bolzen, Keile, Lagerrollen u. dgl. und für solche Bauteile, die einer starken Abnutzung ausgesetzt sind.

### a) Schweißstahl.

Renn-, Herd-, Frisch-, Puddel-, Zement- (Blasen-), Gärb-, Raffinier-, Stahl.

Der Schweißstahl wird, wie das Schweißeisen, in teigartigem Zustande hergestellt; er ist härtbar, schweiß- und schmiedbar.

### b) Flußstahl.

Bessemer-, Martin-, Thomas-, Tiegelstahl.

Der Flußstahl wird, wie das Flußeisen, in flüssigem Zustande erzeugt; er ist härtbar, schmiedbar, aber schlecht schweißbar.

Die Grenze zwischen Flußstahl und Flußeisen:  $K_z = 5000 \text{ kg/cm}^2$ .

## § 4. Gefüge des schmiedbaren Eisens.

Das schmiedbare Eisen hat ein kristallinisches Gefüge. Wenn man einen dieser Kristalle in einer Richtung zusammendrückt, so breitet er sich normal zur Druckrichtung aus. Wenn das schmiedbare Eisen gewalzt wird, so strebt jedes Korn, sich in der Walzrichtung zu einer Faser (Sehne) zu strecken. Diese Fähigkeit Fasern (Sehnen) zu bilden, ist an das Vorhandensein von Schlacke gebunden.

Quer zu den Fasern hat das Material eine geringere Festigkeit als in der Faserrichtung. Bei Blechen, welche kreuzweise pakettiert und nach zwei normalen Richtungen durchgewalzt werden, ist dies nicht der Fall.

Das Schweißeisen eignet sich besonders für die Sehnenbildung, da die Schlacke nie ganz entfernt werden kann.

Flußeisen enthält keine Schlacke, da diese abgezogen wird; es hat daher keine sehnige Struktur. Auch wenn man es auswalzt, kommen keine Sehnen zum Vorschein. Das Flußeisen ist daher, im allgemeinen, parallel und quer zur Walzrichtung gleich fest; es ist ein homogenes Material.

Es gibt aber auch Flußeisensorten, bei welchen Schlacke ins Material gelassen wird, die daher auch eine sehnige Struktur annehmen (sehniges Flußeisen).

Die Ansicht, daß das Gefüge des Schmiedeisens durch lang andauernde stoßartige Beanspruchungen sich ändert, insbesondere daß es körnig wird, ist nicht begründet.



§ 5. Eigenschaften

Eigenschaft	Roh- und Gußeisen	Schmiedeeisen	
		Schweißeisen	Flußeisen
Gehalt an Kohlenstoff . . . %	2.3—6.0 Roheisen 2.3—5.5 Gußeisen	0.1—0.5	0.05—0.25
Schmelzpunkt °C	1050—1200 weißes Roheisen 1200—1300 graues "	1500—1600	1350—1450
Ausdehnungskoeffizient linear pro 100° C	0.001110—0.001067 = $\frac{1}{901} - \frac{1}{937}$	0.001235—0.001176 = $\frac{1}{812} - \frac{1}{850}$	0.001212 = $\frac{1}{825}$
kubisch " 100° Schwindmaß . . . "	0.019 $\frac{1}{96}$ , 0.0104 $\frac{1}{50}$ Stahlguß	0.0012—0.0015	
Spezifisches Gewicht $\gamma$ kg/m <sup>3</sup>	7300 *) 7250 **) 6900 flüssig 7000—7800 weißes Roheisen 6700—7600 graues "	7800*) (7300—7900)	7850*)
Elastizitätsmodul E kJ/cm <sup>2</sup>	750000—1050000 (672000—1730000)	(1500000—2764000) 2000000	2000000—2200000
Gleitmodul G kg/cm <sup>2</sup>	290000—400000	770000	830000
Proportionalitätsgrenze $\sigma_p$ kg/cm <sup>2</sup>	für Zug: 0.5 K <sub>z</sub> $\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma^{1.1}}{1250000}$ für Druck: 0.2 K <sub>d</sub> $\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma^{1.05}}{1180000}$	1300—1700 (1030—3310)	2000—2400
Streck- bzw. Quetschgrenze $\sigma_f$ kg/cm <sup>2</sup>	siehe $\sigma_p$	$\frac{3}{8}$ K <sub>z</sub> ; $\frac{3}{8}$ K <sub>d</sub> 2200—2800	

\*) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

\*\*) Angaben der „Hütte“.

des Eisens.

Eisendraht	S t a h l		
	Schweißstahl	Flußstahl	Stahldraht
	0.5—1.6	1.6—0.25	
0.001440—0.00145 0.001235	1300—1400 (1800) (0.00135—0.00101) 0.001079—0.001079 = $\frac{1}{807} - \frac{1}{927}$ weicher Stahl 0.001079—0.001240 = $\frac{1}{927} - \frac{1}{806}$ gehärteter "		
	0.0011—0.0014		
	(7400—8100)	7860	7956
7600—7800 7750**)	7260—7800 Zementstahl 7500—7800 Frisch " 7800—7900 Guß " (1428000—2740000) 2200000 2200000 Federstahl 2250000 Tiegelgußstahl 2150000 Stahlguß 850000 850000 Federstahl 940000 Tiegelgußstahl 830000 Stahlguß (1830—7000) 2500—5000 4000 und mehr: Federstahl gehärtet 7500 " " ungehärtet 3500—6000 Nickelstahl 2000 und mehr: Stahlguß		
	0.6 K <sub>z</sub> ; 0.6 K <sub>d</sub> 2800 und mehr: Flußstahl 2800 Stahlguß		
2500—3000			

Siehe S. 166.

Eigenschaft	Roh- und Gußeisen		Schmied-		
			Schweißeisen	Flußeisen	
Zugfestigkeit $K_z$ $kg/cm^2$	(660—2410) 1200—1800 *) 1200—1500 Roh Eisen, gew. 1750—2060 „ bestes 2200—2800 Hartgußstäbe 4500 Stahlguß		(2110—7000) 3300—4000   3400—4400		
Druckfestigkeit $K_d$ $kg/cm^2$	(1) (2)	(5700—9400) 7000—800 3—4 $K_z$	(3) (4) (5) (8)	(2530—4950) $\frac{7}{8} K_z$ siehe $\sigma_f$	
Biegezugfestigkeit $K_b$ $kg/cm^2$		2860 3700—4400 Hartguß		3190—5500 0.8 $K_z$	
Schubfestigkeit $K_s$ $kg/cm^2$		1500			
Zulässige Inanspruchnahme auf			Schweißeisen und weiches Flußeisen	Stabeisen, Eisenblech	bombiertes Eisenwellblech
Zug $k_z$ $kg/cm^2$	200	250	1000	750	500
Druck $k_d$ „	600	500	1000	750	500
Biegung $k_b$ „	250	—	1000	—	—
Schub $k_s$ „	200	250	800	600	—
(10)			$1000 \left(1 + \frac{\min \sigma}{2 \max \sigma}\right)^{1)}$	$1200 \left(1 + \frac{\min \sigma}{2 \max \sigma}\right)^{1) 2)}$	$750 \left(1 + \frac{\min \sigma}{2 \max \sigma}\right)^{3)}$
Sicherheitsgrad					
ruhende Belastung	6		3—4		
provisorische Bauten	6		3—4		
bewegte stoßfreie Lasten	8		4		
mit mäßigen Stößen	10		5		
„ heftigen „					
					6

Über (1)...(10) siehe Seite 166 u. 167.

\*) Angaben der „Hüte“.

\*\*\*) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

†) Vorschriften der Berliner Baupolizei.

eisen	S t a h l			
	Eisendraht	Schweißstahl	Flußstahl	Stahldraht
		(4990—14300) 4500—10000 und mehr		
nach Mehrstens: geglüht 4000 blank weich 5500 halb hart 5500 blank hart 6500 (9)		8000 und mehr: Federstahl gehärtet 7500—9000 „ ungehärtet 7000—8000 Nickelstahl 3500—7000 und mehr: Stahlguß		8800—19900 $1100 + \frac{4100}{d}$ d: Drahtdicke in mm 8000—25000 Gußstahldraht
		(6) (7)	(1400—10900) $\frac{7}{8} K_z$ wenn weich: siehe $\sigma_f$ „ hart: $K_d \geq K_z$	
			0.8 $K_z$	
	1200	Zug 1200 Druck 1200		
			$1500 \left(1 + \frac{5 \min \sigma}{11 \max \sigma}\right)^{1) 3)}$ $1800 \left(1 + \frac{5 \min \sigma}{11 \max \sigma}\right)^{2)}$	

1)...3): wenn verschiedene Spannungen auftreten, deren Grenzwerte max  $\sigma$  und min  $\sigma$  sind.

1) bei ruhender Belastung für Zug

2) „ „ „ „ Druck

3) „ stoßweiser „

Bezeichnen max  $\sigma$  und min  $\sigma$  entgegengesetzte Spannungen, so sind sie mit entgegengesetztem Vorzeichen einzuführen.

(1) bis (10) gehören zu den Tabellen auf den Seiten 160—163.

(1)

Nach Bach:

 $K_{zt}$  gilt für die Temperatur  $t^\circ$ 

$$K_{zt} = \alpha K_z$$

$$K_z = 2350 \text{ kg/cm}^2$$

$t =$	200°	300°	400°	500°	570°
$\alpha =$	1·00	0·99	0·92	0·76	0·52

(2)

Nach Mehrtens:

 $K_z = 450 \text{ kg/cm}^2$  geringste Sorte

" = 1210 " gewöhnliche "

" = 2000 " vorzügliche "

(3)

$$K_{zt} = \beta K'_z$$

 $K'_z$  gilt für 20°

$t =$	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°
$\beta =$	1·00	1·04	1·12	1·16	0·96	0·76	0·42	0·25	0·15

(4)

Nach Mehrtens:

 $K_z = 2500 \text{ kg/cm}^2$  und 25°/0 Dehnung geringstes Schweißeisen

" = 4000 " " 25°/0 " sehr gutes "

" = 3500 " " 35°/0 " geringstes Flußeisen

" = 4000 " " 25°/0 " sehr gutes "

" = 4500 " " 30°/0 " bestes "

" = 3800 " " 20°/0 " Stabeisen

" = 3800 " " 20°/0 " Formeisen

" = 4000 " " 25°/0 " Feinkorneisen

(5)

Nach Winkler:

 $K_z = 3800 \text{ kg/cm}^2$  Stabeisen

" = 3600 " gewalztes Eisenblech ||

" = 3100 " " " "

(6)

Nach Mehrtens:

 $K_z = 4500 \text{ kg/cm}^2$  und 22°/0 Dehnung weichster Flußstahl

" = 5000 " " 19°/0 " weicher "

" = 5500 " " 16°/0 " mittelharter "

" = 6000 " " 14°/0 " harter "

" = 6500 " " 10°/0 " sehr harter "

" = 4500—14000 " " 0·7—10°/0 " Tiegelguß "

(7)

Nach Winkler:

 $K_z = 6500 \text{ kg/cm}^2$  harter Stahl

" = 5500 " mittelharter "

" = 4500 " weicher "

Nach Mehrtens: (8)  
Schmiedeeisenblech.

Gattung				
	$K_z$	$\varphi$	$K_z$	$\varphi$
beste . . . .	$kg/cm^2$ 3800	$\%$ 25	$kg/cm^2$ 3600	$\%$ 18
bessere . . . .	3600	14	3300	8
gewöhnliche . .	3400	10	3000	5
Kastenblech . .	3200	6	2800	3

$\varphi$  bedeutet die Dehnung.

(9)

Eisendraht	nicht gegläht	gegläht
gewöhnlicher	$4580 + \frac{2290}{d}$	$2870 + \frac{640}{d}$
bester. . . .	$6370 + \frac{1590}{d}$	$3310 + \frac{380}{d}$

d ist die Drahtstärke in mm.

(10)

Bei plötzlichem und häufigem Belastungswechsel nur  $\frac{2}{3} - \frac{4}{5}$  der für ruhende Belastung.

### Reibungskoeffizienten.

Reibende Körper	Gleitende Reibung		Zustand
	der Ruhe	der Bewegung	
Gußeisen auf Gußeisen } . . . .	0·16	0·15	1 1 wenig fett
„ „ Bronze } . . . .		0·31	3 2 geschmiert
„ „ Eichenholz . . . .	0·65	0·49	4 3 mit Wasser
		0·22	2 4 trocken
		0·19	5 5 trock. Seife
Schmiedeeisen auf Gußeisen } . . . .	0·19	0·18	1
„ „ Bronze } . . . .		0·13	1
„ „ Schmiedeeisen	0·12	0·09	2
„ „ Eichenholz . . . .	0·65	0·26	
	0·11	0·08	
Walzeisen auf Kies . . . . .	0·42—0·49		
Bronze auf Schmiedeeisen . . . .		0·16	1

## § 6. Elastizität und Festigkeit des schmiedbaren Eisens.

Unter der Elastizitätsgrenze ist das schmiedbare Eisen vollkommen elastisch. Wird aber die Elastizitätsgrenze überschritten, dann treten bleibende Formänderungen auf, die um so größer sind, je länger die Belastung erfolgt. Diese Deformationen über der Elastizitätsgrenze wachsen nicht mehr proportional der Belastung, sondern viel rascher.

Wenn man den Sicherheitsgrad feststellt, so muß man nicht nur auf die Bruchfestigkeit, sondern auch auf die Zähigkeit Rücksicht nehmen. Man kennzeichnet das betreffende Eisen durch eine Qualitätszahl, welche beide Eigenschaften zum Ausdruck bringt.

Tetmajer schlug als Wertziffer (Qualitätszahl) vor: das Produkt aus der Zerreißfestigkeit an der Bruchgrenze in  $t/cm^2 \times$  der spezifischen Längenänderung an der Bruchgrenze, weil diese Größe nach Versuchen (von Tetmajer und Bauschinger) für dasselbe Material konstant ist. Außerdem ist noch die geringste Bruchfestigkeit anzugeben, weil nur dadurch hartes von sprödem Material unterschieden werden kann.

Bei den Zerreißproben benützt man, da die Dehnungen einigermaßen von der Größe des Querschnittes und von der Längenänderung abhängen, Probestäbe von  $5\text{ cm}^2$  Querschnittsfläche und  $200\text{ mm}$  Länge.

Eisengattung	Schweißeisen		Flußeisen	
	Zugfestigkeit $kg/cm^2$	Qualitätszahl $t/cm^2$	Zugfestigkeit $kg/cm^2$	Qualitätszahl $t/cm^2$
<b>I. Stab- und Rundeisen:</b>				
1. Nieteisen, bestes Schrauben- und Stehbolzeneisen . . . . .	3800	0·70	3800—4200	1·10
2. Gewöhnliches Schrauben-, Stab-, Mutter- und Nageleisen, Rundeisen für Maschinen-, Brücken- und Dachstuhlbestandteile . . . . .	3500	0·45	3600—4200	0·90
3. Gewöhnliches Rund- und Stabeisen				
a) Stabeisen über 20 mm Stärke	3400	0·30	3600—4200	0·80
b) Rundeisen „ 30 „ „				
<b>II. Fassoneisen: L, I, I, I, I, I, I:</b>				
a) bis 18 mm Stärke . . . . .	3500	0·45	3600	0·90
b) über 18 „ „ . . . . .	3400	0·30	3600	0·90
<b>III. Blech- und Universaleisen:</b>				
1. Kesselblech				
a) Feuerblech $\parallel$ . . . . .	3500	0·70	} 3600—4200	} 0·90
„ $\perp$ . . . . .	3300	0·43		
b) Börtelblech $\parallel$ . . . . .	3400	0·45		
„ $\perp$ . . . . .	3200	0·28		
c) Mantelblech $\parallel$ . . . . .	3200	0·26		
„ $\perp$ . . . . .	2900	0·15		
2. Universaleisen . . . . .	3500	0·45		
3. Trägerbleche $\parallel$ } . . . . .				
„ $\perp$ } . . . . .	3400	0·45		
bei einer Länge $\leq 1·5 \times$ Breite.	3000	0·15		
„ „ „ $>$ „	2800	0·10		

## § 7. Glüh- und Anlaß-Farben.

### 1. Glühfarben.

- a) Schweiß Eisen:
- |         |                       |
|---------|-----------------------|
| 1518° C | blendend weiß         |
| 1350°   | weiß                  |
| 1300°   | „                     |
| 1200°   | hellorange            |
| 1100°   | dunkelorange          |
| 1000°   | hellkirschrot         |
| 900°    | kirschrot             |
| 800°    | dunkelkirschrot       |
| 700°    | dunkelrot             |
| 500°    | im Dunkeln rotglühend |
- b) Stahl:
- |        |                 |
|--------|-----------------|
| 532° C | dunkelrot       |
| 565°   | blutrot         |
| 636°   | dunkelkirschrot |
| 677°   | mittelkirschrot |
| 746°   | kirschrot       |
| 843°   | hellkirschrot   |
| 899°   | orange          |
| 941°   | hellorange      |
| 966°   | gelb            |
| 1079°  | hellgelb        |
| 1204°  | weiß            |

### 2. Anlaßfarben.

#### Schweißstahl:

- |        |              |
|--------|--------------|
| 220° C | blaßgelb     |
| 232°   | strohgelb    |
| 243°   | goldgelb     |
| 250°   | purpurgelb   |
| 266°   | violett      |
| 278°   | dunkelpurpur |
| 293°   | hellblau     |
| 316°   | dunkelblau   |

## § 8. Prüfung von Eisen und Stahl.

### 1. Gußeisen.

Zu Gußwaren soll man graues, weiches Gußeisen verwenden. Die Gußstücke sollen keine Gußfehler, Blasen, Risse usw. haben.

Die Zugfestigkeit soll  $\geq 1200 \text{ kg/cm}^2$  sein.

Das Material soll so zäh sein, daß ein gegen eine rechtwinklige Kante des Gußstückes mit einem Hammer geführter Schlag keinen Eindruck hinterläßt, und die Kante nicht abspringt.

Ein unbearbeiteter Stab von  $30 \times 30 \text{ mm}$  großem quadratischen Querschnitte muß, auf zwei  $1 \text{ m}$  entfernten Stützen ruhend, allmählich bis  $450 \text{ kg}$  belastet werden können, bevor er bricht.

Die Wandstärke soll nie  $< 10 \text{ mm}$  sein.

Bezeichnen:

- $\Delta$  den größten zulässigen Unterschied in den Wandstärken ( $\text{mm}$ )  
 D den mittleren Durchmesser der Säule „  
 H deren Höhe „

so ist:

$$\Delta \leq 5 \text{ m} + 0.005 \left[ (D - 400) + (H - 4) \right] = 1 \text{ mm} + 0.005 (D + H)$$

D und H sind ohne Dezimalen und nur von 400 mm aufwärts einzusetzen.

## 2. Schweißisen.

Schweißisen: soll dicht, sehnig, gut stauch- und schweißbar, weder kalt- noch rotbrüchig, nicht langrissig sein, eine glatte Oberfläche besitzen, keine Kantenrisse, keine Schweißnähte oder sonst unganze Stellen beziehungsweise eingewalzte Schlacken enthalten.

Eisensorte	Zugfestigkeit ( $\text{kg/cm}^2$ ) in der		Dehnung (%) bis zum Bruche (*)
	Längs- richtung	Quer- richtung	
Flach-, Winkel-, Fassoneisen Bleche, in der Längsrichtung be- anspruchung			
Dicke: $\leq 10 \text{ mm}$ . . .	3600		} 12
10—15 „ . . .	3500		
15—25 „ . . .	3400		
Bleche mit ausgesprochener Längsrichtung, vorzugsweise auf Biegung beansprucht (Steh- bleche von Blechträgern) . .	3500	—	10
Bleche ohne ausgesprochene Längsrichtung, durch Span- nungen in verschiedenen Rich- tungen beansprucht (Knoten- bleche) . . . . .	—	2800	3
Eisen für Niete, Schrauben u. dgl.	—	3000	4
Durchmesser $\leq 25 \text{ mm}$ . .	3800	—	} 18
„ 25—40 „ . . .	—	3600	
Zorèisen . . . . .	3300	—	6

Die Versuchstücke müssen diese Belastungen während 2 Minuten tragen, ohne zu reißen.

Das Schweißisen ist auch auf Kalt- beziehungsweise Rotbrüchigkeit zu untersuchen.

Die Kaltbrüchigkeit kommt von zu großem Phosphorgehalt. — Man trennt einen Streifen || Walzrichtung los. Dieser muß sich um  $180^\circ$  bis auf eine Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  Fleischstärken zusammenbiegen lassen, ohne Risse oder sonstige Spuren einer Trennung zu zeigen.

\*) Auf eine Länge von 20 cm zu messen.

Die Rotbrüchigkeit kommt von zu großem Schwefelgehalt. — Ein rotglühend gemachter Streifen muß sich auf das  $1\frac{1}{2}$ fache seiner Breite aushämmern lassen, ohne Spuren von Trennungen zu zeigen.

Winkelleisen von 60 bis 80 mm Schenkelbreite müssen hellglühend mit einem nach außen gewendeten Schenkel sich bis zu einem Bogen von 6 cm Radius zusammenbiegen lassen, ohne an den Kanten Risse zu bekommen.

Niet- oder Schraubenbolzeneisen muß sich kalt ohne Bruch um einen Dorn gleichen Durchmessers zu einer Schleife zusammenbiegen lassen. Ein Stück, dessen Länge = dem doppelten Durchmesser, muß sich in warmem Zustande auf  $\frac{1}{3}$  der Länge zusammenstauchen lassen, ohne Risse zu zeigen (Stauchprobe).

### 3. Flußeisen.

Flußeisen soll weich und dehnbar sein, eine glatte Oberfläche, ohne Schiefer und Blasen, zeigen, weder Kantenrisse noch unganze Stellen enthalten.

### 4. Flußstahl.

Zugfestigkeit = 4500—6000  $kg/cm^2$

Dehnung = 10%

Eisensorte	Zugfestigkeit ( $kg/cm^2$ ) in der		Dehnung (%)
	Längs- richtung	Quer- richtung	
7—28 mm starkes Flußeisen	3700—4400	3600—4500	20
Niet- und Schraubenmaterial	3600—4200		17
			22

### 5. Stahl.

Stäbe aus gewalztem Gußstahl müssen sich bei höchstens  $+10^{\circ}C$  ohne Bruch und Risse um  $180^{\circ}$  biegen lassen, bis beide Teile in einem Abstand = Fleischstärke || zueinander liegen.

Bleche müssen sich in der Walzrichtung bei Stärken von 6, 8, 10 mm im Winkel von  $140^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$  biegen lassen. Die Verlängerung beim Bruche soll betragen:

in der Walzrichtung 17%

quer zur „ 13%

bei Winkelstahl 17%

## § 9. Haltbarmachung des Eisens.

### I. Schutz des Eisens gegen Rost.

Da die Dauer einer Eisenkonstruktion wesentlich davon abhängt, in welchem Maße dem Rosten vorgebeugt ist, so setzt dies eine ständige Überwachung und gute Instandhaltung voraus.

Schutzmittel gegen Rost sind:

#### I. Anstriche.

Vor allem ist das Eisen vom Roste und von etwaigen früheren Anstrichen durch Bestreichen mit Salzsäure und durch Abbürsten



mit Drahtbürsten oder Abreiben mit Bimsstein oder Torf oder auch durch Eintauchen in verdünnte Säuren zu reinigen. Um diese wieder ganz zu beseitigen, muß man danach mit Kalkwasser abwaschen, hierauf mit reinem Wasser und darn gut trocknen.

Die chemisch gereinigten Stücke soll man, sobald sie trocken sind, mit dünnflüssigem, schnell trocknendem Leinölfirnis oder mit Farbe anstreichen.

Zum Anstrich benützt man:

1. Ölfarbe: am gebräuchlichsten. Die nicht freiliegenden Teile werden nur grundiert.

a) Grundierung.

Sie wird in der Werkstätte aufgetragen und muß vor dem Aufstellen vollständig trocken und erhärtet sein. Man verwendet hiezu:

α) Leinölfirnis, in welchem Bleimennige angerieben ist: er trocknet nur langsam und wird nie recht fest, wenn auf den noch nicht getrockneten Anstrich ein Niederschlag kommt.

β) Spirituslackfirnis + Eisenmennige: sehr gut!

b) Deckanstrich.

α) Leinölfirnis + Bleiweiß: gut; sehr wetterbeständig, wenn man zum letzten Anstrich 12—15% Kreide zusetzt. (Silbergrau, Metallgrau.)

β) Leinölfirnis + Zinkweiß: weniger dauerhaft. (Platin-, Bessemer-, Silikat-, Adamantinfarbe.)

γ) Leinölfirnis allein: blättert ab.

δ) Diamantfarbe, d. i. fein gemahlener Graphit + gekochtes Leinöl + Terpentin.

ε) Rathjens Patentkomposition: Farbe in Spiritus angemacht — hat sich gut bewährt.

ξ) Schuppenpanzerfarbe.

2. Harzöl (Kautschuköl, Antioxyd) } dünn aufgetragen, haften sie besser  
3. Metallseife } als Ölanstriche. In Wasser taugen  
} sie aber nichts.

4. 8 Gew. Teer + gepulvertem Kalk + 1 Gew. Terpentinöl (3mal anstreichen) } Diese Anstriche sind heiß auf das  
} heiße Eisen aufzutragen. Man ver-

5. 1 Gew. Schwefel + 2 Gew. Teeröl + 5 Gew. Pech oder Asphalt + etwas Wachs. } wendet sie für in Erde oder in  
} Wasser liegendes Eisen (Gußeisen-

6. Marineleim.

7. Zement: fein gemahlener, langsam bindender Portlandzement mit Wasser, besser mit entrahmter Milch angemacht, gibt einen sehr guten, gut haftenden, gut schützenden, sehr dauerhaften Anstrich, der aber bei heftigen Erschütterungen leicht abspringt. Man soll 4—5mal anstreichen.

Portlandzement-Mörtel und -Beton: geben einen guten Schutz.

8. Wasserglas: ist ebenso spröde wie der Zementanstrich.

## II. Metallüberzüge.

Sie sind sehr dauerhaft.

1. Verzinkung: am besten und häufigsten. Der Zinküberzug ist 0.07...0.12 mm dick und wiegt 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Verzinnung: schützt weniger als das Verzinken. Man macht sie hauptsächlich bei dünnen Blechen.

3. Verbleiung: schützt gegen Säuren und Dämpfe; ist aber teuer und haftet minder gut.

4. Verzinkung und danach verbleit: für Dachdeckungen, die Säuren und Dämpfen ausgesetzt sind.

5. Verkupferung.

6. Vernickelung.

7. Bronzierung.

### III.

Brünierung: das Eisen erhält durch künstliche Oxydation einen 0.1...0.5 mm starken Überzug aus Eisenoxydoxydul (Inoxydationsverfahren von Bower und Barff). Sie ist billiger und den Temperaturänderungen gegenüber unveränderlicher als die Verzinkung.

### IV.

Emaillierung. Das Eisen bekommt eine Bor- oder Zinnglasur: sehr wirksam, aber teuer.

## II. Schutz des Eisens gegen Feuer.

In der ersten Zeit des Aufschwunges, den der Eisenbau im verflossenen Jahrhundert nahm, erklärte man Konstruktionen aus Eisen für feuersicher. Aber nur zu bald erwiesen bittere Erlebnisse, daß dies nicht der Fall ist. Denn das Eisen ist nicht nur nicht feuersicher, sondern sogar bei großen Bränden sehr gefährlich. Wenn es auch erst bei einer viel größeren Hitze ganz zerstört wird als das Holz und weder verbrennt noch das Feuer nährt, so ist dagegen zu beachten, daß es die Wärme weiterleitet und infolge der Erhitzung seine Festigkeit verliert.\*) Außerdem fällt noch sein großer Ausdehnungskoeffizient unangenehm in die Wagschale.\*\*)

Wenn sich die eisernen Träger durch die Erwärmung ausdehnen, so üben sie einen starken Schub auf die Mauern und Pfeiler, die sie tragen, und haben diese in zahlreichen Fällen umgeworfen, wodurch dann die darauf stehenden Gebäudeteile einfielen. Andererseits verbiegen sich die Träger durch den Widerstand, den die Mauerkörper ihrer Ausdehnung entgegensetzen, und infolgedessen stürzen die zwischen ihnen liegenden Gewölbe usw. ein, schlagen die darunter befindlichen Decken durch und bahnen so dem Feuer den Weg in die übrigen Geschosse.

Ähnliche Gefahren bergen eiserne Stützen (Säulen, Ständer), sowohl die gußeisernen als auch die schmiedeisernen, die, wenn sie nicht geschützt sind, sogar noch weniger Widerstand leisten als solche aus Gußeisen. Die eisernen Stützen zerspringen entweder schon durch die Einwirkung des Feuers allein oder aber beim Bespritzen mit kaltem Wasser durch die Feuerwehr und verpflanzen, indem sie dadurch zusammenbrechen, das Feuer in die anderen Geschosse. Auch ihre Ausdehnung infolge der Erwärmung kann Zerstörungen in den Deckenkonstruktionen, welche sie tragen, hervorrufen. Es können somit die eisernen Träger und Stützen noch größere Verheerungen anrichten als das Feuer allein.

Man darf daher dort, wo ein stärkerer Brand entstehen kann, wo also größere Mengen leicht brennbarer Stoffe angesammelt sind, keine Träger oder Stützen verwenden, bei denen das Eisen bloßliegt, sondern muß es stets mittels einer feuersicheren, die Hitze schlecht leitenden Isolierschichte einhüllen.

\*) Siehe S. 166.

\*\*) Siehe S. 162.

1. Es soll also immer der Unterflansch der eisernen Träger von Beton umhüllt sein, oder wenn geeignete Formziegel zur Verfügung stehen, so kann man ihn auch mit diesen umfassen. Aber auch der Oberflansch ist mit Ziegelmauerwerk beziehungsweise Beton zu umgeben, damit ein Brand von oben keine Zerstörungen hervorrufen kann.

2. Die eisernen Stützen sind mit einem isolierenden Mantel zu umhüllen, den man herstellt:

a) aus einem  $\frac{1}{2}$  Stein (15 cm) starken Mauerwerk aus guten Ziegeln, am besten aus Klinkern in Portlandzementmörtel;

b) aus Beton;

c) besser aber mit einer Monierkonstruktion;

d) Ton, hinter den man Sägespäne, Sand, Asche u. dgl. einfüllt;

e) Korkplatten, die mit verzinkten Eisendrähten zusammengehalten werden, hinter sich eine mindest 1 cm weite Luftschichte haben, und außen einen Zementputz erhalten;

f) Rabitzputz: er widersteht zwar dem Feuer, nicht aber dem Bespritzen mit kaltem Wasser beim Löschen;

g) Gipsdielen, Zementdielen, Asbestzementplatten: bei geringerer Hitze sind sie genügend widerstandsfähig.

3. Feuersichere Türen (Bodentüren) macht man aus starkem Eisenblech, oder man benagelt hölzerne Türen mit Eisenblech. Der zweite Vorgang ist besser. Beide Arten halten das Feuer gleich gut zurück, jene Türen sind aber im Falle eines Brandes schwerer zu erbrechen und verbiegen sich leicht.

Es ist also stets der Grundsatz vor Augen zu halten, daß Eisen, welches freiliegt, nicht feuersicher ist.

## § 10. Schmiedeisensorten.

### I. Bleche.

#### A. Ebene Bleche.

##### 1. Glatte Bleche.

Dicke: 2—30 mm erhältlich

≤ 7...15 „ gewöhnlich

≤ 20 „ selten

Breite: 0·7...2·0 m

Länge: so groß, daß das Gewicht ≤ 500 kg.

≤ 4·5 m gewöhnlich

#### Flußeisenableche.

Dicke: 2—30 mm

Größe Breiten: 1·500—2·600 mm

„ Längen: 2·000—12·000 „

#### Schweißeisenableche.

Dicke: 2—20 mm

Größe Breiten: 1·500—1·800 m

„ Längen: 1·700—8·000 „

##### a) Schwarzblech oder Sturzblech.

Darunter versteht man das gewöhnliche ebene glatte Eisenblech.

Kesselblech: 5—20 mm dick.

Dicke mm	Zunahme der Dicke mm	B l e c h l e h r e			
		neue Deutsche	Dillinger	englische	französische
		Nr.		Nr.	Nr.
10	0·6	100		2/0	28
9·4		94		—	—
8·8		88		0	27
8·2		82		1	26
7·6		76		—	—
7·0		70		2	25
6·5	0·5	65		3 = 6·58 mm	—
6·0		60	Nr.	4	24
5·5		55	1	5	23
5·0		50	2	6	—
4·6	0·4	46	3 = 4·5 mm	7	22
		—	4 = 4·25 "	8	21
4·2		42	5 = 4·00 "	9	20
3·8		38	6 = 3·75 "	10	19
3·4		34	7 = 3·25 "	11	18
3·1	0·3	31	8 = 3·00 "	—	17 = 3·0 mm
2·8		28	9 = 2·75 "	12	—
2·5		25	10 = 2·50 "	13	16
		—	11	14	15
		—	12 = 2·25 "	15	14
2·2		22	—	16	13
2·0	0·2	20	13	17	12
1·8		18	14 = 1·75 "	—	11 = 1·6 mm
1·6		16	15 = 1·50 "	18	10 = 1·5 "
1·4		14	16 = 1·37 "	19	9
1·3	0·1	13	17 = 1·25 "	20	8
1·2		12	18 = 1·12 "	21	7
1·1		11		22	6
1·0		10	19	23	5
0·9		9	20 = 0·87 "	24 = 0·56 mm	4
0·8		8	21 = 0·75 "	25	3
0·7		7	22 = 0·62 "	—	2
0·6		6	—	26	1
0·55	0·05	5/5	—	27	
0·5		5	23 u. 24	28	
0·45		4/5	25 = 0·44 "	29	
0·4		4	—	30	
0·37	0·03	3/7	26	31	
0·34		3/4		32	
0·31		3/1		33	
0·28		2/8		34	
0·26	0·02	2/6		35	
0·24		2/4		36	
0·22		2/2			
0·20		2			



## 3. Streckmetall oder Tragnetzblech

(engl.: Expanded metal, französ.: Métal déployé).

Weiches Stahlblech wird maschinell geschlitzt, so daß die Schlitzte in den benachbarten Reihen gegeneinander versetzt sind (Fig. 146), und dann auseinander gezogen, wodurch ein Gitter entsteht (Fig. 147).

Fig. 146.

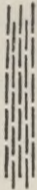
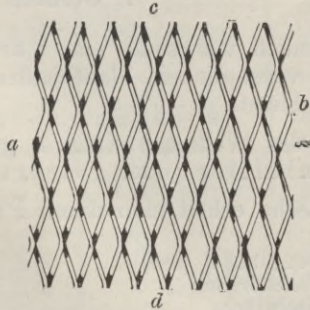


Fig. 147.



Nr.	Breite	Höhe	Litzenstärke <i>mm</i>	Gewicht <i>kg/m<sup>2</sup></i>	Verwendung
	der Maschen <i>mm</i>				
1a	42	10	2·0 × 0·6	1·60	Verkleidung von Säulen, Trägern und solchen Konstruktionen, welche feuersicher umhüllt werden sollen.
1	42	6	2·0 × 0·6	1·60	
2	42	10	2·5 × 1·25	3·94	Stukkatur-(Einlage-)Netzblech für Decken und Wände. Einlage für freistehende Betonwände.
3	63	20	2·5 × 1·0	1·80	
4	63	20	2·5 × 1·5	3·00	Besonders widerstandsfähig; für möglichst einbruchssichere Wände.
8	205	75	6·0 × 3·0	4·35	
9	205	75	4·5 × 3·0	3·15	Gartenzäune, Schutzgitter usw.
10	205	75	6·0 × 4·5	6·25	
11	205	75	4·5 × 4·5	5·00	
12	400	150	6·0 × 3·0	1·85	
13	400	150	6·0 × 4·5	3·12	Einlage in Betonflöße von Decken bei großen Belastungen.
14	400	150	4·5 × 3·0	1·45	
15	205	75	3·0 × 3·0	2·17	Hürden für Rinder, Pferdeaumläufe usw.
17	42	10	2·5 × 1·5	5·16	
20	63	20	3·0 × 3·0	8·42	Einlage in Betonflöße von Decken wie Nr. 2.
21	120	40	4·5 × 3·0	6·40	
24	120	40	3·0 × 3·0	4·10	

Nr. 1 und 1a können auch verzinkt geliefert werden.

Die Länge des Tragnetzbleches ist in der Richtung a—b und die Breite in der Richtung c—d zu messen (siehe Fig. 147).

Größte Breite der Tragnetzbleche 2·42 m.

## B. Gewellte Bleche.

## I. Wellblech.

## 1. Gerades Wellblech.

Gewöhnlich verwendet man verzinktes Eisenblech, da die Verzinkung einen vorzüglichen, dauerhaften Schutz gegen die Einwirkung der Atmosphäre bietet.

Wenn das Wellblech einen so guten Schutz nicht braucht, so genügt es, daß es minisiert oder geteert wird.

Wellbleche erhält man durch Pressen glatter Bleche.

h Wellenhöhe (mm)  
b Wellenbreite " "  
δ Blechstärke "

$$\frac{b}{h} = n.$$

Fig. 148.

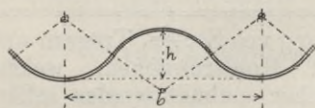
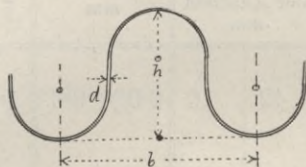


Fig. 149.



1. Flaches Wellblech:  $h \leq \frac{b}{2}$   $b = 60 \dots 300$  mm (Fig. 148).
2. Träger-Wellblech:  $h > \frac{b}{2}$   $b = 60 \dots 180$  " (Fig. 149).
3. Jalousie-Wellblech:  $h \leq \frac{b}{2}$   $b = 25 \dots 60$  "

Die zulässige Inanspruchnahme =  $1000$  kg/cm<sup>2</sup>.

## a) Flaches Wellblech.

Tafellänge =  $2.0 - 3.5$  m

Widerstandsmoment:

$$w = \left(196 + 354 \frac{h}{b}\right) h d \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$w = \frac{2J}{h}.$$

## Flaches Wellblech.

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)		Wellenhöhe		Breite der Blechtafel	Querschnittsfläche		Widerstandsmoment	Gewicht				Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung				
	δ	h	höhe	breite		F	w		Wellblech einschli. seitlicher Überdeckung		fertige Wellblechdeckung		bei einer Freilage in m:				
				h	b			mm <sup>2</sup>	mm <sup>3</sup>	schwarz	verzinkt	schwarz	verzinkt	3.0	2.5	2.0	1.5
	mm											kg/m <sup>2</sup>					
I	1	0.7				831	4160	6.87	8.25	7.22	8.67	37	53	83	148	333	
	2	0.8				950	4750	7.85	9.27	8.25	9.74	42	61	95	169	380	
	3	0.9			770	1069	5350	8.83	10.27	9.28	10.79	48	68	107	190	428	
	4	1.0				1188	5940	9.81	11.24	10.31	11.81	53	76	119	211	475	
	5	1.25				1484	7430	12.27	13.58	12.89	14.27	66	95	149	264	594	
	6	1.50				1781	8910	14.72	15.82	15.46	16.62	79	114	178	317	713	
II	1	0.7				835	5230	6.98	8.39	7.30	8.77	46	67	104	186	418	
	2	0.8				955	5980	7.98	9.43	8.35	9.86	53	76	119	213	478	
	3	0.9			774	1074	6720	8.98	10.44	9.39	10.92	60	86	134	239	538	
	4	1.0				1193	7470	9.98	11.43	10.43	11.95	67	96	149	265	598	
	5	1.25				1491	9340	12.47	13.80	13.04	14.44	83	120	187	332	747	
	6	1.50				1790	11210	14.96	16.08	15.64	16.81	100	143	224	398	896	
III	1	0.7				784	5770	6.78	8.14	7.03	8.45	51	74	115	205	461	
	2	0.8				895	6590	7.74	9.15	8.04	9.49	59	84	132	234	527	
	3	0.9			810	1007	7420	8.71	10.13	9.04	10.51	66	95	148	264	593	
	4	1.0				1119	8240	9.68	11.09	10.04	11.51	73	105	160	290	659	
	5	1.25				1399	10300	12.10	13.39	12.55	13.90	92	130	206	366	824	
	6	1.50				1679	12360	14.52	15.60	15.06	16.19	110	158	247	439	989	
IV	1	0.7				843	6350	7.12	8.55	7.45	8.94	56	81	127	226	508	
	2	0.8				963	7250	8.13	9.61	8.51	10.05	64	93	145	262	580	
	3	0.9			800	1084	8160	9.15	10.64	9.57	11.13	73	104	163	290	653	
	4	1.0				1204	9070	10.17	11.65	10.64	12.19	81	116	181	322	725	
	5	1.25				1505	11330	12.71	14.07	13.30	14.72	101	145	227	403	907	
	6	1.50				1807	13600	15.25	16.38	15.96	17.15	121	174	272	484	1088	



Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)	Wellen-		Breite der Blechtafel	Querschnittsfläche $F$ mm <sup>2</sup>	Widerstandsmoment $W$ mm <sup>3</sup>	Gewicht		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung $kg/m^2$						
		höhe $h$	breite $b$				Wellblech einsehl. stülpher Überdeckung		fertige Wellblechdeckung		bei einer Prellage in m:				
							schwarz	verzinkt	schwarz	verzinkt	3-0	2-5	2-0	1-5	1-0
V	1	0-7			887	7840	7-49	8-99	7-97	9-57	70	100	157	279	627
	2	0-8			1013	8960	8-55	10-10	8-99	10-62	80	115	179	319	717
	3	0-9			1140	10080	9-62	11-19	10-11	11-76	90	129	201	358	806
	4	1-0	35	100	1267	11200	10-69	12-25	11-24	12-87	100	143	224	398	896
	5	1-25			1583	14000	13-36	14-80	14-04	15-55	124	179	280	498	1120
	6	1-50			1900	16790	16-04	17-23	16-85	18-11	149	215	336	597	1344
VI	1	0-7			827	7230	7-05	8-46	7-46	8-96	64	93	145	257	578
	2	0-8			945	8260	8-05	9-51	8-52	10-07	73	106	165	294	661
	3	0-9			1063	9300	9-06	10-53	9-59	11-15	83	119	186	331	744
	4	1-0	35	125	1181	10330	10-06	11-53	10-65	12-21	92	132	207	367	826
	5	1-25			1476	12910	12-58	13-93	13-32	14-74	115	165	258	459	1033
	6	1-50			1771	15490	15-09	16-22	15-98	17-17	139	198	310	551	1240
VII	1	0-7			934	9450	7-88	9-46	8-29	9-95	84	121	189	336	756
	2	0-8			1067	10800	9-01	10-64	9-47	11-19	96	138	216	384	864
	3	0-9			1200	12150	10-13	11-78	10-65	12-39	108	156	243	432	972
	4	1-0	40	100	1334	13500	11-26	12-90	11-84	13-56	120	173	270	480	1080
	5	1-25			1667	16880	14-07	15-58	14-80	16-38	150	216	337	600	1350
	6	1-50			2001	20260	16-89	18-14	17-75	19-08	180	259	405	720	1620
VIII	1	0-7			816	8130	7-13	8-56	7-48	8-98	72	104	163	289	650
	2	0-8			933	9290	8-15	9-62	8-55	10-10	83	119	186	330	743
	3	0-9			1049	10450	9-17	10-66	9-62	11-18	93	134	209	372	836
	4	1-0	40	150	1166	11620	10-19	11-67	10-69	12-24	103	149	232	413	929
	5	1-25			1457	14520	12-73	14-10	13-36	14-79	129	186	290	516	1162
	6	1-50			1749	17420	15-28	16-41	16-03	17-22	155	223	348	620	1394
IX	1	0-7			843	9520	7-37	8-84	7-75	9-31	85	122	190	338	762
	2	0-8			963	10880	8-42	9-94	8-85	10-46	97	139	218	387	870
	3	0-9			1084	12240	9-47	11-01	9-96	11-58	109	157	245	435	979
	4	1-0	45	150	1204	13600	10-52	12-05	11-07	12-68	121	174	272	484	1088
	5	1-25			1505	17000	13-15	14-56	13-83	15-32	151	218	340	604	1360
	6	1-50			1807	20400	15-78	16-95	16-60	17-84	181	261	408	725	1632

Trägheitsmoment:

$$a) J = \frac{n^2 + 4}{1024} \delta h^3 [(3n^4 - 8n^2 + 48) \arctan \frac{2}{n} - 6n(n^2 - 4)]$$

$$b) J = \gamma \delta h^3$$

$\frac{b}{h} = n = 2.0$	$\gamma = 0.39270$
2.1	0.40173
2.2	0.41101
2.3	0.42051
2.4	0.43023
2.5	0.44014
2.6	0.45025
2.7	0.46051
2.8	0.47094
2.9	0.48151
3.0	0.49220

c) Falls die Wellen aus Parabelbögen bestehen:

$$J = \frac{64}{105} (b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3)$$

$$b_1 = \frac{1}{4} (b + 2.6\delta) \quad h_1 = \frac{1}{4} (h + \delta)$$

$$b_2 = \frac{1}{4} (b - 2.6\delta) \quad h_2 = \frac{1}{2} (h - \delta)$$

b) Trägerwellblech.

Tafellänge = 3—4 m  
 größte " = 6 "  
 D Durchmesser des äußeren Wellenkreises (mm)  
 d " " inneren " "  
 h<sub>1</sub> halbe Steghöhe (mm)

$$h_1 = \frac{h - D}{2}$$

Widerstandsmoment:

$$w = \frac{1}{h_1 + \frac{D}{2}} \left[ \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) + \frac{h_1}{3} (D^3 - d^3) + \frac{\pi}{4} h_1^2 (D^2 - d^2) + \frac{2}{3} h_1^3 (D - d) \right] (mm^3)$$

$$w = \frac{2J}{h}$$

Profil-Nr.	Blechdicke (schwarz)		Wellenhöhe h	Wellenbreite b	Breite der Blechtafel	Steghöhe h-2r	Radius r	Wellenzahl		pro 1 m Baudbreite	Quer-schnitts-fläche F mm <sup>2</sup>	Wider-stands-moment W mm <sup>3</sup>	Gewicht		Zulässige gleichmäßig ver- teilte Belastung						
	δ	h						schwarz	verz. zinkt				kg/m <sup>2</sup>								
													bei einer Freilage in m								
I	1	1.00	50	90	540	5	22.5	6+2× $\frac{1}{4}$	1675	20410	14.56	16.63	133	181	261	408	726	1633			
	2	1.25							2094	25390	18.20	20.34	166	226	325	508	903	2031			
	3	1.50							2513	30330	21.84	24.01	198	270	388	607	1078	2426			
	4	1.75							2932	35220	25.48	27.65	230	313	451	704	1252	2818			
	5	2.00							3351	40080	29.12	31.30	262	356	513	802	1425	3206			
II	1	1.00	60	90	450	15	22.5	5+2× $\frac{1}{4}$	1895	27210	16.54	18.89	177	242	348	544	967	2177			
	2	1.25							2369	33880	20.67	23.11	221	301	434	678	1205	2710			
	3	1.50							2843	40500	24.81	27.27	264	360	518	810	1440	3240			
	4	1.75							3317	47070	28.95	31.40	307	418	602	941	1674	3766			
	5	2.00							3791	53590	33.08	35.56	350	476	686	1072	1905	4287			
III	1	1.00	70	90	450	25	22.5	5+2× $\frac{1}{4}$	2115	34780	18.29	20.89	227	309	445	696	1237	2782			
	2	1.25							2644	43330	22.87	25.56	283	385	555	867	1541	3466			
	3	1.50							3173	51820	27.44	30.16	338	461	663	1036	1842	4146			
	4	1.75							3702	60260	32.01	34.74	394	536	771	1205	2143	4821			
	5	2.00							4231	68650	36.58	39.33	448	610	879	1373	2441	5492			
IV	1	1.00	80	100	400	30	25	4+2× $\frac{1}{4}$	2171	40480	18.89	21.57	264	360	518	810	1439	3238			
	2	1.25							2713	50450	23.61	26.39	329	448	646	1009	1794	4036			
	3	1.50							3256	60370	28.33	31.14	394	537	773	1207	2146	4830			
	4	1.75							3799	70220	33.06	35.88	459	624	899	1404	2497	5618			
	5	2.00							4342	80020	37.78	40.62	523	711	1024	1600	2845	6402			

## Trägerwellblech.

Profil-Nr.	Blechkicke (schwarz)	Wellenhöhe		Wellenbreite		Breite der Blechtafel	Steghöhe	Radius	Wellenzahl	Quer-schnitts-fläche		Widerstands-moment	Gewicht		Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung					
		h	b	h	b					F	W		kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	bei einer Freilage in m					
															3·5	3·0	2·5	2·0	1·5	1·0
pro 1 m Baubreite										mm <sup>3</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
V	1·00	90	100	400	40	25	$1\frac{1}{4}$	2371	48930	20·46	23·37	320	435	626	979	1740	3914			
	1·25							2963	61000	25·58	28·59	398	542	781	1220	2169	4880			
	1·50							3556	73000	30·69	33·73	477	649	934	1460	2596	5840			
	1·75							4149	84950	35·81	38·86	555	755	1087	1699	3020	6796			
	2·00							4742	96830	40·92	43·99	632	861	1239	1937	3443	7746			
VI	1·00							2571	58050	22·57	25·78	379	516	743	1161	2064	4644			
	1·25							3213	72380	28·22	31·54	473	643	926	1448	2574	5790			
	1·50							3856	86650	33·86	37·21	566	770	1109	1733	3081	6932			
	1·75							4499	100850	39·50	42·87	659	896	1291	2017	3586	8068			
	2·00							5142	115000	45·15	48·53	751	1022	1472	2300	4089	9200			
VII	1·00							2771	67840	24·14	27·57	443	603	868	1357	2412	5427			
	1·25							3463	84610	30·18	33·73	553	752	1083	1692	3008	6769			
	1·50							4156	101310	36·21	39·80	662	901	1297	2026	3602	8105			
	1·75							4849	117940	42·25	45·85	770	1048	1510	2359	4193	9435			
	2·00							5542	134510	48·29	51·91	878	1196	1722	2690	4783	10761			
VIII	1·00							2971	78300	25·71	29·36	511	696	1002	1566	2784	6264			
	1·25							3713	97680	32·14	35·92	638	868	1250	1954	3473	7814			
	1·50							4456	116980	38·57	42·39	764	1040	1497	2340	4159	9358			
	1·75							5199	136210	45·00	48·83	890	1211	1743	2724	4843	10897			
	2·00							5942	155360	51·43	55·28	1015	1381	1989	3107	5524	12429			

Trägheitsmoment:

$$a) J = \frac{\delta h^3}{192} \left[ (9\pi - 28) n^3 - 24(\pi - 3) n^2 + 24(\pi - 2) n + 32 \right]$$

$$b) J = \gamma \delta h^3 \quad \frac{b}{h} = n = \begin{array}{l} 0.5 \\ 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1.0 \\ 1.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 1.5 \\ 1.6 \\ 1.7 \\ 1.8 \\ 1.9 \\ 2.0 \end{array} \quad \gamma = \begin{array}{l} 0.23377 \\ 0.24622 \\ 0.25837 \\ 0.27023 \\ 0.28180 \\ 0.29309 \\ 0.30412 \\ 0.31489 \\ 0.32540 \\ 0.33568 \\ 0.34571 \\ 0.35553 \\ 0.36512 \\ 0.37451 \\ 0.38370 \\ 0.39270 \end{array}$$

$$c) J = \frac{\delta}{4} \left[ \frac{\pi}{16} b^3 + b^2(h - D) + \frac{\pi}{2} b(h - D)^2 + \frac{2}{3}(h - D)^3 \right]$$

$$d) J = \left( 0.103 + 0.093 \frac{h}{6} \right) h^3 \delta$$

c) Rollbalkenblech.

Wellenhöhe . . . . . h	10	14	mm	
Wellenbreite . . . . . b	20	30	"	
Dicke {	schwarz . . . . .	0.50	0.50	"
	verzinkt . . . . .	0.65	0.65	"
Länge . . . . .	2.0	3.0	m	
Deckbreite . . . . .	380	390	mm	

d) Jalousie-Wellblech.

b mm	h mm	Querschnittsfläche für 1 m Tafelbreite	Gewicht für 1 m <sup>2</sup> Wellblech	Widerstandsmoment für 1 m Tafelbreite
		und 1 mm Blechstärke		
		m <sup>2</sup>	kg	cm <sup>3</sup>
25	10	13.8	10.8	3.4
30	15	15.7	12.3	5.7
40	20	15.7	12.3	7.6
50	20	13.8	10.8	6.9
50	25	15.7	12.3	7.5

Man stellt es her aus Flußeisen und Flußstahl.

Die Dicke = 1.000—0.375 mm.

## 2. Bombiertes Wellblech.

Unter bombiertem Wellblech versteht man ein gerades Wellblech, das nach einer Kurve, gewöhnlich nach einem Kreissegment gebogen wird. Da es wie ein Bogenträger wirkt, so hat es eine wesentlich größere Tragfähigkeit als das gerade.

Bezeichnen wir mit:

l die Stützweite } des Bogens  
f die Pfeilhöhe }

$$\text{bei Decken: } f = \frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}$$

$$\text{„ Dächern: } f = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{7}$$

F die Querschnittsfläche ( $mm^2$ ) des Wellblechs

W das Widerstandsmoment ( $mm^3$ ) pro 1 m Baubreite

g das Eigengewicht des Daches ( $kg/m^2$  Grundriß)

p die Schneelast

q = g + p

e die Entfernung der Spannstangen.

k die zulässige Inanspruchnahme ( $kg/cm^2$ )

T die Tragfähigkeit ( $kg/m^2$ )

und zwar  $k_1$  und  $T_1$  für gerades und  $k_2$  und  $T_2$  für bombiertes Wellblech.

$$k_1 = 1000 \quad kg/cm^2$$

$$k_2 = 500-600 \quad \text{„ bei Decken}$$

$$= 1200 \quad \text{„ „ Dächern}$$

$$= 500 \quad \text{„ „ (nach d. „Hütte“: für Zug u. Druck),}$$

so ist:

$$T_2 = \left( 1 + F f \frac{100 k_2 - 250 k_1}{W k_1} \right) T_1$$

Die größte Spannung  $\max \sigma$  im Wellblech tritt in  $\frac{1}{4}$  auf. Sie ist für einseitige Schneelast zu rechnen, da diese nahezu dieselbe Wirkung hat wie der Winddruck, und der größte Winddruck mit der größten Schneelast nicht zusammenfällt.

Die Inanspruchnahme auf Druck im gefährlichsten Querschnitt:

$$\max \sigma_d = \left( \frac{p}{8 W} + \frac{g + \frac{p}{2}}{F f} \right) l^2$$

Der Zug in der Spannstange, für totale Schneelast

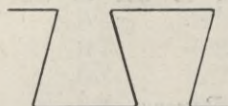
$$\max \sigma_z = \frac{q l^2 e}{8 f}$$

Siehe auch S. 320 des II. Teiles

## II. Stukkaturblech.

Verwendung: Ersatz für die Stukkaturung und deren Schalung, Wände usw.

Fig. 150.



Nr.	h	$\delta$	Zulässige gleichmäßig verteilte Belastung in $kg/m^2$ bei einer Inanspruchnahme von $900 kg/cm^2$ und einer Stützweite von $m$ :						
			mm						
			0·8	1·0	1·2	1·4	1·6	1·8	2·0
a	40	0·6	2310	1480	1030	760	580	460	370
b	45	0·6	3610	1670	1160	850	650	520	420
c	50	0·6	2910	1860	1290	950	730	570	470

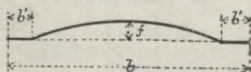
### C. Gewölbte Bleche.

#### I. Tonnenbleche.

Wölb- und Hängbleche.

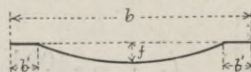
##### 1. Wölbblech.

Fig. 151.



##### 2. Hängblech.

Fig. 152.



Sie werden aus Schweiß- und aus Flußeisen hergestellt.

Länge: 0·500—3·000 *m*

Breite: 0·500—2·000 „

Tafelgröße: 4 *m*<sup>2</sup>

Blechdicke: 3—10 *mm*

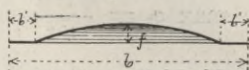
Pfeilhöhe  $f = (1/8 \dots 1/12) (b - b')$

#### II. Buckelplatten (Trogbleche).

Die Buckelplatten haben die Gestalt eines Klostergewölbes mit ebenen Rändern.

Man stellt sie aus Schweißbleisen, besser aber aus Flußeisen her.

Fig. 153.



Die Gewerkschaft „Union“ in Dortmund liefert Buckelplatten von folgenden Abmessungen:

Nr.	b	l	b'	f	Gewicht einer Platte in <i>kg</i> bei einer Blechdecke von <i>mm</i> :									
					<i>mm</i>				6	6·5	7	7·5	8	8·5
1	1490	1490	78	130	104	112·5	121·5	130	139	147·5	156·5	165·5	173·5	
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101	
3	1098	1098	40	75	56·5	61	66	70·5	76	81	85	90	94	
4	1098	1098	78	78	56·5	61	66	70·5	76	81	85	90	94	
5	1000	1000	60	72	47	51	54·5	58·5	62·5	66·5	70·5	74	78	
6	750	750	60	45	26·5	28·5	30·5	33	35	37	39·5	41·5	44	
7	500	500	60	27	11·5	12·5	13·5	14·5	15·5	16·5	17·5	18·5	19·5	
8	1630	1270	80	130	96·5	105	113	121·5	129·5	137·5	145·5	153·5	161·5	
9	1100	770	55	80	39·5	43	46	49·5	53	56·5	59·5	63	76	
10	1265	1665	80	100	75	81	87·5	94	100	106·5	112·5	118·5	124·5	

Bezeichnen:

l die Plattenlänge

b die Plattenbreite

b' die Randbreite

$l_1 = l - b'$  } die Lichtmaße der Wölbung

$b_1 = b - b'$  }

$f = \left( \frac{1}{10} \dots \frac{1}{15} \right) l_1$  die Pfeilhöhe

p die zulässige gleichmäßig verteilte Belastung in *kg* für eine Buckelplatte von  $l = 1 m$  und  $b = 1 m$

g das Eigengewicht in  $kg/m^2$  für die Blechdicke d

$\gamma$  das spezifische Gewicht (siehe S. 161)

so ist für:

d = 2·0 2·5 3·0 4·0 5·0 6·0 7·0 8·0 *mm*

g = 14·8 19·0 23·2 31·0 38·6 46·8 55·0 63·2  $kg/m^2$

p = 560 730 1160 2000 3400 4900 6300 7700 *kg*.

$$g = F d \gamma.$$

$$F = 1 b + 2 \frac{l_1^2 + b_1^2}{l_1 b_1} f^2$$

## II. Fassoneisen.

Die Fassoneisen werden gewalzt. Ihre Gestalt muß möglichst einfach sein, damit man sie leicht walzen kann, und damit Verbindungen einzelner Fassoneisen miteinander leicht durchgeführt werden können.

Die bereits in der Werkstätte zusammengesetzten (vernieteten) Teile der ganzen Eisenkonstruktion sollen, um den Transport nicht zu erschweren, nicht länger als 14 *m* und nicht schwerer als 500 *kg* sein.

Um eine Einheitlichkeit in die Formen der Fassoneisen zu bringen, wurden Normalien aufgestellt; so vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein die „Typen für Walzeisen“.

### 1. Stab- oder Stangeneisen.

Die Stärke = 6—180 *mm*,

Die gewöhnliche Fabrikationslänge = 5—7 *m*.





## Breit- und Universaleisen.

Breite: 120—700 *mm*

Dicke: 4—25 „

Die gewöhnliche Fabrikationslänge = 7 *m*.

## Bandeisen.

Breite: 10—105 *mm*Dicke: 1·00—4·00 *mm* kurrentes Bandeisen

1·50—4·00 „ Spezial- „

## Schließeneisen.

Schließeneisen	Breite <i>mm</i>	Stärke <i>mm</i>	Gewicht <i>kg/ld. m</i>
2 er	53	24	10·3
3 „	„	18	7·4
4 „	46	14	5·0
5 „	„	12	4·3
6 „	„	10	3·6
7 „	„	8	2·8

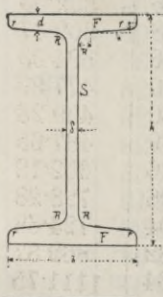
Länge: 2·5 *m*Nr. *n* heißt: in 1 Bündel zu 50 *kg* sind *n* Stück.

## 3. I-Eisen

Doppel-T-Eisen, J-Eisen.\*)

Sie spielen im Bauwesen eine hervorragende Rolle, namentlich als Träger (Traversen)

Fig. 154.



S Steg

F Flanschen: Oberflansch und Unterflansch

h Steghöhe

b Flanschenbreite

 $\delta$  Stegdicke: konstantd mittlere Flanschdicke, da die Flanschen einen Anzug von  $p$  ‰ haben.

\*) (Zu 3—15). Ausführliche Angaben enthalten:

Typen für Walzeisen. Herausgegeben vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine.

Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen zu Bau- und Schiffbauzwecken. Herausgegeben vom Vereine Deutscher Ingenieure, vom Verbands Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, vom Vereine Deutscher Eisenhüttenleute.

Die I-Eisen werden nur aus Flußeisen hergestellt.

Ausgenommen die Bauträger Nr. 18a, 22a, 24a und 28a und einzelne Abmessungen der Profile für Schiffbau und Waggonbau und der Kleiseisen-Profile gilt:

		$h \leq 160 \text{ mm}$	$h > 160 \text{ mm}$
Flanscbreite b		$0.4 h + 20 \text{ mm}$	$0.3 h + 36 \text{ mm}$
Stegdickte $\delta$		$0.03 h + 1.6 \text{ „}$	$0.04 h$
Flanschdicke d		$1.5 \delta$	
	R	$1.2 \delta$	
	r	$0.6 \delta$	
Anzug	p	$0.02 h \text{ mm} + 7\%$	

Diese Abmessungen werden stets auf den nächsten ganzen mm abgerundet.

a) Bauträger\*).

Profil-Nr.	h	b	d	$\delta$	g	f	$w_x$	L
	mm				kg/lfd. m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	m
8	80	52	6	4	6.99	8.96	24.02	10
10	100	60	7	4.5	9.57	12.27	41.16	
12	120	68	8	5	12.54	16.08	64.77	
13	130	72	8.5	5.5	14.39	18.46	79.78	
14	140	76	8.5	6	15.83	20.30	93.19	
15	150	80	9	6	17.41	22.32	110.89	
16	160	84	9.5	6.5	19.60	25.13	132.10	
18	180	90	11	7	24.07	30.86	182.87	
18 a	180	135	11	7	31.79	40.76	261.53	
20	200	96	12	8	28.95	37.12	240.20	
21	210	99	12.5	8.5	31.57	40.48	272.88	12
22	220	102	13	9	34.30	43.98	308.38	
22 a	220	135	13	9	41.00	52.56	392.05	
23	230	105	14	9	37.11	47.58	352.37	
24	240	108	14.5	9.5	40.06	51.36	394.23	
24 a	240	135	14.5	9.5	46.17	59.20	477.29	
25	250	111	15	10	43.13	55.30	439.28	
26	260	114	15.5	10.5	46.32	59.39	487.65	
28	280	120	17	11	52.93	67.86	602.12	
28 a	280	150	17	11	60.89	78.06	728.28	
30	300	126	18	12	60.09	77.04	724.68	
32	320	132	19	13	67.72	86.82	862.87	
35	350	141	21	14	79.83	102.34	1111.75	
40	400	156	24	16	100.34	131.20	1615.84	
45	450	171	27	18	127.62	163.62	2252.30	
50	500	190	30	20	157.56	202.00	3089.56	

\*) Siehe die Fußnoten auf S. 187 u. 189.

b) *Kleiseisen* \*).

Profil-Nr.	h	b	d	$\delta$	g	f	$w_x$
	mm				kg/lfd. m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>
4	40	36	5	4	3.74	4.80	6.00
6	60	40	5.5	4	5.30	6.80	13.33

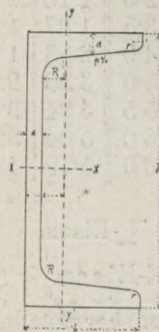
Die Kotierung erfolgt durch Angabe der Profil-Nr.: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

4.  $\Gamma$ -Eisen.

C-Eisen, U-Eisen.

Sie werden nur aus Flußeisen hergestellt.

Fig. 155.



	Bauträger	Kleiseisen
b	$0.25 h + 25 \text{ mm}$	$0.6 h + 4 \text{ mm}$
$\delta$	$0.025 h + 4 \text{ „}$	$0.025 h + 3 \text{ „}$
d	$1.5 \delta$	$0.06 h + 3 \text{ „}$
R	d	
r	$0.6 \delta$	
$p\%$	$0.01 h + 7$	$7\%$

Die Kotierung erfolgt durch Angabe der Profil-Nr.: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

\*) In den zu 3—15 gehörigen Tabellen bedeuten:

$w_{og}$  das Gewicht des Fassoneisens (*kg/lfd. m*)

$f$  dessen Querschnittsfläche (*cm<sup>2</sup>*)

$w_x$  dessen Widerstandsmoment (*cm<sup>3</sup>*) bezüglich der Achse  $\alpha\alpha'$

die  $xx'$  Achse gilt  $\perp$  Steg

die  $yy'$  Achse gilt  $\parallel$  Steg

L ist die gewöhnliche Fabrikationslänge (*m*).

	Profil-Nr.	h	b	$\delta$	d	f	$\xi_0$	e	L	$w_x$	$w_y$
Bauträger*)	6	60	40	5.5	8.0	8.82	6.88	15.3	—	15.84	5.59
	8	80	45	6.0	9.0	11.82	9.22	16.4	—	28.64	8.20
	10	100	50	6.5	9.5	14.77	11.52	17.3	—	44.60	10.98
	12	120	55	7.0	10.5	18.48	14.41	18.5	10	67.31	14.89
	13	130	60	7.0	10.5	20.23	15.78	20.0	—	81.00	17.88
	14	140	60	7.5	11.0	22.05	17.20	19.5	—	93.31	18.89
	16	160	65	8.0	12.0	26.48	20.65	20.8	—	127.98	24.33
	18	180	70	8.5	12.5	30.68	23.93	21.8	—	165.95	29.71
	20	200	75	9.0	13.5	35.82	27.94	23.2	14	215.23	37.00
	22	220	80	9.5	14.0	40.64	31.70	24.2	—	267.31	44.02
	24	240	85	10.0	15.0	46.50	36.27	25.6	—	333.66	53.39
	26	260	90	10.5	15.5	51.95	40.52	26.6	—	402.00	62.24
28	280	95	11.0	16.5	58.52	45.65	28.0	15	487.87	73.92	
30	300	100	11.5	17.0	64.59	50.38	29.0	—	574.63	84.84	
Kleineisen*)	2	20	16	2.5	2.5	1.18	0.92	5.8	—	0.687	0.285
	2½	25	19	3.0	3.5	1.87	1.46	7.2	—	1.357	0.550
	3	30	22	3.5	4.0	2.53	1.97	8.2	—	2.206	0.851
	3½	35	25	4.0	5.0	3.50	2.73	9.5	—	3.541	1.357
	4	40	28	4.0	5.5	4.24	3.31	10.7	—	5.028	1.876
	4½	45	31	4.0	6.0	5.04	3.93	12.0	—	6.869	2.506
	5	50	34	4.5	6.0	5.79	4.52	12.6	—	8.771	3.084

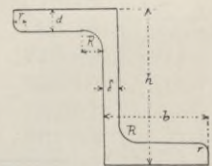
5.  $\perp$ -Eisen.

## Z-Eisen.

Sie werden nur aus Flußeisen hergestellt.

Die Flanschen haben keinen Anzug. Sonst gelten die Formeln der C-Eisen.

Fig. 156.



## Bauträger\*).

Pr.-Nr.	h	b	$\delta$	d	f	$\frac{g}{m}$	$w_1$	$w_2$
6	60	40	5.5	8.0	8.82	6.88	15.84	5.28
8	80	45	6.0	9.0	11.82	9.22	28.64	9.88
10	100	50	6.5	9.5	14.77	11.52	44.80	16.10
12	120	55	7.0	10.5	18.48	14.42	67.31	24.66
14	140	60	7.5	11.0	22.05	17.20	93.31	35.17
16	160	65	8.0	12.0	26.48	20.65	127.98	48.76
18	180	70	8.5	12.5	30.68	23.92	165.95	64.53
20	200	75	9.0	13.5	34.82	27.94	215.23	84.23

$w_1$  Widerstandsmoment für vertikale Belastung bei Verhinderung seitlicher Ausbiegung.

$w_2$  desgleichen bei freier Ausbiegung zur Seite.

\*) Siehe die Fußnoten auf Seite 187 u. 189.

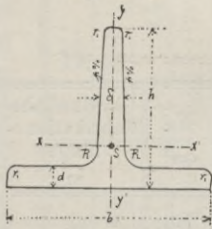
Die Kotierung erfolgt durch Angabe der Profil-Nr.: der in *cm* ausgedrückten Trägerhöhe.

Die gewöhnliche Fabrikationslänge = 10 m.

### 6. T-Eisen.

#### T-Eisen.

Fig. 157.



Sie werden nur aus Flußeisen hergestellt.  
Der Steg hat einen Anzug; die Flanschen sind gleichmäßig dick.

Bei den Kleiseisenprofilen hat der Steg keinen Anzug und die Ecken sind nicht abgerundet.

Für die normalen Profile gilt

$$h = 0.77 b$$

$$d = \delta = 0.1 b + 1 \text{ mm}$$

$$R = 0.8 d$$

$$r_2 = 0.4 d$$

$$r_1 = 0.2 d$$

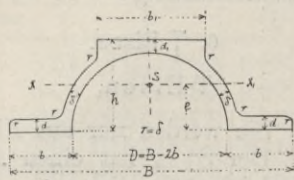
$$p = 4\%$$

	Nr.	b	h	$\delta$	d	e	f	$\epsilon_0$	L	w <sub>x</sub>	w <sub>y</sub>	
										mm		cm <sup>2</sup>
normale Profile für Baukonstruktionen *)	3	30	23	4	4	16.54	1.96	1.53	5	0.52	0.61	
	4	40	31	5	5	22.39	3.00	2.57		1.19	1.35	
	5	50	39	6	6	28.25	4.98	3.88		2.27	2.52	
	6	60	46	7	7	33.44	6.93	5.41		3.71	4.24	
	7	70	54	8	8	39.29	9.28	7.24		5.85	6.59	
	8	80	62	9	9	45.15	11.97	9.34		8.69	9.68	
	9	90	69	10	10	50.34	14.90	11.62		11.98	13.61	
	10	100	77	11	11	56.19	18.26	14.24		16.43	18.48	
	12	120	92	13	13	67.24	25.87	20.18		27.76	31.44	
	15	150	116	16	16	84.80	40.00	31.20	54.41	60.46		
	Hochstegprofile für Baukonstruktionen *)	20/2	96	97	8	12	73.00	18.32	14.29		19.58	18.51
		22/2	102	107	9	13	79.66	21.72	16.94		26.61	22.65
		24/2	108	117	9.5	14.5	87.32	25.40	19.81		33.61	28.32
		26/2	114	127	10.5	15.5	93.94	29.38	22.91		43.51	33.76
		28/2	120	137	11	11	101.59	33.60	26.21		53.09	41.02
Kleiseisen *)	1.6	16	16	3	3	10.91	0.87	0.68		0.182	0.132	
	2	20	20	3	3	13.91	1.11	0.87		0.290	0.204	
	2a	20	25	3	3	16.95	1.26	0.98		0.449	0.205	
	2b	20	25	4	4	16.60	1.64	1.28		0.578	0.278	
	2 1/2	25	30	4	4	20.35	2.04	1.59		0.858	0.428	
	2 1/2 a	25	35	5	5	22.96	2.75	2.15		1.411	0.546	
	3	30	40	5	5	26.73	3.25	2.54		1.890	0.774	
	3a	30	40	6	6	26.38	3.84	3.00		2.216	0.940	
	3 1/2	35	40	6	6	27.14	4.14	3.23		2.276	1.260	
	4	40	45	6	6	30.59	4.74	3.70		2.930	1.635	
	4a	40	50	6	6	33.90	5.04	3.93		3.595	1.640	
	4b	40	55	6	6	36.86	5.34	4.17		4.327	1.644	

\*) Siehe die Fußnoten auf S. 187 u. 189.

## 7. Belageisen (Zorèseisen).

Fig. 158.\*)

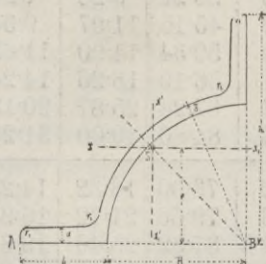


Nr. †)	B	h	b	b <sub>1</sub>	d	d <sub>1</sub>	δ	e	f	W <sub>x</sub>	Gewöhnliche Fabrikations- länge m	
	mm								cm <sup>2</sup>	kg/lfd. m		cm <sup>3</sup>
11	110	35	25	42	5	5	4	1.76	7.52	5.87	6.97	—
16	160	55	30	45	6	5	4	2.66	10.84	8.46	16.01	7
18	180	63	34	50	7	7	4	3.08	13.90	10.84	24.42	—
21	210	75	37.5	60	8.5	7.5	5	3.70	19.32	15.07	39.98	8
24	240	87	42	69	10	9	5.5	4.32	25.39	19.81	61.81	8
26	260	95	45	75	11	10	6	4.74	30.20	23.56	80.44	10

\*\*\*)

## 8. Viertelkreiseisen (Quadranteisen oder Säuleneisen).

Fig. 159.\*)



$$b = 0.2 \left( R + \frac{\delta}{2} \right) + 25 \text{ mm.}$$

Nr. †)	R	b	d	δ	h	e	f	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	Gewöhnliche Fabrikations- länge m	
	mm						cm <sup>2</sup>	kg/lfd. m	cm <sup>3</sup> ***)			
10	48	39	6	4	87	3.437	7.34	5.73	21.45	65.82	88.76	10
15	72	46	8	6	118	4.931	13.47	10.51	53.56	173.36	235.07	12
20	96	53	10	8	149	6.455	21.57	16.82	108.90	364.70	494.28	12
25	120	60	12	10	180	7.995	31.64	24.68	194.11	665.18	901.13	14
30	144	67	14	12	211	9.544	43.67	34.07	315.11	100.12	1489.99	14

\*\*\*)

\*) S = Schwerpunkt.

\*\*) Über W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> u. W<sub>3</sub> siehe die Tabelle auf S. 193.

\*\*\*) Siehe die Fußnote auf S. 189.

†) Siehe die Fußnote auf S. 187.


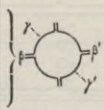
## Tragfähigkeit schmiedeiserner Säulen aus 4 Quadranteisen bei 5facher Sicherheit in Tonnen.

Nr. des Quadranteisens . . . . .	10		15		20		25		30	
	Mittlerer Durchmesser 2 R + $\delta$		150		200		250		300	
Minimal- und Maximal-Wandstärke $\delta$ ld	4	8	6	10	8	12	10	14	12	18
Querschnittsfläche nach Abzug der Nietlöcher $cm^2$	26·7	43·8	50·7	75·0	82·1	113·2	122·1	160·4	170·5	238·4
Trägheitsmoment	417	688	1646	2436	4473	6205	10239	13594	20376	28735
Flanschenbreite b	39		46		53		60		67	
3·0	18·69	30·66								
3·2	16·30	26·87								
3·6	12·87	21·23	35·49	52·50						
4·0	10·42	17·20								
4·2	9·46	15·60								
4·4	8·62	14·21	34·01	50·33	57·47	79·24				
4·6	7·88	13·10	31·11	46·10						
4·8	7·24	11·94	28·58	42·29						
5·0	6·67	11·01	26·34	38·98						
5·2	6·17	10·18	24·35	36·03						
5·4	5·72	9·44	22·58	33·42						
5·6	5·32	8·78	20·99	31·07	57·05					
5·8	4·96	8·18	19·57	28·97	53·19	73·78				
6·0	4·63	7·64	18·29	27·07	49·70	68·94				
7·0	—	—	13·43	19·89	36·51	50·65	83·58	110·97		
8·0	—	—	10·29	15·22	27·96	38·78	63·99	84·96		
9·0	—	—	8·13	12·03	22·09	30·64	50·56	67·13	100·6	141·9
10·0	—	—	6·58	9·74	17·89	24·82	40·96	54·38	81·50	114·9

Säulenhöhe in m



Bedeutung von  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$   
(zur Tabelle unter Fig. 159, S. 192).

Anzahl der zusammen- genieteten Quadranteisen		Widerstands- moment	Bezogen auf die Achse
2		$W_1$	$\alpha\alpha'$
4		$W_2$	$\beta\beta'$
4		$W_3$	$\gamma\gamma'$

### 9. Winkeleisen.

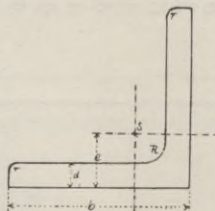
Sie werden aus Schweiß- und aus Flußeisen hergestellt. Die größte Länge = 14 m.

Es gibt

a) rechtwinklige;

b) schiefwinklige: für diese aber bestehen keine Normalien da sie nur ausnahmsweise vorkommen, und weil erforderlichenfalls rechtwinklige in rotglühendem Zustande auseinander- beziehungsweise zusammen- gepreßt werden.

Fig. 160.



S = Schwerpunkt.

Die Kotierung der Winkeleisen erfolgt durch:

$$\frac{b \cdot b'}{d} \text{ oder } b \cdot b' \cdot d$$

wobei bedeuten:

b die Breite des einen Schenkels (mm)

b' " " " zweiten " "



d " Dicke der Schenkel "

## a) Gleichschenklige Winkeleisen. \*)

$$R = d \quad r = \frac{d}{2}$$

b	d	f	g	e	J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>4</sub>
mm		cm <sup>4</sup>						
20	3	1.11	0.87	6.1	0.64	0.17	0.82	3.26
	4	1.44	1.12	6.5	0.79	0.22	1.01	4.40
25	3	1.41	1.10	7.4	1.30	0.34	1.64	6.32
	4	1.84	1.44	7.7	1.63	0.44	2.06	8.52
	5	2.25	1.76	8.1	1.92	0.53	2.46	10.76
30	3	1.71	1.33	8.6	2.32	0.59	2.92	10.90
	4	2.24	1.75	9.0	2.94	0.77	3.71	14.62
	5	2.75	2.15	9.3	3.49	0.94	4.43	18.42
35	4	2.64	2.06	10.2	4.81	1.24	6.05	23.14
	5	3.25	2.54	10.6	5.76	1.51	7.27	28.08
	6	3.84	3.00	10.9	6.61	1.78	8.39	35.14
40	4	3.04	2.37	10.5	7.34	1.88	9.22	34.44
	5	3.75	2.93	11.8	8.83	2.29	11.12	43.26
	6	4.44	3.46	11.2	10.20	2.70	12.89	52.18
45	5	4.25	3.32	13.1	12.84	3.31	16.15	61.42
	6	5.04	3.93	13.4	14.89	3.89	18.79	74.02
	7	5.81	4.53	13.8	16.80	4.47	21.26	86.78
50	5	4.75	3.71	14.3	17.91	4.59	22.50	84.08
	6	5.64	4.40	14.7	20.85	5.40	26.25	101.26
	7	6.51	5.08	15.1	23.59	6.20	29.79	118.64
55	6	6.24	4.87	16.0	28.22	7.26	35.48	134.52
	7	7.21	5.62	16.3	32.02	8.34	40.36	157.48
	8	8.16	6.36	16.7	35.59	9.39	44.98	180.68
60	6	6.84	5.34	17.2	37.14	9.52	46.66	174.36
	7	7.91	6.17	17.6	42.25	10.91	53.16	204.02
	8	8.96	6.99	17.9	47.07	12.30	59.37	233.96
	9	9.99	7.79	18.3	51.62	13.66	65.28	264.16
65	6	7.44	5.80	18.5	47.78	12.20	59.97	222.40
	7	8.61	6.72	18.8	54.45	14.05	68.50	258.96
	8	9.76	7.61	19.2	60.79	15.79	76.57	296.82
	9	10.89	8.49	19.5	66.80	17.53	84.33	335.00
	10	12.00	9.36	19.9	72.50	19.25	91.75	373.50

\*), \*\*), \*\*\*) Siehe die Fußnoten auf den S. 189, 187 u. 196.

b	d	*)		e	**)			
		f	g		J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>		
mm		cm <sup>2</sup>	kg/m	mm	cm <sup>4</sup>			
70	7	9·31	7·26	20·1	68·81	17·62	86·43	323·04
	8	10·56	8·24	20·4	76·95	19·86	96·81	370·10
	9	11·79	9·20	20·8	84·70	22·07	106·77	417·52
	10	13·00	10·14	21·2	92·08	24·24	116·32	465·34
75	8	11·36	8·86	21·7	95·75	24·62	120·36	454·58
	9	12·69	9·90	22·1	105·55	27·35	132·90	512·66
	10	14·00	10·92	22·4	114·92	30·05	144·97	571·16
	11	15·29	11·93	22·8	123·86	32·70	156·56	630·10
	12	16·56	12·92	23·1	132·40	35·32	167·72	689·52
80	8	12·16	9·48	22·9	117·38	30·05	147·43	551·04
	9	13·59	10·60	23·3	129·57	33·42	162·99	621·30
	10	15·00	11·70	23·4	141·25	36·72	177·97	692·00
	11	16·39	12·78	24·0	152·44	39·97	192·41	763·18
	12	17·76	13·85	24·4	163·16	43·15	206·31	834·86
90	9	15·39	12·00	25·8	188·03	48·19	236·22	882·68
	10	17·00	13·26	26·2	205·42	52·95	258·37	982·66
	11	18·59	14·50	26·5	222·17	57·66	279·80	1083·22
	12	20·16	15·72	26·9	238·29	62·29	300·58	1184·38
	13	21·71	16·93	27·2	253·81	66·89	320·70	1286·16
100	10	19·00	14·82	28·7	286·58	73·42	360·00	1345·34
	11	20·79	16·22	29·0	310·48	79·98	390·46	1482·46
	12	22·56	17·60	29·4	333·59	86·44	420·02	1620·28
	13	24·31	18·96	29·8	355·92	92·63	448·74	1758·82
	14	26·04	20·31	30·1	377·49	99·16	476·65	1898·14
120	11	25·19	19·65	34·1	551·58	140·77	692·45	2553·74
	12	27·36	21·34	34·4	594·26	152·26	746·42	2789·68
	13	29·51	23·02	34·8	635·67	163·58	799·25	3026·54
	14	31·64	24·68	35·1	675·94	174·77	850·71	3264·38
	15	33·75	26·33	35·5	715·08	185·88	900·96	3503·26
140	13	34·71	27·07	39·8	1033·46	263·85	1297·31	4793·46
	14	37·24	29·05	40·2	1100·94	282·07	1382·89	5168·24
	15	39·75	31·01	40·5	1166·83	300·07	1466·90	5544·26
	16	42·24	32·95	40·9	1231·16	317·82	1548·97	5921·60
160	15	45·75	35·69	45·5	1777·58	454·04	2231·61	8257·22
	16	48·64	37·94	45·9	1878·15	481·20	2359·36	8816·74
	17	51·51	40·18	46·3	2976·65	508·11	2484·77	9377·98
	18	54·36	42·40	46·6	2073·11	534·77	2607·88	9940·86

\*) Siehe die Fußnote auf S. 187.

\*\*) Das Trägheitsmoment  $J_x$  ( $J_y$ ) gilt für die  $xx'$ - ( $yy'$ -) Axe. Beide Axen gehen durch S. Jene halbiert den Winkel der Schenkel; diese steht normal dazu.

Schenkelbreite <i>mm</i>	Gewöhnliche Fabrikationslänge
20—35	5 <i>m</i>
40—160	7 "

b) *Ungleichschenklige Winkeleisen.*

- a) normale } Profile für Baukonstruktionen.  
 b) abnormale }  
 c) Profile für den Waggonbau.  
 d) Kleineisenprofile

Größe	Gewöhnliche Fabrikationslänge
$\frac{15.30}{4} \dots \frac{40.60}{7}$	5 <i>m</i>
$\frac{45.60}{5} \dots \frac{100.150}{4}$	7 "

10. T-Eisen mit Birnkopf\*)

11. Winkeleisen mit Birnkopf\*)

12. Abgekantete scharfkantige Winkeleisen (Kleineisenprofile)\*)

13. Halbe T-Eisen (Kleineisenprofile)\*)

$$h = 16-40 \text{ mm}$$

$$b = 10-23 \text{ "}$$

$$d = 3-6 \text{ "}$$

14. Z-Eisen (Kleineisenprofile)\*)

$$h = 16-40 \text{ mm}$$

$$b = 12-20 \text{ "}$$

$$d = \delta = 3-5 \text{ mm}$$

15. Profilierte und glatte Fenstereisen aus Fluß- und Schweißeisen. \*)

Die gewöhnliche Fabrikationslänge = 6 *m*.

## § 11. Eisenverbände.

### I. Schweißen.

Durch Schweißen können verbunden werden Schmiedeeisen oder Stahl bei Verlängerungen, wenn eine Querschnittsvergrößerung an der Verbindungsstelle ausgeschlossen ist. Schmiedeeisen ist auf Weißglut zu bringen, Stahl auf Hellrotglut. Die zu verschweißenden Flächen sind zu bestreuen: bei Schweißeisen mit reinem Quarzsand, bei Stahl mit 8 Borax + 1 Salmiak + 1 Blutlaugensalz oder 5 Borax + 1 Soda + 2 Blutlaugensalz + 4 Kochsalz.

\*) Vollständige Angaben enthalten die „Typen für Walzeisen“. Siehe die Fußnote auf S. 187.

## II. Löten.

Die zu verlötenden Flächen sind vorher zu reinigen durch Abschaben, Abfeilen und Bürsten mit Drahtbürsten oder Abwaschen mit verdünnten Säuren, Ammoniak u. dgl. und dann zu bestreichen:

a) beim Weichlöten mit Kolophonium oder Lötwater d. i. einer gesättigten Lösung von Zink in Salzsäure;

b) beim Hartlöten mit Boraxpulver.

Das Weichlöten erfolgt bei dünnen Gegenständen (Spenglerarbeiten), das Hartlöten bei Schmied- und Schlosserarbeiten.

Das dünnflüssige Weichlot (Schnellot) ist eine Legierung von 60 Zinn + 40 Blei; das strengflüssige Hart- oder Schlaglot ist eine Legierung von Messing + Zink oder Messing + Zink + Zinn.

## III. Niete.

Konstruktionsteile aus Schmiedeeisen werden in der Regel vernietet, nur ausnahmsweise verschraubt.

Die Niete sind aus bestem weichen Eisen herzustellen.

Der Schaft ist zylindrisch.

$l_0$  anfängliche Länge des Schaftes

$l_1$  schließliche " " "

$d$  Bolzendurchmesser

$$l_0 = 1.1 l_1 + 1.33 d$$

Bei Handnietung ist  $l_1 \leq 4 d$

" Maschinietung kann  $l_1$  auch  $> 4 d$  sein.

Der Setzkopf ist angeschmiedet; der Übergang an den Schaft soll konisch sein. (Fig. 161—163.)

### Nietköpfe.

Fig. 161.

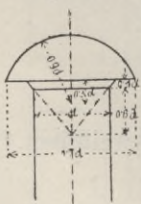


Fig. 162.

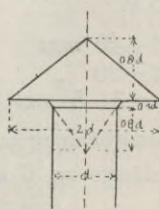
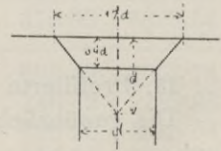


Fig. 163.

Versenkter Nietkopf.



Bei versenkten Nieten sind die Nietlöcher trichterförmig zu erweitern (Fig. 163).

Die Nietlöcher soll man bohren, nicht stanzen.

Die zu vernietenden Konstruktionsteile werden genau passend aufeinander gelegt und vorläufig durch Schrauben verbunden. Dann reinigt man die Löcher mittels eines Pinsels vom Staube. Hierauf schiebt man den weißglühenden Niet durch das Loch, stemmt vor den Setzkopf den Vorseher und staucht mittels des Schellhammers den Schließkopf an.

Durch das Zusammenziehen infolge der Erkaltung preßt der Niet die zu verbindenden Eisenteile fest aneinander.

Wenn die Nietung sehr dicht sein soll, so werden die Blechkanten und die Ränder der Nietköpfe mittels eines stumpfen Meißels niedergestemmt.

Die Nietung erfolgt, wenn der Nietdurchmesser

$$\begin{aligned} d &\geq 10 \text{ mm} \dots \dots \text{warm} \\ d &< 10 \text{ „} \dots \dots \text{kalt} \end{aligned}$$

Die zulässige Inanspruchnahme

des Bleches usw. auf Zug  $k_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$

„ „ „ Abscherung  $k_s = \frac{4}{5} k_z = 800$  „

„ „ „ Laibungsdruck  $k_l = 1.5 k_s = 1200$  „

„ Nietes „ Abscherung  $k'_s = k_z = 1000$  „

Die Reibung zwischen den Blechen

$$r = 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Nietquerschnitt.}$$

Sie ist aber nur dann in Rechnung zu ziehen, wenn auch bei unvollständiger Ausfüllung der Löcher die Niete nicht nachgeben dürfen (Hängstangen u. dgl.).

In folgenden Formeln bezeichnen:

P die durch die Nietung zu übertragende Kraft (kg)

n „ Anzahl der Niete

δ „ Blechdicke (Dicke des zu vernietenden Konstruktionsteiles) (cm)  
 $\delta = 0.5 \dots \dots 1.3 \text{ cm}$

D „ Gesamtdicke aller durch einen Niet zu verbindend. Bleche u. dgl. (cm)  
 $D \leq 2.5 d$

b „ freie Flanschbreite bei anzunietenden Profileisen (cm)

d den Durchmesser des Nietbolzens (cm)

Fig. 164.  $d = 1.0 \dots \dots 2.6 \text{ cm}$   
 $= 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6 \text{ cm}$  gewöhnlich  
 $= 2 \delta$  in der Regel



$$\text{muß} \leq \frac{b}{3}$$

$$f = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ den Querschnitt des Nietbolzens (cm}^2\text{).}$$

Abstände der Nietmittelpunkte

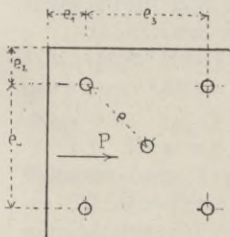
vom Blechrande

in der Richtung der Kraft  $e_1 \geq 2 d$   
quer zur „ „ „  $e_2 \geq 1.5 d$

vom nächsten Nietmittelpunkte

in der Richtung der Kraft }  $e_3 \geq 2.5 d$   
quer zur „ „ „ }  
bei einreihiger „Vernietung“  $e_4 = 2.5 d$   
„mehreihiger „ „  $e_4' = 3 d$   
schieß gemessen  $e = 3 d$

Fig. 165.



1. Einschnittige Vernietung.

$$n = \frac{P}{f k'_s} = \frac{4 P}{\pi d^2 k'_s} = 0.001273 \frac{P}{d^2}$$

$$e_1 = \left( 1 + \frac{\pi k'_s d}{4 k_s \delta} \right) \frac{d}{2} = \left( 0.5 + 0.49087 \frac{d}{\delta} \right) d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi}{4} \frac{k'_s d}{k_z \delta}\right) d = \left(1 + 0.785398 \frac{n d}{\delta}\right) d$$

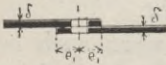
Falls  $d = 2 \delta$  ist, sind:

$$e_1 = \left(1 + \frac{5}{8} \pi\right) \frac{d}{2} = 1.5 d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi}{2}\right) d = (1 + 1.5708 n) d$$

a) einreihige Vernietung.

Fig. 166.



Die Vernietung ist auf Laibungsdruck zu rechnen, falls

$$\delta \leq \frac{\pi}{4} \frac{k'_s}{k_z} d = \frac{5}{6} \pi d \sim 2.5 d$$

Dann sind:

$$n = \frac{P}{d \delta k_1} = \frac{P}{1200 d \delta}$$

$$e_1 = \left(1 + \frac{k_1}{k_s}\right) \frac{d}{2} = 1.1 d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{k_z}{k_1}\right) d = (1 + 1.2 n) d$$

Für  $n = 1$  ist:  $e_4 = 2.2 d$

„  $n = 2$  „ :  $e_4 = 3.4 d$

b) zweireihige Vernietung.

Fig. 167.

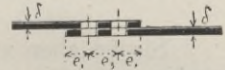


Fig. 168.

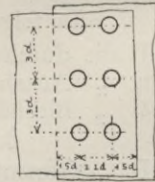
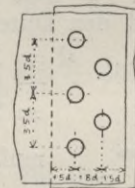


Fig. 169.



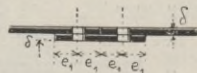
### Einseitige Laschennietung

Falls Druck zu übertragen ist, soll

$$d = 1.5 \delta.$$

Einfache Verlaschung.

Fig. 170.



### 2. Zweischnittige Vernietung.

$$n = \frac{P}{2 f k'_s} = \frac{2P}{\pi d^2 k'_s} = 0.0006366 \frac{P}{d^2}$$

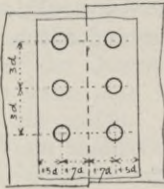
$$e_1 = \left(1 + \frac{\pi}{2} \frac{k'_s d}{k_s \delta}\right) \frac{d}{2} = \left(0.5 + 0.98175 \frac{d}{\delta}\right) d$$

$$e_4 = \left(1 + n \frac{\pi}{2} \frac{k'_s}{k_z} \frac{d}{\delta}\right) d = \left(1 + 1.5708 \frac{n d}{\delta}\right) d$$

a) einreihige.  
Fig. 171.



Fig. 172.



Doppelte Verlaschung.

b) zweireihige.  
Fig. 173.

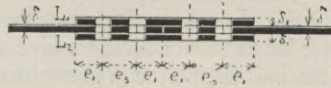
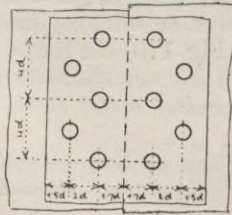


Fig. 174.



Falls  $d = 2\delta$  ist, sind:

$$e_1 = \left(1 + \frac{5}{4} \pi\right) \frac{d}{2} = 2.5 d$$

$$e_4 = \left(1 + \frac{n}{2} \pi\right) d = (1 + 1.5708 n) d$$

Die Vernietung ist auf Laibungsdruck zu rechnen, falls

$$\delta \leq \frac{\pi}{2} \frac{k'_s}{k_1} d = \frac{5}{12} \pi d = 1.25 d$$

Dann sind:

$$n = \frac{P}{d \delta k_1} = \frac{P}{1200 d \delta}$$

$e_1$  und  $e_4$  wie bei (1).

Die Vernietungen haben den Zweck:

A. die einzelnen Bestandteile einer Eisenkonstruktion mit einander zu verbinden. Man kann beliebig viele Stücke (Stäbe) an einander schließen. Sie können wie immer gegen einander gerichtet sein. Jedes Profil läßt sich derart verbinden.

B. einen Konstruktionsteil, den man nicht aus einem einzigen Profileisen herstellen kann, aus mehreren zusammensetzen.

A.

I. Die zu vereinigenden Konstruktionsteile, d. h. ihre Schwerachsen, liegen in derselben Ebene.

1. Untergeordnete, kleine, schwache Kräfte übertragende Stücke legt man aufeinander und vernietet sie. (Fig. 166, 167) So verfährt man auch bei über beziehungsweise neben einander liegenden Stäben u. dgl. Kann man in den



an einander liegenden Teilen die erforderliche Zahl von Nieten nicht anbringen, so ist ein Blech dazwischen zu schieben und jeder der Stäbe mit den notwendigen Nieten an diesem zu befestigen. (Fig. 170).

2. Liegen die Stäbe genau in einer Ebene, so schiebt man sie aneinander, legt dann auf der einen (Fig. 170), wegen der zentrischen Kraftübertragung, besser aber auf beiden Seiten (Fig. 171, 172) Laschen auf die zu verbindenden Stücke, und nietet sie an diese an.

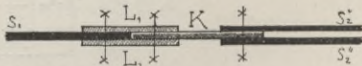
Diese Laschen sind gewöhnlich Bleche von mindestens 5 mm Dicke. Oft aber ist es zweckmäßiger hiezu Profileisen: zu verwenden  $\perp$ -,  $\Gamma$ -Eisen usw.

Ist bei doppelter Verlaschung (Fig. 171, 172) die Laschenstärke  $= \frac{1}{2}$  Stabstärke, so müssen auf jeder Seite des Stoßes in der ersten und letzten Reihe gleich viel Nieten sein. Ist sie aber größer, so kann man in die am Stoß gelegene Nietenreihe mehr Nieten setzen als in die erste.

3. Man schaltet zwischen die zu verbindenden Konstruktionsteile ( $S_1^1$ ,  $S_2'$  u.  $S_2''$  Fig. 175) ein Knotenblech ein (K) und verbindet jene mit diesem.

Knotenblech (K).

Fig. 175.



a) wenn sie aus einem einzigen Stück bestehen, mittels Laschen ( $L_1$  u.  $L_2$ ).

b) wenn sie aus einer geraden Zahl von Teilen zusammengesetzt sind — indem man die eine Hälfte ( $S_2'$ ) auf die eine Seite und die andere ( $S_2''$ ) auf die zweite Seite des Knotenbleches legt und annietet.

II. Die zu verbindenden Konstruktionsteile liegen in verschiedenen Ebenen.

Man verbinde immer je zwei, die in einer Ebene liegen, nach einem der unter I. genannten Verfahren miteinander. Für schiefwinklige Verbindungen sind schiefwinklig gebogene Laschen zu benutzen. Bei untergeordneten, nur schwache Kräfte übertragenden Stücken genügt es, deren Enden umzubiegen, und die Umbüge anzunieten.

### B.

1. Ist ein Konstruktionsteil so lang, daß die erhältliche Länge der Eisen nicht ausreicht, so stoßt man zwei oder mehrere aneinander und verbindet sie mit Laschen. Diese sind gewöhnlich Bleche, zuweilen auch  $\perp$ -Eisen und manchmal  $\Gamma$ -Eisen, seltener andere Profile.

2. Ein derartiger Stoß in der Richtung der Höhe beziehungsweise Breite ist bei langen Stücken als sehr unzweckmäßig zu vermeiden.

3. Den erforderlichen Querschnitt kann man nicht immer aus einem einzigen Profil herstellen. Meistens muß man ihn aus mehreren Blechen, Flacheisen, Winkelleisen usw. zusammensetzen. Diese Bestandteile sind dann miteinander zu vernieten. (Siehe genietete Blechträger, S. 18 des II. Teiles.)

Ist nun ein Bestandteil einer Eisenkonstruktion an einen anderen oder an eine Lasche oder an ein Knotenblech beziehungsweise eine Lasche an ein solches anzuschließen, so müssen folgende Grundsätze befolgt werden:

I. Der Anschluß muß zentrisch erfolgen. Die Schwerachsen der zu verbindenden Stücke müssen sich in einem Punkte schneiden.

Die Niete müssen in der Schwerachse oder symmetrisch zu ihr liegen.

II. Sind nur Zug- oder Druckspannungen zu übertragen, so müssen die nutzbaren Querschnitte (d. s. die vollen abzüglich der Nietlöcher) der zu verbindenden Teile gleich sein.

Erfolgt aber eine Beanspruchung auf Biegung beziehungsweise Knickung, so sind die Widerstandsmomente der nutzbaren Querschnitte gleich zu machen.

III. Zahl, Durchmesser und Verteilung der Niete sind auf Grund einer Berechnung so festzustellen, daß die Nietung die Kräfte, welche in dem anzuschließenden Konstruktionsteile wirken, sicher aufnehmen und auf das andere Stück übertragen können.

Ist der Querschnitt an der Nietstelle voll in Anspruch genommen, so setzt man in die erste Nietreihe nur einen Niet, in jede folgende, falls die Breite dies zuläßt, um je einen mehr.

Ist aber der Querschnitt an der Nietstelle größer, als dies die Belastung erfordert, so kann man in die erste Nietreihe so viele Niete setzen, als dies der Querschnitt zuläßt.

IV. Wenn mehrere Stücke (Stäbe) zu verbinden sind, so schließt man zuerst die aneinander, welche die größten Spannungen übertragen. Dabei sind Druckstäbe den Zugstäben vorzuziehen.

V. Ist der Querschnitt aus mehreren Profilen zusammengesetzt, so ist es besser, den gesamten Querschnitt an einer Stelle zu stoßen, als mehrere versetzte Stöße anzulegen.

## Nietverbindungen.

### I. Verlängerungen.

#### 1. von Rundeisen (Fig. 176—185).

##### a) Schraubenschloß (Fig. 176—179).

Fig. 176.

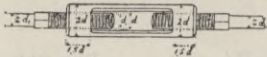
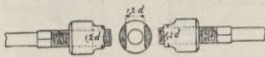


Fig. 177. Fig. 178. Fig. 179.



##### b) Schraubenbolzen (Fig. 180—183).

Fig. 180.

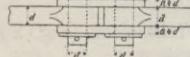


Fig. 181.

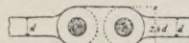


Fig. 182.

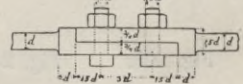
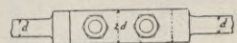


Fig. 183.



##### c) Keile (Fig. 184, 185).\*)

Fig. 184

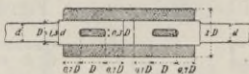
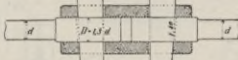


Fig. 185.



#### 2. von Winkeleisen (Fig. 186—195).

Fig. 186. Fig. 187. Fig. 188. Fig. 189.

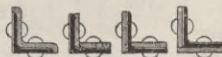


Fig. 177, 179, 181, 183, 185: Grundrisse — Fig. 178: Querschnitt.

\*) Siehe auch S. 209.

Fig. 190.  
Schnitt *ab* zu Fig. 191.



Fig. 191.

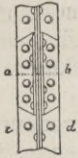


Fig. 192.  
Schnitt *cd* zu Fig. 191.



Fig. 193.  
Schnitt *ab* zu Fig. 194.



Fig. 194.

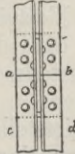


Fig. 195.  
Schnitt *cd* zu Fig. 194.



3. genietete Doppel-T-  
Blechträger (Fig. 196—198)  
Fig. 196.  
Schnitt *ab* zu Fig. 197.



Fig. 197.

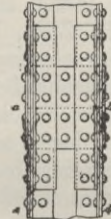


Fig. 198.  
Schnitt *cd* zu Fig. 197.



## II. Eckverbindungen.

### 1. Flacheisen (Fig. 199—207).

Fig. 199. Fig. 200.

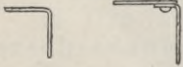


Fig. 201.

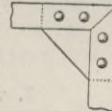
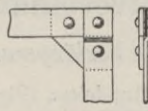


Fig. 202. Fig. 203. Fig. 204. Fig. 205. Fig. 206.

Fig. 207.

Fig. 203: Querschnitt zu Fig. 202.  
" 206: " " 205.  
" 207: Grundriß " " 205.

### 2. Winkeleisen (Fig. 208—214).

Fig. 208.

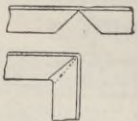


Fig. 209.

Fig. 210.



Fig. 211.

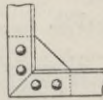


Fig. 212.



Fig. 213.

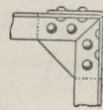
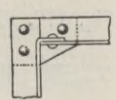


Fig. 214.



### 3. I-Eisen (Fig. 215—220).

Fig. 215.

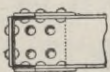


Fig. 216.

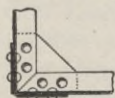


Fig. 217.

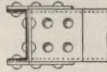


Fig. 218.

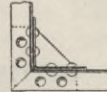


Fig. 219.

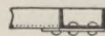
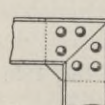


Fig. 220.



### 4. I-Träger (Fig. 221, 222).

Fig. 221.

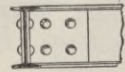


Fig. 222.

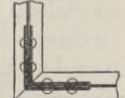


Fig. 216, 218, 220, 222: Grundrisse zu den Fig. 215, 217, 219, 221.

## III. Abzweigungen.

## 1. Flacheisen (Fig. 223—230).

Fig. 223.

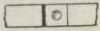


Fig. 225.

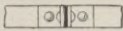


Fig. 227.

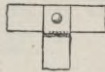


Fig. 228.



Fig. 229. Fig. 230.

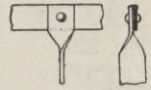


Fig. 224.



Fig. 226.



Fig. 224, 226: Grundrisse zu den Fig. 223, 225.  
 „ 228, 230: Querschnitte „ „ 227, 229.

## 2. Winkeleisen (Fig. 231—233).

Fig. 231.

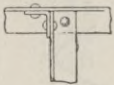


Fig. 232. Fig. 233.

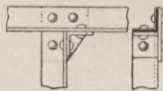


Fig. 233: Querschnitt zu Fig. 232.

3.  $\square$  u.  $\Gamma$ -Eisen (Fig. 234—240).

Fig. 234. Fig. 235.

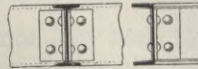


Fig. 237. Fig. 238.



Fig. 236.

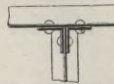


Fig. 239. Fig. 240.

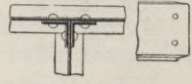


Fig. 235, 238: Querschnitte zu den Fig. 234, 237.  
 „ 236, 239: Grundrisse „ „ 234, 237.  
 „ 240: Ansicht des anzuschließenden Trägers.

## IV. Kreuzungen.

## 1. Flacheisen (Fig. 241—248).

Fig. 241.



Fig. 243.

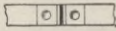


Fig. 245.

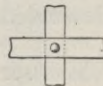


Fig. 247.

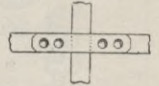


Fig. 242.



Fig. 244.



Fig. 246.



Fig. 248.

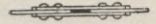


Fig. 242, 244, 246, 248: Grundrisse zu den Fig. 241, 243, 245, 247.

## 2. Winkeleisen (Fig. 249—252).

Fig. 249.

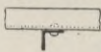


Fig. 251.



## 3. I-Träger (Fig. 253—263).

Fig. 253. Fig. 254.

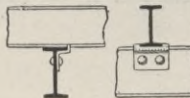


Fig. 255.

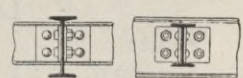


Fig. 256.

Fig. 250.



Fig. 252.

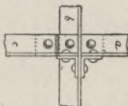


Fig. 257.

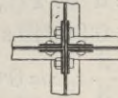


Fig. 250, 252: Grundrisse zu den Fig. 249, 251.

Fig. 254: Querschnitt zu Fig. 253.  
 „ 256: „ „ 255.  
 „ 257: Grundriß „ „ 255.

Fig. 258.

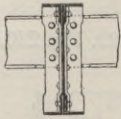


Fig. 259.

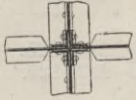


Fig. 260.

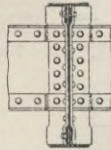


Fig. 261.

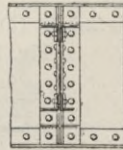


Fig. 262. Fig. 263.

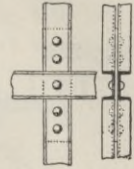


Fig. 259: Grundriß zu Fig. 258.

„ 261, 263: Querschnitt zu Fig. 260, 262.

#### IV. Schrauben.

Man verwendet Schrauben statt Nieten, wenn:

1. man wegen des Materials (z. B. Gußeisen) nicht nieten kann;
2. die Verbindung nicht fest, sondern beweglich, lösbar oder nachstellbar sein soll;
3. der Raum zum Schlagen des Nietkopfes mangelt;
4. der Bolzen länger als der 2,5fache Nietdurchmesser würde;
5. im Bolzen Zugspannungen auftreten.

Man benützt scharfgängige Schrauben nach dem System Witworth (Fig. 264).

Die Berechnung erfolgt wie bei den Nieten (siehe S. 200 bis 202).

Die Entfernung der Schrauben von einander soll  $\geq 3,5 d$ .

Bezeichnen:

- |  |   |               |
|--|---|---------------|
| P die Tragkraft der Schraube ( <i>kg</i> ) | } | ( <i>cm</i> ) |
| d den äußeren Gewindedurchmesser           |   |               |
| $d_1$ „ inneren                            |   |               |
| $d_2$ „ Bolzendurchmesser                  |   |               |
| s die Ganghöhe                             |   |               |
| t die Gangtiefe                            |   |               |
| n die Anzahl der Schrauben                 |   |               |
| $\delta$ die Blechstärke ( <i>mm</i> )     |   |               |
| die zulässige Inanspruchnahme              |   |               |

auf Zug  $k_z = 600$  (*kg/cm<sup>2</sup>*)

„ Abscherung  $k_s = 1000$  „

„ Laibungsdruck  $k_z = 1140$  „

so ist:

$$d = d_1 + 2t$$

$$d_2 = d_1 + 2t_0 \\ = d + 2(t_0 - t)$$

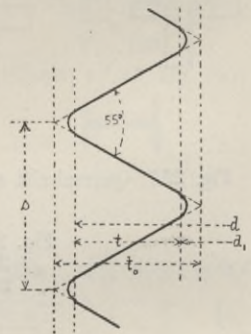
$$t_0 = 0,96049 s$$

$$t = \frac{2}{3} t_0 = 0,64033 s$$

wenn  $d \leq 60$  *mm*, so ist  $s = 0,095 + 0,7$  *mm*

„  $d > 60$  „ „ „  $s = 0,262 \sqrt{d}$

Fig. 264.



## Witworths Skala der eingängigen scharfen Schrauben.

Bolzen- durch- messer $d_2$ ( <i>mm</i> )	Außen- durchmesser der Gewinde $d$		Anzahl der Gewindegänge auf		Innen- durchmesser $d_1$ ( <i>mm</i> )	Schlüssel- weite $D$ ( <i>mm</i> )
	(engl.Zoll)	( <i>mm</i> )	1 Zoll engl.	die Länge $d$		
8	$\frac{1}{4}$	6.4	20	5	4.8	14
9	$\frac{5}{16}$	7.9	18	$5\frac{5}{8}$	6.1	16
11	$\frac{3}{8}$	9.5	16	6	7.5	18
12	$\frac{7}{16}$	11.1	14	$6\frac{1}{8}$	8.8	21
14	$\frac{1}{2}$	12.7	12	6	10.0	23
17	$\frac{5}{8}$	15.9	11	$6\frac{7}{8}$	12.9	27
20	$\frac{3}{4}$	19.0	10	$7\frac{1}{2}$	15.8	32
23	$\frac{7}{8}$	22.2	9	$7\frac{7}{8}$	18.6	36
27	1	25.4	8	8	21.3	41
30	$1\frac{1}{8}$	28.6	7	$8\frac{1}{8}$	23.9	45
33	$1\frac{1}{4}$	31.8	7	$8\frac{3}{4}$	27.2	50
36	$1\frac{3}{8}$	34.9	6	$8\frac{1}{4}$	29.5	54
39	$1\frac{1}{2}$	38.1	6	9	32.7	58
43	$1\frac{5}{8}$	41.3	5	$8\frac{1}{8}$	34.8	63
46	$1\frac{3}{4}$	44.5	5	$8\frac{3}{4}$	38.0	67
49	$1\frac{7}{8}$	47.6	$4\frac{1}{2}$	$8\frac{7}{16}$	40.0	72
52	2	50.8	$4\frac{1}{2}$	9	43.6	76
58	$2\frac{1}{4}$	57.2	4	9	49.1	85
65	$2\frac{1}{2}$	63.5	4	10	55.4	94
71	$2\frac{3}{4}$	69.9	$3\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{8}$	60.6	103
77	3	76.2	$3\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	66.9	112
84	$3\frac{1}{4}$	82.6	$3\frac{1}{4}$	$19\frac{9}{16}$	72.6	121
90	$3\frac{1}{2}$	88.9	$3\frac{1}{4}$	$11\frac{3}{8}$	78.9	130
96	$3\frac{3}{4}$	95.3	3	$11\frac{1}{4}$	84.4	138
103	4	101.6	3	12	90.7	147

Mutter und Kopf sind in der Regel sechseckig.

Für die Schraubenmutter gelten:

$$h_1 = d$$

$$D = 1.4 d + 0.5 \text{ cm}$$

Für den Schraubenkopf:

$$h_1 = 0.7 d$$

$$D = 1.4 d + 0.5$$

Dabei bedeuten:

$h_1$  die Höhe der Mutter beziehungsweise des Kopfes,

$D$  die Schlüsselweite.

Unterlagsscheiben von der Dicke  $\delta$  und dem Durchmesser  $D_1$ :

<p>a) bei Eisen:</p> $\delta = \frac{d}{10} + 2 \text{ mm}$ $D_1 = \frac{4}{3} D$	<p>b) bei Holz oder Stein:</p> $\delta = \frac{d}{5} + 2 \text{ mm}$ $D_1 = 3 d$
---	--

I. Beanspruchung durch den Zug  $Z$ .

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{Z}{\pi k_z}} + 2 \text{ mm} = 0.0691 \sqrt{Z} + 2 \text{ mm}$$

II. Beanspruchung durch den Schub  $S$ .

a) einschnittig:  $n d_2^2 = \frac{4}{\pi k_s} S = 0.00127 S$

b) zweischnittig:  $n d_2^2 = \frac{2}{\pi k_s} S = 0.00064 S$

c) auf Laibungsdruck:  $n d_2 \delta = \frac{S}{k_1} = 0.00088 S$

III. Beanspruchung durch  $Z$  und  $S$ .

Für  $Z$  allein ist erforderlich:  $d_1$

$$d_3 = \frac{d_1}{4} \sqrt{2 \left( 3 + 5 \sqrt{1 + \left( \frac{2S}{Z} \right)^2} \right)}$$

V. Bolzen, Gelenke.

Wegen des exzentrischen Anschlusses sind einschnittige Bolzen zu vermeiden, weil dann Biegungsspannungen auftreten würden.

Es bezeichnen:

$P$  die vom Bolzen zu übertragende Kraft ( $kg$ )

$d$  den Bolzendurchmesser ( $cm$ )

$f = \frac{\pi}{4} d^2$  den Bolzenquerschnitt ( $cm^2$ )

1. Der Querschnitt des anzuschließenden Stabes sei ein Kreis vom Durchmesser  $d_1$

$$f_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2$$

$$P = 2 f k_s = f_1 k_z$$

Fig. 265.

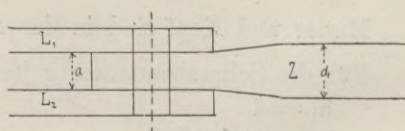
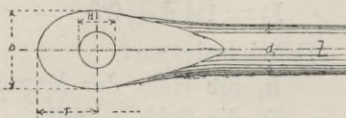


Fig. 266.

Grundriß zu Fig. 265.



$$d_1 = d \sqrt{\frac{2 k_s}{k_z}} = d \sqrt{\frac{8}{5}} = 1.26498 d = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi k_z}} = 0.03568 \sqrt{P}$$

$$d = d_1 \sqrt{\frac{k_z}{2 k_s}} = d_1 \sqrt{\frac{5}{8}} = 0.7906 d_1 = \sqrt{\frac{2 P}{\pi k_s}} = 0.02523 \sqrt{P}$$

$$a = \frac{3}{4} d_1 \dots d_1 = d \dots \frac{5}{4} d$$

$$s = \frac{\pi d^2}{8 a} + \frac{5}{6} d = (1.15 \dots 1.23) d$$

$$r = s + \frac{d}{3} = \frac{\pi d^2}{8 a} + \frac{7}{6} d = (1.56 \dots 1.48) d$$

$$d'_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} d = 0.707 d$$

Die Beanspruchung beträgt:

$$\sigma_s = \frac{4 P}{\pi d^2} \text{ auf Abscherung}$$

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot 2 P}{\pi d^3} \text{ auf Biegung}$$

$$\sigma = \sigma_s + \sigma_b = \frac{4 P}{\pi d^2} \left(1 + \frac{8}{d}\right) \text{ muß } \leq 750 \text{ kg/cm}^2$$

2. Der Querschnitt des anzuschließenden Stabes sei ein Rechteck ( $b \times \delta$ )

$$f_1 = b \times \delta$$

$$b \delta = \frac{\pi k_s}{2 k_z} d^2 = \frac{2}{5} \pi d^2 = 1.25664 d^2 = \frac{P}{k_z} = 0.001 P$$

$$d = \sqrt{\frac{2 k_z}{\pi k_s} b \delta} = \sqrt{\frac{5}{2 \pi} b \delta} = 0.89207 \sqrt{b \delta} = \sqrt{\frac{2 P}{\pi k_s}} = 0.04606 \sqrt{P}$$

Man macht:  $a = \delta$ . Sonst ist alles übrige wie bei (1).

## VI. Keile.

Fig. 267.

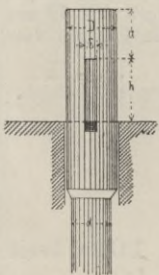
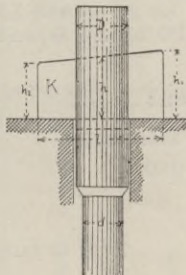


Fig. 268.



$$\frac{h_1 - h_2}{l} = \frac{1}{20} \dots \frac{1}{25} \text{ meistens}$$

$$= \frac{1}{8} \dots \frac{1}{6}, \text{ wenn eine Lösung}$$

besonders verhindert werden soll.

$$D = \frac{5}{4} d$$

$$\delta = \frac{D}{4}$$

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{5}{4} D$$

$$a = D$$



## VIII. Kapitel.

# Kupfer, Blei, Zink, Zinn und Legierungen.

## § 1. Kupfer.

Verwendung: vorzugsweise zu Dachdeckungen, obgleich nur dort, wo die Bedeutung des Baues dieses kostspielige Material zuläßt.

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 100° C =  
 $= 0.001717 - 0.001643 = \frac{1}{582}$ .

Schmelzpunkt: 1054° C

Spezifische Wärme: 0.0951 (siehe S. 53).

### I. Handelssorten.

1. Rosetten-, Gar- oder Scheiben-Kupfer: dünne Scheiben („Kuchen“) von 30—60 cm Durchmesser.
2. Barren- oder Platten-Kupfer: 45 cm lange, 8—30 cm breite und 7—8 cm dicke Platten (Barren).
3. Granalien: gepulvert oder gekörnt.

### II. Bausorten.

1. Rund- oder Vierkant-Kupfer-Stangen. Die geringste Querschnittfläche = 2.25 cm<sup>2</sup>.
2. Kupfer-Bleche: 1.5—6 m lang und 0.40—2.5 m breit.  
Am häufigsten haben sie Längen von 1.5 bis 2.0 m und Breiten von 0.75 bis 1.0 m. Zu Dachdeckungen verwendet man Tafeln von 0.8 bis 2 m<sup>2</sup> Größe bei höchstens 1.0 m Breite und 0.5 bis 1 mm Dicke;  
für Dachrinnen, Abfallrohre: Tafeln von 0.8 m Breite und 1.9 bis 2.5 m Länge. Die dünnen Bleche werden gewalzt, in Breiten bis 2.4 m und Längen bis 10 m; dicke Platten werden gehämmert, in Breiten von 1.0 bis 2.4 m und in Längen von 2 bis 4 m.

### Kupferblecharten:

- |                             |                  |   |                            |
|-----------------------------|------------------|---|----------------------------|
| a) Roll- oder Flick-Kupfer: | 0.3—0.5 mm dick  |   |                            |
| b) Dach-Kupferblech:        | 0.5—1.7 mm dick, |   |                            |
| am häufigsten:              | 1.0—1.25         | „ | „                          |
| c) Rinnenblech:             | 0.75             | „ | „                          |
| d) Lager „ :                | 0.75—1.00        | „ | „ 2.00 m lang, 1.0 m breit |
|                             | 1.00—2.00        | „ | „ 3.00 „ „ 1.0 „ „         |
|                             | über 2.00        | „ | „ 4.00 „ „ 1.0 „ „         |
| e) Schlauch „ :             | 1.23             | „ | „                          |
| f) Feuerkisten „ :          | bis 2.6          | „ | „                          |

Kupfergattung	Spezifisches Gewicht ( $kg/m^3$ )	Elastizitätsmodul ( $kg/cm^2$ ) für eine Beanspruchung auf		Proportionalitätsgrenze ( $kg/cm^2$ )	Zug-	Druck-Scher-	Zulässige Inanspruchnahme ( $kg/cm^2$ ) auf		
		Zug oder Druck	Ab-scherung				Festigkeit ( $kg/cm^2$ )	Zug	Druck
Gegossenes Kupfer . .	8900	—	—	—	1300—2600	1873	—	—	—
Gehämmertes " . .	8800	1100000	440000	—	2700	—	—	—	—
Gezogenes " . .	8900—9000	—	—	—	2100 <sup>1)</sup>	—	—	—	—
Gewalztes " . .	8900—9000	1100000	—	200—300	3150	—	—	200—400	150
Kupferblech . . . . .	—	—	—	—	2000—2300 <sup>7)</sup>	—	—	—	—
" geglähtes . .	8900—9000	1070000	401200	1050—1400	> 2000	4100	—	900	500
" gehämmertes	8900—9000	1150000 (1070000)	440000	—	2000—2300 (2500)	7000 (4000)	—	1400	—
Kupferdraht . . . . .	8800—9000	1210000	—	1200	3100 <sup>2)</sup> 5100 <sup>3)</sup> 4700 <sup>4)</sup> 5200 <sup>5)</sup> 5500 <sup>6)</sup>	—	4000	700	—
Kupferstangen . . . . .	—	—	—	—	> 2300	—	—	—	—

<sup>1)</sup> bei 15—150° C <sup>2)</sup> falls rein. <sup>3)</sup> . . . . <sup>6)</sup> Antimon Gehalt: <sup>3)</sup> 0,351; <sup>4)</sup> 0,888; <sup>5)</sup> 0,26; <sup>6)</sup> 0,529%. <sup>7)</sup> bei mehr als 5 mm Dicke.

3. Kupfer-Platten: 1·0—15 mm dick.

4. Kupfer-Draht

a) Muster-Draht: 21·90—1·50 mm dick

b) Scheiben- „ : 1·50—0·21 „ „

5. Kupfer-Röhren:

Rohrgattung	Lichter Durchmesser mm	Wandstärke mm
ohne Nath, gewalzt.	10—250	1—5
„ „ gezogen	10—250	1—5
mit „ „	40—300	1—5
Feder-Röhren . . . . .	40—300	2·5—4
Knie- „ . . . . .	40—300	2·5—4

## § 2. Blei.

Verwendung: Dachdeckungen, wenn auch nur ausnahmsweise; Isolierschichten, Verkleidung feuchter Wände, Unterlagsplatten, Röhren, Einfassung von Fensterverglasungen, Guß von Ornamenten, Statuen etc., Herstellung von Legierungen und zum Vergießen.

Vorzüge: Unbegrenzte Dauer, da es allen schädlichen Einflüssen vorzüglich widersteht.

Mängel: große Kosten; hohes Eigengewicht.

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 1° C =

$$= 0\cdot00002848 = \frac{1}{351}$$

Schmelzpunkt: 326° C.

Spezifisches Gewicht: 11250—11400 kg/m<sup>3</sup>

Beschaffenheit des Bleis	Elastizitäts- modul (kg/cm <sup>2</sup> )	Zug-	Druck-	Schub-
		Festigkeit (kg/cm <sup>2</sup> )		
weich . . . . .	50000	150	125—300	80
hart. . . . .			500	120

## Handelssorten.

## 1. Blei-Blech.

Nr.	Größe			Gewicht <i>kg/m<sup>2</sup></i>
	Breite <i>m</i>	Länge <i>m</i>	Dicke <i>mm</i>	
1	2·35—2·45	10·00	10·5	115·0
2	2·35—2·45	10·00	9·0	103·5
3	2·35—2·45	10·00	8·0	92·0
4	2·35—2·45	10·00	7·0	80·5
5	2·35—2·45	10·00	6·0	69·0
6	2·35—2·45	10·00	5·0	57·5
7	2·35—2·45	10·00	4·5	52·0
8	2·35—2·45	10·00	4·0	46·0
9	2·4—2·3	10·00	3·5	40·0
10	2·3—2·4	10·00	3·0	34·5
11	2·3—2·4	10·00	2·5	29·0
12	2·0—2·25	10·00	2·25	26·0
13	2·0—2·25	10·00	2·0	23·0
14	1·5—2·0	8·00	1·75	20·0
15	1·5—2·0	8·00	1·5	17·0
16	1·0—1·3	8·00	1·375	15·5
17	1·0—1·3	8·00	1·25	14·0
18	1·0—1·3	8·00	1·00	11·5

Zu Dachdeckungen verwendet man 0·80—1·00 *m* breite, 10—15 *m* lange und 1·5—2·0 *mm* dicke Tafeln. (Nr. 13—15.)

## 2. Blei-Platten.

Länge: bis 15 *m*

Breite „ 3·1 *m*

Dicke  $d = 0·25 - 20$  *mm*

Für  $d = 2·25 - 3$  *mm* ist  $\Delta d^*) = 0·25$  *mm*

3—10 „ 0·50 „

10—20 „ 5 „

Spezifisches Gewicht : 12  $d$  (*kg/m<sup>2</sup>*)

## 3. Blei-Draht.

Dicke  $d = 0·1 - 20$  *mm*

Spezifisches Gewicht: 0·95  $d^2$  (*kg/m<sup>2</sup>*)

4. Walzblei: 0·5—0·75 *mm* dick.

## 5. Blei-Röhren.

Rohrgattung	Lichter Durchmesser <i>mm</i>	Wandstärke <i>mm</i>	Rohrlänge <i>m</i>
Gas-Röhren . .	4—25	1·5—3	—
Wasser- „ . .	10—80	2·5—2·75	5—30
Abfluß- „ . .	30—150	2—7·5	2—4
Hartblei- „ . .	15—200	—	—

\*) Zunahme der Dicke.

Der innere Durchmesser schwankt zwischen 1 und 150 *mm*, der äußere zwischen 3 und 166 *mm* und das Gewicht zwischen 0·08 und 42·00 *kg/lfd. m*.

Außer den gewöhnlichen Bleiröhren kommen auch noch vor:

- a) geschwefelte,
- b) innen verzinnete,
- c) innen und außen verzinnete,
- d) mit Zinneinlagen versehene (Mantelrohre),
- e) solche mit Kupfereinlagen (mit Blei überpreßte Kupferrohre).

### § 3. Zink.

Verwendung: namentlich für Dachdeckungen und deren Nebenanlagen (Rinnen u. s. w.)

Eigenschaften: große Dauer, geringes Eigengewicht, sehr gut formbar, verhältnismäßig billig.

Zerstörend wirken auf das Zink: galvanische Einflüsse, Kohlentelchen, frischer Kalk-, Gips- oder Zementmörtel.

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 1° C:

$$\text{gehämmertes Zink: } 0\cdot00003108 = \frac{1}{322}$$

$$\text{gegossenes „ } 0\cdot0000294 = \frac{1}{340}$$

Schmelzpunkt: 412° C

360 „ für gegossenes Zink

Zwischen 100 bis 150° ist es geschmeidig.

Es verbrennt bei Luftzutritt mit bläulicher Flamme.

Feuchte Luft erzeugt eine dünne, schützende Schicht aus Zinkoxyd.

Die Elastizität ist gering und hängt ab von der Temperatur und der Art der Bearbeitung.

Zinkgattung	Spezifisches Gewicht ( <i>kg/m³</i> )	Elastizitätsmodul ( <i>kg/cm²</i> )	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit
			Faser	⊥ Faser	
			( <i>kg/cm²</i> )		
Zinkblech } Zinkdraht }	7200 { 7125—7300 7130—7200	150000	1315—1900	2500	900—1000
Gußzink	6860	(950000) 150000	(526) 880		

Die Dehnbarkeit hängt ab von der Art und Größe der Inanspruchnahme und von der Temperatur.

Inanspruchnahme	Zugfestigkeit ( <i>kg/cm²</i> ) bei 16° C	Dehnung in % bei ° C			
		16°	100°	155°	175°
parallel zur Faser . . . .	1900	18	40	100	40
normal „ „ . . . .	2500	15	20	80	26

## Handelssorten.

1. Gußzink (Kaufzink): 4 cm dicke Platten.

Verwendung:

- a) Gießen;
- b) Verzinken von Eisenblech, Eisendraht;
- c) Herstellung von Legierungen.

Zinkguß ist gegen Rosten zu schützen durch einen

- a) Anstrich oder
- b) Metallüberzug.

## 2. Glattes Zink-Blech.

Tafelgröße: 0·65 × 2·0, 0·8 × 2·0, 1·0 × 2·0, 1·0 × 2·25, 1·0 × 2·5 m.

Größte Breite = 1·65 m

„ Länge = 3·00 „

## a) Schlesische Zinkblechlehre.

Nr.	Neue Skala		Alte Skala	
	Tafeldicke mm	Gewicht kg/m <sup>2</sup>	Tafeldicke mm	Gewicht kg/m <sup>2</sup>
1	0·100	0·72	0·100	0·70
2	0·143	1·03	0·143	1·00
3	0·186	1·34	0·186	1·30
4	0·228	1·64	0·228	1·60
5	0·250	1·80	0·271	1·90
6	0·300	2·16	0·318	2·23
7	0·350	2·52	0·366	2·56
8	0·400	2·88	0·413	2·89
9	0·450	3·24	0·460	3·22
10	0·500	3·60	0·554	3·88
11	0·580	4·18	0·648	4·54
12	0·660	4·75	0·743	5·20
13	0·740	5·33	0·837	5·86
14	0·820	5·90	0·932	6·52
15	0·950	6·84	1·025	7·18
16	1·080	7·78	1·119	7·84
17	1·210	8·71	1·309	9·16
18	1·340	9·65	1·497	10·48
19	1·470	10·60	1·686	11·80
20	1·600	11·50	1·873	13·12
21	1·780	12·80	2·062	14·44
22	1·960	14·1	2·252	15·76
23	2·140	15·4	2·439	17·08
24	2·320	16·7	2·631	18·40
25	2·500	18·10	2·817	19·72
26	2·680	19·3	3·000	21·70

Für die Nr. 1 — 7 werden Preiszuschläge verrechnet, ebenso für die Tafelgröße 1·0 × 2·5 m bei den Nr. 8 — 26.

## b) Belgische Lehre:

Für die Nr. 1 — 4 sind die Dicken: 0·05, 0·10, 0·15, 0·20 mm, sonst wie bei der schlesischen Lehre.

Man verwendet Zinkblech

Nr. 1 bis 8	für Fenstervorsätze, Siebe;
„ 9 und 10	„ Laternen, Lampen, Wandbekleidungen;
„ 11 und 13	„ Wasserrinnen, Eimer;
„ 12	„ Abfallrohre, Ausfütterung von Bodenrinnen;
„ 12 und 13	„ Dachdeckung, Eindeckung der Säume, Ixen, Brand und Feuermauern, Rauchfang-, Lichthof-, Mauer-, Oberlichten-Einfassungen, Abdeckung von Gesimsen, Ballustraden;
„ 13	„ Einlaufstutzen, Wassersammelkessel, Glasrahmen für Dachoberlichte, liegende Dachfenster;
„ 14	„ Dachdeckung, Dachrinnen;
„ 15	„ Kieseleisten der Holzzementdächer;
„ 15 und 16	„ Badewannen;
„ 17	„ Wasserkisten;
„ 18 bis 26	„ größere Wasserbehälter.

## 3. Zink-Wellblech.

Schlesische Aktien-Gesellschaft für Bergbau- und Zinkhüttenbetrieb:

Profil	Stärke	Tafelgröße		Wellen-			Querschnitt- fläche*) (cm <sup>2</sup> ) für 1 m Tafelbreite	Gewicht*) (kg) f. 1 m <sup>2</sup> Wellblech	Widerstands- moment (cm <sup>3</sup> ) für 1 m Tafelbreite
		Breite m	Länge m	Breite mm	Höhe mm	Länge mm			
A	bis Nr. 16	0·62	2·0	117	55	175	15·0	10·8	19·9
		0·89	3·0						
		1·12	3·0						
B	„	0·84	2·0	100	32	123	12·3	8·86	9·9
		1·08	3·0						
		1·30	3·0						
C	„	0·8	3·0	110	32	135	12·3	8·86	9·6
D	„	1·0	1·78	60	14	68	11·3	8·14	3·9
		1·5	2·67						
E	bis Nr. 12	1·6	2·64	20	6	24·8	12·4	8·93	1·8

A, B und C sind der Länge nach gewellt

D und E „ „ „ Breite „ „

E ist nur auf Schalung oder Lattung zu verwenden.

Die Überdeckung im Längenstoß soll zwei Wellen umfassen.

Bei A, B, C und D ist für die Überdeckung im Längen- und im Seitenstoß einschließlich Befestigung auf den Platten ein Gewichtszuschlag von 15 bis 18% einzustellen.

Bombiertes Zinkwellblech (Profil A).

Der Bombierungshalbmesser  $\geq 1\frac{1}{2}$  m.

\*) Für eine Blechstärke von  $\delta$  mm sind diese Werte  $\delta$ -mal so groß.

### § 4. Zinn.

Verwendung: Verzinnen des Eisens, der Bleiplatten und Bleiröhren und Herstellung von Legierungen.

Spezifisches Gewicht: gewalzt od. gehämmert: 7300—7350  $kg/m^3$   
gegossen: 7200 "

Elastizitätsmodul: 400000  $kg/cm^2$   
Zugfestigkeit: 350  $kg/cm^2$ .

Linearer Ausdehnungskoeffizient:  $0.00001938 = \frac{1}{516}$

Schmelzpunkt: 230° C.

#### I. Handelssorten.

- a) 60 *kg* schwere Stangen,
- b) 5—6 *kg* schwere Stangen, Rollen,
- c) Körner.

Nach dem Lande, dem es entstammt, unterscheidet man: Banka- (bestes), Billiton-, Malakka-, australisches, englisches (Lamm-)Zinn.

#### II. Bausorten.

a) Zinnrohre:

innerer Durchmesser = 3—60 *mm*,  
äußerer " = 5—66 *mm*,  
Gewicht = 0.9—4.72 *kg/lf. m*.

b) Stanniol (Zinnfolie): 0.2...0.008 *mm* dick.

c) Verzinnter Eisendraht.

Draht-Nr.:	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>m</i> Länge auf 1 <i>kg</i> :	500,	400,	324,	252,	216,	176,	140,	120,	100,
	14	16	18	20	22	25	28	31	34
	38	42	46	50	55	60	88,	68,	52,
	44,	36,	28,	22,	16,	14,	12,	10,	8,
	7,	6,	5.						

### § 5. Legierungen.

1. Messing (Gelbguß): 70—57% Kupfer + 30—43% Zink

	Kupfer	Zink	Blei	Zinn
Stollberger Messing	64.8	32.8	2.0	0.4
Englisches "	66.7	33.3	—	—

a) Messingblech

0.5 × 2.0 *m* große und 0.1—1.0 *mm* dicke Tafeln.

Spezifisches  
Gewicht  
( $kg/dm^3$ )

2) Roll-Messing 0.12—0.40 *mm* Dicke 120—460 *mm* Breite 6.5 *m* Länge 8.520—8.620

β) Bug- " 0.3—0.2 " 180—2.60 " 1.0—3.5 *m* 8.550\*)

γ) Tafel- " 1—17 " 300—650 " verschieden.

b) Messingdraht: 18.80—0.19 " . . . . . 8.430—8.730

c) " schrauben: 3.5—8.5 " . . . . . 8.687\*)

d) Gußmessing . . . . . 8.400—8.700

Messing ist härter als Kupfer und sehr dehnbar. Die Härte und die Festigkeit wachsen mit dem Gehalte an Zink, die Dehnbarkeit mit dem an Kupfer.

\*) Mittelwerte.



## 2. Tombak oder Rotmessing:

über 85% Kupfer + unter 15% Zink. (kg/dm<sup>3</sup>)

- a) Tombakblech . . . . . 8·788  
 b) Tombakdraht . . . . . 9·000  
 c) Gußtombak . . . . . 8·606

## 3. Weißmessing:

unter 50—20% Kupfer + über 50—80% Zink —

## 4. Argentan oder Weißkupfer:

Kupfer + Zink + Nickel . . . . . 8·400—8·700

## 5. Britannia-Metall:

Kupfer + Zink + Zinn + Antimon . . . . . 7·320—7·360

## 6. Delta-Metall: Kupfer + Zink + etwas Eisen . —

## 7. Doppel-Metall oder Bimetall: Kupfer + Stahl . —

## 8. Bronze (Rotguß): ist dichter und härter als Kupfer.

Kupfer Zinn

- a) Glocken-Bronze: 75% + 25% . . . . . 8·700—9·100  
 b) Kanonen- " : 90 " + 10 " . . . . . 8·800  
 c) Medaillen- " : 98 " + 2 " + etwas Zink . . . . . 8·780  
 d) Spiegel- " : 68 " + 32 " + " " + etwas Blei . . . . . 8·600  
 e) Statuen- " : 88 " + 10 " + 2% " + etwas Blei . . . . . 8·400  
 f) Phosphor- " : 90 " + 9 " + 0·5 bis 1·00% Phosphor . . . . .  
 g) Aluminium- " : 90 " — + 10% Aluminium . . . . . 7·680  
 h) Maximum- " : 55 " + 2 " + 43% Zink . . . . .

Linearer Ausdehnungskoeffizient für 1° C:

$$\text{Messing, gegossen: } 0\cdot00001875 = \frac{1}{533}$$

$$\text{Messingdraht: } 0\cdot00001933 = \frac{1}{517}$$

$$\text{Bronze: } 0\cdot00001820 = \frac{1}{541}$$

Schmelzpunkt:

Messing, gegossen: 900° C.

Bronze: "

Legierung	Elastizitätsmodul kg/cm <sup>2</sup>	Proportionalitätsgrenze kg/cm <sup>2</sup>
Messing . . . . .	1000000	—
" gegossen . . . . .	650000	—
Messingdraht . . . . .	800000	650
Rotguß . . . . .	1000000	900
Kanonenbronze . . . . .	900000	—
" verdichtet . . . . .	1100000	300
Glockenbronze . . . . .	1100000	900
Deltametall . . . . .	320000	2200
" hart gewalzt . . . . .	997700	—

## Festigkeit der Legierungen.

1. Zugfestigkeit ( $kg/cm^2$ .)

Messing . . . . .	1200—1500
Messingdraht . . . . .	3450
Gußmessing . . . . .	1650
Rotguß . . . . .	2000
Argentandraht	
hartgezogen . . . . .	7200—8000
ausgeglüht . . . . .	5200
Bronze	
Kanonen-Bronze . . . . .	3000
"  verdichtet . . . . .	3200
Phosphor-Bronze . . . . .	4000
unausgeglühter Draht aus Phosphor-Bronze . . . . .	11200
Aluminium- " . . . . .	5130
Maximum- " . . . . .	12020
Glocken- " . . . . .	—
Bronzedraht . . . . .	7600
ungeglüht . . . . .	14000
3.00 mm dick . . . . .	6800—4600
0.9 " " . . . . .	7100—4800
Silizium-Bronzedraht	
3.00 mm dick . . . . .	7800—6500
0.9 " " . . . . .	8500—8000
Delta-Metall . . . . .	3400—3700
"  hart gewalzt . . . . .	5880
"  überschmiedet . . . . .	3600

2. Druckfestigkeit ( $kg/cm^2$ .)

Messing . . . . .	800
Gußmessing . . . . .	725
Aluminium-Bronze . . . . .	9280
Deltametall . . . . .	9540

---

## IX. Kapitel.

### Glas.

#### § 1. Eigenschaften des Glases.

##### 1. Allgemeines.

Die Verwendung des Glases im Hochbau hat in der Neuzeit einen gewaltigen Aufschwung genommen. Während es früher nur für die Verglasung von Maueröffnungen (Fenstern, Glastüren) benützt worden ist, verwendet man es heute immer mehr auch für Dächer, Decken und Wände. Dieser mächtigen Ausbreitung des Glases hat namentlich die fortwährend steigende Verwendung des Eisens die Wege gebahnt.

Das Glas wird gewonnen, indem man Kieselerde (Quarzsand) mit Kali (Pottasche) oder Natron (Soda) unter Zusatz von Kalk oder Blei (Bleioxyd) zusammenschmilzt.

Gutes Glas soll möglichst farblos, durchsichtig, glänzend und hart sein.

Kieselerde macht das Glas hart. Der Kalk macht es dicht, hart, zäh, elastisch, glänzend, strengflüssig; er ersetzt einen Teil des teuren Kali oder Natron.

Kaliglas ist härter, aber minder widerstandsfähig als Natronglas. Dieses eignet sich daher vorzüglich zu Fensterscheiben. Kali- und Natronglas sind farblos oder grünlich.

„Flintglas“ wird durch Zusammenschmelzen von Feuerstein (englisch = Flint) mit Bleioxyd gewonnen.

Bleiglas hat einen schönen Glanz, ist sehr elastisch, aber weich, wird bald matt und trübe und geht durch äußere Einflüsse leicht zu Grunde; es wird namentlich durch Salpetersäure rasch zersetzt.

Manganhaltiges Glas wird, dem Lichte ausgesetzt, rötlich-violett; es eignet sich daher nicht für photographische Ateliers oder für Gemalgalerien.

Hartes Glas ist fester als weiches.

Sorgfältig gekühlte Gläser haben eine große Elastizität; zu langsam gekühlte sind sehr weich, entglasen leicht und werden bald undurchsichtig; zu rasch gekühlte sind sehr fest, aber auch sehr spröde.

Zerstörend auf das Glas wirken insbesondere: Ammoniak (bei Stallfenstern) und Wärme verbunden mit Feuchtigkeit (Treibhäuser).

Das Glas ist stets luftig zu verpacken und an trockenen Orten aufzubewahren.

## 2. Gefärbtes Glas.

Man unterscheidet:

1. in der ganzen Masse gefärbtes Glas: die ganze Glasmasse wird mit dem Farbstoffe vermischt. Es ist:

- a) durchsichtig,
- b) durchscheinend,
- c) undurchsichtig: Milch-, Bein-, Opal-, Alabaster-Glas.

2. einseitig gefärbtes Glas (Überfangglas): farbloses Glas wird mit einer dünnen Schichte gefärbten Glases überzogen.

## 3. Dekoriertes Glas.

Die Dekoration erfolgt durch:

1. Einbrennen,  
2. Gravieren, mittels Diamant oder elektrisch glühend gemachtem Platindraht,

3. Schleifen, mittels Sandsteinen oder Schmirgel,

4. Polieren,

5. Ätzen, mittels Flußsäure. Die Oberfläche des geätzten Glases ist glatter als die des mattierten; es schmutzt daher nicht so leicht.

6. Mattieren durch Ätzen mit Flußsäure oder Sandblasen oder Mattschleifen. Es wird ganz oder in Mustern mattiert und ist undurchsichtig. Mattglas: ist 2 mm dick.

7. Gerippte, geriffelte oder gemusterte Oberflächen. Rippenglas ist 2 mm dick.

Geripptes oder geriffeltes Glas kann aus jeder Glasgattung hergestellt werden. Es ist undurchsichtig, läßt aber das Licht besser durch als mattiertes Glas.

8. Mousselin-Glas hat gewebeähnliche Muster auf der Oberfläche. Es ist undurchsichtig und schöner als das mattierte Glas.

Dicke = 2 mm.

## 4. Fehler des Glases.

- a) Ungelöste Quarzkörner als Höcker auf der Glasoberfläche.
- b) Bläschen, sogenannte „Gispn“.
- c) „Schlieren“, „Winden“.
- d) Trübe Stellen.
- e) Haarrisse.
- f) Windschiefe Flächen.

## 5. Prüfung des Glases.

1. auf Güte: man reinigt das Glas mit Alkohol, legt es durch 24 Stunden über eine Schale, in der sich starke, rauchende Salzsäure befindet, und die mit einer Glasglocke überdeckt ist, und läßt es danach in einem vor Staub und Ammoniakdämpfen vollkommen sicheren Schranke durch 24 Stunden trocknen. Mangelhaftes Glas nimmt einen weißen Beschlag an; mittelgutes einen zarten Hauch.

2. auf Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphäre: man kocht Stücke des Glases in konzentrierter Schwefelsäure oder in Königswasser. Gutes Glas bleibt klar und durchsichtig.

3. auf Farblosigkeit: man legt mehrere Scheiben auf ein weißes Papier. Je weniger sich dieses verfärbt, desto farbloser ist das Glas.

### 6. Spezifisches Gewicht. ( $kg/m^3$ )

Mittelwert . . . . .	2600
Grünes Fensterglas . . . . .	2640
Halbweißes „ . . . . .	2270—2600 (2640)
Gewöhnlich weißes Fensterglas . . . . .	(2460)
Spiegel- oder Kron-Glas . . . . .	2450—2720 (2460)
Kristall-Glas . . . . .	2900—3000 (2890)
Flint- „ . . . . .	3150—390 (3330)
Kalk- „ . . . . .	2400—2800
Blei- „ . . . . .	3000—4900

### 7. Ausdehnungskoeffizient

infolge einer Erwärmung um  $1^{\circ} C$

$$= \frac{1}{1161} = 0.00000861 \text{ der Länge.}$$

### 8. Schmelzpunkt: $1200^{\circ} C$ .

### 9. Festigkeit.

Die Bruchfestigkeit des Drahtglases ist 1.4mal so groß wie die des gewöhnlichen Glases.

Die Sicherheit einer Glaskonstruktion soll eine 2- oder 3fache, bei Drahtglas eine 5fache sein.

Bezeichnen

l die Stützweite	} der Glastafel (cm)
b „ Breite	
d „ Dicke	
P „ zulässige Einzellast in der Mitte von l (kg)	
q „ „ gleichmäßig verteilte Belastung ( $kg/m^2$ )	
$\alpha$ den Sicherheitsgrad (= 5)	

so ist für

$$\text{Weich-Glas } P = \frac{1}{\alpha} \frac{265 b d^2}{1.681 + d} = \frac{53 b d^2}{1.681 + d}$$

$$\text{Draht- „ } P = \frac{1}{\alpha} \frac{22.3 b d^2}{0.07921 + d} = \frac{4.5 b d^2}{0.07921 + d}$$

$$q = \frac{2P}{l}$$

Glasgattung	Elastizitäts- modul ( $kg/cm^2$ )	Zug- festigkeit	Druck- festigkeit ( $kg/cm^2$ )		Biegungs- festigkeit
			A*)	B*)	
Fenster-Glas . . . . .	700000—800000 791700	250—300 176·3	1500 25	A*) B*)	— —
Spiegel- „ . . . . .	701500	140·0	—	—	—
Kristall- „ a) ungefärbtes . . . . .	699000	100·2	—	—	—
b) weißes oder färbiges	547700	66·5	—	—	—
Flint-Glas . . . . .	—	161—179	—	1940 923	—
Grünes „ . . . . .	—	203	—	2241 1421	—
Crown- „ . . . . .	—	179	—	2180 1531	—
Geblassenes Glas . . . . .	750000	—	125	70 375	—
Gegossenes „ . . . . .	750000—800000	—	—	70	60 40
Roh-Glas . . . . .	—	—	$\frac{1}{3} [200 + (1.5 - d)^2 160]$	—	$200 + 160(1.5 - d)^2$
Preß-Hartglas . . . . .	—	—	—	—	1000

\*) A für Zylinder. B für Würfel.

## § 2. Glasarten.

### I. Tafelglas.

Gebogene Tafeln macht man aus extra starkem geblasenen Glase oder aus poliertem dünnen Rohglase.

#### A. Geblasenes Glas (rheinisches Glas).

Es hat eine größere Festigkeit und größere Widerstandsfähigkeit gegen Hagelschlag als gegossenes Glas. Die innere, glänzende Seite („Glanzseite“) ist widerstandsfähiger als die äußere, rauhe.

Es ist aber nur in kleinen und dünnen Tafeln zu bekommen.

#### 1. Walzenglas.

Es wird durch Aufsprengen einer zylindrischen Walze hergestellt.

Länge: bis 1·65 m

Breite: „ 1·02 „

ausnahmsweise auch  $3·05 \times 1·16 \text{ m} = 3·5 \text{ m}^2$ .

$\frac{7}{8}$	Glas . . . . .	1·5 mm dick, wiegt	3·6 kg/m <sup>2</sup>	
$\frac{4}{4}$	„ oder einfaches Glas . . . . .	2 „ „ „	5 „	*)
$\frac{5}{4}$	„ . . . . .	2·5 „ „ „	6·0 „	
$\frac{6}{4}$	„ oder anderthalbfaches Glas . . . . .	3 „ „ „	7·5 „	*)
$\frac{8}{4}$	„ „ Doppelglas . . . . .	4 „ „ „	10 „	*)

Es kommt in fünf „Wahlen“ (Qualitäten) vor. Die 1. Wahl ist ganz rein und tadellos, aber sehr teuer. Gewöhnlich benützt man die 2. und 3.; die 4. Wahl nur für untergeordnete Zwecke (Keller, Speiskammern, Bodenfenster, Treibhäuser, Oberlichten u. dgl.); die 5. nur für Oberlichten.

Gewöhnliches Fensterglas = 2...2·5 mm dick.

Geblasenes Spiegelglas ist anderthalbfaches oder Doppelglas.

Der Einheitspreis des Glases wächst im Verhältnisse zu den „addierten Zentimetern“, d. i. der in cm ausgedrückten Summe  $(1 + b)$  aus der Länge (l) und Breite (b) der Glasscheibe.

Nach der Güte unterscheidet man:

1. ordinäres oder grünes Glas: es wird fast gar nicht verwendet.
2. halbgrünes Glas: nur für ganz gewöhnliche Fenster.
3. feineres oder halbweißes Glas: es ist bläulich-grünlich, hat Bläschen, infolge der ungleichen Beschaffenheit Streifen und Knoten, sogenannte „Schlieren“, und wolkige Unebenheiten an der Oberfläche. Verwendung: nur für untergeordnete Räume.
4.  $\frac{3}{4}$  weißes Glas: Verglasung von Fenstern, Türen usw.
5. weißes Glas (Kreide- oder Salinenglas): es ist klar, farblos und stark, aber teuer.

a) Solinglas: weißes Kaliglas (2, 3 mm dick).

b) Spiegelglas: weißes Natronglas mit 1...2% Bleigehalt.

c) Kristallglas: Bleiglas.

\*) Die gangbarsten Sorten.

## 2. Mondglas.

Es hat einen sehr schönen Glanz, ist sehr dünn und biegsam, hat eine gegen die Mitte zu wachsende Dicke, wovon der Name stammt.

Format	Länge	Breite
ordinäres	79 cm	53 cm
hohes	86 "	46 "

Gewöhnliches Mondglas ist 1.4 mm dick, wiegt 3.66 kg/m<sup>2</sup>

Extra starkes " " 2.1 " " " 5.5 "

## B. Gegossenes Glas, Gußglas.

Es wird am häufigsten verwendet, weil man größere und stärkere Tafeln erhalten kann als beim geblasenen. Tafeln von 16 m<sup>2</sup> (für Schau- fenster) sind nichts Außergewöhnliches.

Da die Oberfläche des gegossenen Glases der Verwitterung besser widersteht und fester ist als der Kern, so sind geschliffene Tafeln so zu legen, daß die nichtgeschliffene Seite nach außen zu liegen kommt.

### 1. Rohglas.

Es ist 4...30 (ja 90) mm, gewöhnlich aber nur 3...13 mm dick, glatt, geriffelt, gerautet oder mattiert.

Geriffelte Platten sind fester als ungeriffelte.

Rautenmuster schaden der Festigkeit.

Dicke	Größe Tafeln
4—6 mm	2 m <sup>2</sup>
6—13 "	3 × 5 = 15 m <sup>2</sup>

Dachdeckungen: gewöhnlich 5, selten über 7 mm dick; stärkeres ist nicht geeignet, es hat dann leicht Gußfehler.

Deckenlichter: 4...6 mm dick, mit parallelen oder rauten- förmigen Riefen.

20...26 mm dicke Fußbodenplatten. Gegen Ausgleiten ist die Oberfläche zu „quadrillieren“.

Rohglas-Pflasterwürfel: 16.5 cm dick. Grundfläche: 15 × 15 cm. Gewicht: 9 kg.

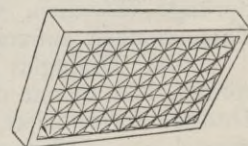
Glasfliese: 6...7 cm dick. Grundfläche: 35 × 35 cm. An der Oberfläche befinden sich 1 cm tiefe Riefen oder kreuzweise angelegte Furchen.

Fußbodenplatten aus Siemens'schem, geriefem, weißem oder halbweißem Glashart- guß: 2.5, 3.0 oder 3.5 cm dick. Grundfläche: 15—42 × 15—42 cm.

Dachziegel aus Gußglas: sowohl Flach- als auch Falzziegel. Ihr Gewicht = nur  $\frac{5}{6}$  von dem der Tonziegel. Sie ermöglichen auf sehr

einfache Weise einen

Fig. 269.  
Glasflies.





### 1a. Kathedralglas.

Es ist farbig, mit unregelmäßiger Oberfläche, dämpft das Licht, ist wenig durchsichtig, ohne matt zu sein.

Dicke: 2—3 mm,

Tafelgröße: 0·7 × 1·5 m.

### 2. Spiegelglas.

Es wird gegossen, dann auf beiden Seiten geschliffen und poliert. Es ist weicher, aber schwieriger zu behandeln als geblasenes Glas. Mehr Klarheit erreicht man durch einen Zusatz von 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Blei.

Man unterscheidet 3 „Wahlen“: die 1. und 2. verwendet man fast ausschließlich für Spiegel; nur die 3. für Bauzwecke.

Dicke: gewöhnlich 4—8 mm, aber auch größer.

Breite: bis 5 m

Länge: „ 8 „

Gewöhnlich ist es bis 3 × 5 m = 15 m<sup>2</sup> groß.

<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Spiegelglas ist 3...3·5 mm stark.

### C. Hartglas (Vulkanglas).

Es wird bis zur Erweichung (Rotglut) erhitzt und dann plötzlich in einem Bade aus öligen Stoffen, Stearin, Sand, Salzen, Ton, Metallen, Wasserdampf usw. auf mindestens 200° abgekühlt und langsam erkalten gelassen. Es ist viel elastischer und härter als gewöhnliches Glas.

Siemens'sches Preßhartglas: rotglühendes Glas wird gepreßt, dabei mattiert oder mousselinert. Es ist sehr fest, widersteht sehr gut gegen Stoß, Zug und Druck, wird aber nur selten verwendet: da man es nur in geringen Abmessungen bekommt (0·2...0·5 m<sup>2</sup>); da es teuer ist, und da man es genau nach der gewünschten Größe bestellen muß, weil es mit dem Diamant nicht geschnitten werden kann.

Dicke: 2—4 mm, für Oberlichten.

### D. Drahtglas (von Siemens).

In die Glasmasse ist ein Drahtnetz eingebettet. Dadurch erhält das Drahtglas eine weit größere Festigkeit als das gewöhnliche Glas, insbesondere eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und verträgt den jähesten Temperaturwechsel. Auch wenn Risse oder Sprünge entstehen, wird die Tragfähigkeit nicht beeinträchtigt, da der Zusammenhalt aufrecht bleibt.

Das Drahtglas ist feuersicher. Selbst wenn es beim Brande zerspringt, läßt es nur den Rauch, aber nicht die Flammen durch, da das Drahtnetz verhindert, daß einzelne Glasstücke herausfallen. Mit Drahtglas verschlossene Öffnungen werden auch von den Baubehörden als feuersichere Abschlüsse anerkannt.

Da es sich mit dem Diamant nicht schneiden läßt, so ist es bis zu einem gewissen Grade auch einbruchssicher.

Stärke <i>mm</i>	Größe		Größe Fläche <i>m</i> <sup>2</sup>	Gewicht <i>kg/m</i> <sup>2</sup>
	Länge <i>mm</i>	Breite <i>mm</i>		
4	3·0	1·0	0·60	11
6	3·0	1·0	2·50	19
7	3·0	1·0	2·50	19
8	2·5	1·0	2·00	22
10	2·5	1·0	1·50	28
15	2·0	0·8	1·50	44
20	1·8	0·7	1·20	55
25	1·8	0·7	1·20	65
30	1·8	0·7	1·20	80

Normale Abmessungen :

$$\text{Breite} = 25 \text{ cm} - 1\cdot0 \text{ m}$$

$$\text{Fläche} \geq \frac{1}{2} \text{ m}^2$$

Bei Breiten  $< 25 \text{ cm}$  erfolgt ein Aufschlag zum Preise von  $20\%$   $/\text{m}^2$ .

Fig. 270.

## E. Luxfergläser.

### 1. Luxferprismen.

Das sind quadratische,  $10 \times 10 \text{ cm}$  große,  $4-8 \text{ mm}$  dicke Täfelchen aus weißem Kristallglas, deren Außenseiten glatt oder auch gemustert sind, während die Innenseiten parallele Rippen von der Gestalt dreiseitiger Prismen haben, welche die schräg auffallenden Lichtstrahlen derart brechen, daß sie tiefer in den Raum geleitet werden und dadurch auch die vom Fenster entfernt liegenden Teile desselben erhellen. (Fig. 270).

Die Verbindung der einzelnen Glasplatten mit einander erfolgt auf elektrolytischem Wege durch Kupferfassungen. Sie ist nicht nur außerordentlich dicht und gegen Witterungseinflüsse unempfindlich, sondern auch feuerbeständig.

### 2. Luxferglas.

Es hat auf der Innenseite prismatische Rippen wie die Luxferprismen (gewalzt).

Höhe: bis  $80 \text{ cm}$

Breite: „  $1\cdot50 \text{ m}$ .

Man versetzt es wie gewöhnliches Fensterglas.

Verwendung: Warenkeller, Fabriken, Krankensäle, Gewächshäuser, also dann, wenn weniger eine konzentrierte Beleuchtung einzelner Plätze als eine gleichmäßige Erhellung angestrebt wird.

Es ist billiger als die Luxferprismen.

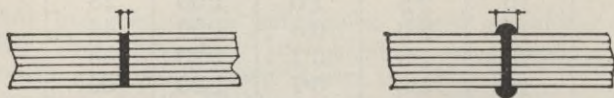
## F. Elektroglas.

Darunter versteht man irgend ein Glas, das wie die Luxferprismen auf elektrolytischem Wege mittels Kupferfassungen (Fig. 271 u. 272) zusammengehalten wird.

Sprossen  
dem Kupferbade

vor  
Fig. 271.  
1 mm

nach  
Fig. 272.  
2,5 mm



Es ist feuersicher, da es, auch wenn es Risse bekommt, nicht eher zerfällt, als bis die Kupferfassung schmilzt.

Verwendung: auch als Ersatz für die Bleifassungen bei Kirchenfenstern.

## II. Glasziegel (Glasbausteine).

Sie geben einen Ersatz für künstliche und natürliche Steine, wenn die Konstruktion lichtdurchlässig sein soll.

### 1. Glashohlsteine von Falconnier.

Das sind hohle Körper aus Glas, die eine vollkommen geschlossene Oberfläche besitzen. (Fig. 273—281).

Fig. 273.

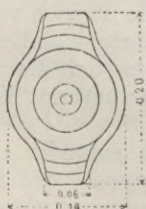


Fig. 274.

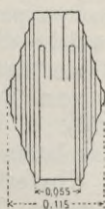


Fig. 277.

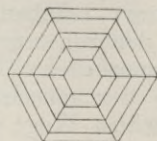


Fig. 278.



Fig. 279.



Fig. 275.

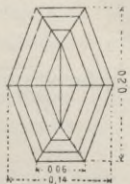


Fig. 276.

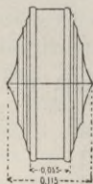


Fig. 280.



Fig. 281.



Fig. 274, 276, 278, 279, 281: Seitenansichten zu den Fig. 273, 275, 277, 280.

Man stellt sie her aus geblasenem Glase, gewöhnlich aus hellem, gehärtetem, halbweißem Glase; wo eine größere Helligkeit oder ein

schöneres Aussehen verlangt wird, aus weißem Glase sonst auch aus gefärbtem (gelb, blau, grün, opal).

Verwendung: Fenster, Wände, Decken und Dächer, die sich dann durch ein hübsches Aussehen auszeichnen.

Sie geben ein stark zerstreutes Licht, sind nicht durchsichtig, sondern bloß durchscheinend, haben eine sehr große Dauer; isolieren gut gegen Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Staub, Elektrizität und Lärm, und ein Anlaufen oder Gefrieren tritt nicht ein. Infolge ihrer großen Festigkeit sind sie sehr widerstandsfähig gegen Hagel und gestatten ein Betreten. Bei Eindeckungen von geringer Weite sind stützende Eisenkonstruktionen in der Regel entbehrlich.

Ebene Flächen aus Glashohlsteinen sind gewöhnlich nicht teurer als eine doppelte Verglasung aus starkem Fensterglas; Deckungen stellen sich meistens billiger.

Verwendung	Nr.	Gewicht eines Glashohl- steines kg	1 m <sup>2</sup> erfordert Stück
Stall- und Kellerfenster kleine ebene Wandflächen	6	0.40	100
gewöhnliche Wölbungen	7	1.20	45
	7 <sup>1/2</sup>	0.850	67
größere ebene Wandflächen	8	0.70	60
	9	0.70	60
größere Wölbungen	10	1.70	45
	11	1.00	67

Als Bindemittel verwendet man: 1 Portlandzement +  $\frac{1}{5}$  Weißkalk + 3 Sand.

## 2. Glashartguß-Mauersteine von Siemens.

Sie sind halbweiß und hohl oder massiv und so groß wie die gewöhnlichen Mauerziegel.

## 3. Glashartguß-Wandverkleidungsplatten von Siemens.

Dicke: 1.5, 2.2 oder 2.5 cm.

Seitenfläche: 22 × 22 cm, sonst wie (2).

Verwendung: Verkleidung von Wänden.

## 4. Glasdachziegel.

Um einen Lichtzutritt in Dachbodenräume zu ermöglichen, ohne ein Fenster anbringen zu müssen, verwendet man aus Glas gegossene Glasdachziegel, welche dieselbe Gestalt und Größe wie die Ton-, Flach- und Falzziegel, beziehungsweise wie die Schieferplatten haben.

Fig. 282.

Luxfer-Glasflies,  
zum Einlegen in  
Multiprismen-  
Rahmen.

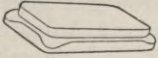
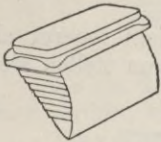


Fig. 283.

Luxfer-Multiprisma.



### 5. Luxfer-Glasfliese und Luxfer-Multiprismen.

Luxfer-Glasfliese sind ebene Platten aus weißem Glas, welche auf der Unterseite mit Diamantquadern versehen sind, die das einfallende Licht nur wenig zerstreuen und das Durchsehen verhindern, ohne Licht zu absorbieren.

Multiprismen sind prismatische Glasziegel, die eine Brechung der Lichtstrahlen hervorrufen.

Beide werden in eiserne Rahmen mittels Zement versetzt.

Größen:  $63 \times 63 \times 20$  bis  $360 \times 360 \times 35$  mm.

Verwendung: Oberlichten, namentlich zur Abdeckung von Lichtschachtöffnungen in den Trottoirs.

## X. Kapitel.

### Asphalt.

Der Asphalt (das Erdpech) kommt in der Natur selten als reines bituminöses Harz (Erdharz, Bergteer) vor. Gewöhnlich ist er mit Sand, Kalk, Ton, Mergel usw. vermenget und mit diesen zum Asphaltstein zusammengebacken.

Der Asphalt ist sehr weich und elastisch, ein schlechter Wärmeleiter und wasserundurchlässig. Er brennt mit leuchtender, stark rußender Flamme. Bei 20–40° C wird er plastisch und bei 100° C schmilzt er.

#### I. Asphaltstein.

Das ist ein Kalkstein, der von Bitumen gleichmäßig durchdrungen ist. Erhitzt, zerfällt er; unter Druck und Erkältung backt er wieder zusammen. Man gewinnt aus ihm durch Auskochen mit heißem Wasser oder durch Ausschmelzen den Asphalt.

Gehalt des Asphaltsteins an Bitumen:

Fundort	Gehalt an Bitumen
Val de Travers, Kanton Neuchâtel . . . . .	12–15%
Seyssel, Departement de l'Ain . . . . .	9 „
Bastennes, Departement des Landes . . . . .	6–12 „
Insel Trinidad . . . . .	
Limmer bei Hannover . . . . .	17 „
Lobsann . . . . .	12 „
Vorwohle bei Braunschweig . . . . .	8·5 „
Iberg am Harz . . . . .	12 „

#### II. Goudron.

Wenn man das aus dem Asphaltstein gewonnene Bitumen reinigt, so erhält man Goudron (Asphaltteer). Es erstarrt bei 10° C und wird bei 40–50° C flüssig.

#### III. Asphaltmastix.

Das reine Bitumen wird nicht unmittelbar verwendet, sondern vorher in Asphaltmastix umgewandelt, indem man in einem Kessel reines Goudron auf 180° C erhitzt, dann unter stetem Umrühren auf 3 mm Korngröße zerkleinerten Asphaltstein zusetzt und die geschmolzene Masse in

25—30 kg schwere Blöcke gießt. Der Asphaltmastix kann beliebig oft geschmolzen werden, nur soll man jedesmal etwas Goudron beimischen.

Wenn man Guß- oder Stampfasphalt erzeugt, so setzt man 50% reinen, erbsengroßen Sand zu.

#### IV. Künstlicher Asphalt.

Darunter versteht man künstliche Mischungen aus reinem Kalkstein oder magerem Asphaltstein mit reinem Goudron.

Goudron und Asphaltmastix werden nachgeahmt und ersetzt durch Braun- oder Steinkohlenpech, durch Rückstände von Schieferöl-, Paraffin- oder Petroleum-Destillationen, Petroleumteer u. dgl. als Zusätze zu Trinidadasphalt.

#### V. Technische Eigenschaften.

##### 1. Spezifische Gewichte ( $kg/m^3$ ).

Asphalt	1070—1160 (1100)
Asphaltstein	2150
Trinidadasphalt	1380
Goudron	1310
Asphaltmastix	2280
Braunkohlenpech	1200
Stampfasphalt	2040*)—2230 (1800)
Gußasphalt	1966—2020 (1600)
„	2100*) mit Rieselschotter.

##### 2. Festigkeit des Asphalts ( $kg/cm^2$ ).

Zugfestigkeit	25—36.75
Druck „	52—148

#### VI. Verwendung des Asphalts.

Man verwendet den Asphalt hauptsächlich für:

- I. Isolierschichten,
- II. Bodenbeläge.

##### 1. Stampfasphalt (asphalte comprimé).

Asphaltstein wird gepulvert, gesiebt, bis auf 130° C erhitzt, in geschmolzenem Zustande ausgegossen und hierauf gestampft oder gewalzt.

Stampfasphalt ist besser und fester als Gußasphalt, aber auch teurer.

##### 2. Gußasphalt (asphalte coulée).

Asphaltmastix wird unter Zusatz von 3—5% Goudron bei 150—170° C geschmolzen, worauf man reinen, lehm- und sandfreien 4—6 mm großen Kies oder erbsengroßen Sand zusetzt. Dann gießt man die geschmolzene Masse, ebnet sie und bestreut sie mit feinem 1 mm großem Sand.

Gußasphalt ist billiger, leichter herzustellen, aber minder fest als Stampfasphalt.

\*) Normalien des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

### 3. Asphaltplatten.

Roher Asphaltstein wird gepulvert, erhitzt, in Formen zu Platten gegossen und gepreßt. Diese Platten sind 25 cm lang und breit; glatt oder geriffelt.

Damit sie sich an ihre Unterlage gut anschmiegen, erwärmt man sie vor dem Verlegen an der Sonne oder in heißem Wasser.

Die Fugen füllt man aus mit einem Kite aus Asphaltmastix, den man in Bitumen schmilzt.

#### Asphaltfilzplatten.

Breite: 81 cm;

Länge: gewöhnlich 3 m.

Verwendung: namentlich für Isolierungen.

### 4. Beschaffenheit der Asphalt-schichten.

Verwendung	Unterlage	Beschaffenheit
	der Asphalt-schichte	
Straßen	10 bis 20 cm starker Zementbeton aus 1 Portlandzement + 3 reiner Flußsand + 5 Schotter.	A. 5 cm starker Stampfasphalt
		B. { I. Lage: 5 cm } starker { II. „ 3-5 „ } Gußasphalt
Fußwege, Trottoirs, Tor - Einfahrten, Höfe, Perrons, Terrassen, Malz-tennen, Stallfußböden	A. 6 bis 10 cm starker Zementbeton — wie oben.	A. 1·5—3 cm starker Stampf-asphalt
	B. Ziegelvollschichte.	B. 2—1·3 bis 1·5 cm starker Gußasphalt
	C. doppelte Ziegelflach-schichte. B und C werden in Zementmörtel verlegt.	C. Asphaltplatten aus Stampf-asphalt in Mörtel gebettet. 3 cm stark für Fußwege, 4·5—5 cm stark für Tor-einfahrten
	D. Bruchsteinpflaster mit Zementfugenvergüß (insbesondere für Ställe).	
	E. beischwachem Verkehr: Mörtelguß bei starkem Verkehr: 8 cm starke Beton-schichte	Asphaltplatten aus Gußasphalt als Ersatz für Gußasphalt 1·5—4·5 cm stark für Fußwege, Höfe, Keller, Ställe, Scheunen



Verwendung	Unterlage	Beschaffenheit
	der Asphalt-schichte	
Fußböden über Balkendecken	Über die Schutzschalung legt man:	
	<p>A. eine Lage Dachpappe. Darauf gibt man eine 2 cm hohe Sand- oder Lehmschichte.</p> <p>B. festgestampften Lehm, darüber eine einfache oder doppelte in verlängertem Zementmörtel verlegte Ziegelflachschi- chte.</p>	<p>2—1·0 bis 1·5 cm starke Lagen</p> <p>desgleichen</p>
Abdeckungen von Gewölben	Mörtelguß	1·5—2·5 cm Asphaltguß
Wasserdichte Keller-Fußböden	trockener, reiner Sand, Kies, Lehm oder Ton; darüber Ziegelpflaster oder eine 6 bis 15 cm starke Zementbetonschichte	Asphaltguß
Isolierschichten		<p>1—2 cm starker Asphaltguß aus 5 Gewichtsteilen Asphaltmastix + 1·5—1 Goudron + 2 Sand</p> <p>a) horizontale Isolierschichten: 1·5 cm stark</p> <p>b) vertikale Isolierschichten: 0·75 cm stark</p>

5. Asphalt-Pflasterplatten. }  
 6. Asphalt-Granitblöcke } siehe S. 223 des II. Teiles.

## XI. Kapitel.

### Farben.

#### I. Lasurfarben.

Man kann sie nicht auf Kalkgrund und nur teilweise zu Ölfarben verwenden; vorzugsweise benützt man sie zum Beizen und Färben.

#### II. Deckfarben.

##### 1. Wasserfarben.

Der Farbstoff wird in Wasser aufgelöst. Damit sie fester haften, setzt man noch zu: Firnis, Leimwasser oder Kalk. Ein Zusatz von Kali oder Sodalaugé ergibt einen gleichmäßigeren Anstrich.

##### 2. Leimfarben.

Als Grundfarbe für sie nimmt man bei gröberén Arbeiten Schlemmkreide, bei feineren Arbeiten Barytweiß.

##### 3. Ölfarben.

Sie sind widerstandsfähiger und wirkungsvoller als die Wasserfarben. Man macht sie an mit

*a)* Leinöl. Durch Zusatz von Sikkativ wird das Erhärten beschleunigt; ein Zusatz von Terpentin macht die Farbe flüssiger,

*b)* in Terpentin aufgelöstem Wachs: (Wachsfarben).

##### 4. Lacke.

Man erhält sie dadurch, daß man den Ölfarben Harze zusetzt u. dgl.

---

# Register.

## A.

Abbinden des Mörtels 97.  
Abbindeverhältnisse 130.  
" zeit 131.  
Abnutzung der Steine 41.  
Abraum 54, 62.  
Abzweigungen bei Konstruktionen aus  
Eisen 205.  
Holz 30.  
Achteckeisen 186.  
Ätzen von  
Glas 221.  
Steinen 60.  
Ätzkalk 99.  
Alaungips 126.  
Albolith 129.  
Anlaßfarben 167.  
Anstriche für  
Eisen 169.  
Holz 11, 13, 14.  
Steine 59.  
Argentan 218.  
Asbestit 95.  
Asbestkitt 137.  
" zement 137.  
" steine 90.  
Aschemörtel 105.  
" zement 122.  
Asphalt 231.  
" filzplatten 233.  
" platten 233.  
" stein 231.  
" teer 231.  
Aufpfropfungen von Hölzern 28.  
Auswintern 62.

## B.

Bandeisen 186.  
Bast 6.  
Bauholz 17.  
Bauxitziegel 82.  
Bearbeitbarkeit der Steine 45.  
Beizeisen 57.  
Belageisen 192.  
Bergfeuchtigkeit 47  
Beton 138.  
Bimssandstein 87.  
Bindekraft des Mörtels 133.  
Bitumelith 128.  
Bitumen 231.  
Blatt 27, 32.  
Blattzapfen 30.  
Blech, Blei- 213.  
" Eisen- 172.  
" Kupfer- 210.  
" Zink- 215.  
Blei 212.  
" glas 220.  
Bohlen 17.

Bohlstämmе 17.  
Bolzen 208.  
Bombiertes Wellblech 183.  
Boraxgips 127.  
Borde 17.  
Brand 16.  
Brennen von Kalk 100.  
" Ziegeln 65.  
Brennöfen 65, 100.  
" stube 68.  
Breiteisen 57, 186.  
Bretter 17.  
Britaniametall 218.  
Bronze 218.  
Bruchfeuchtigkeit 47.  
" stein 55.  
Brunnenziegel 73.  
Brustzapfen 31.  
Buckelplatten 184.

## C.

C-Eisen 189.  
Chromitziegel 82.  
Coalithplatten 94.

## D.

Dachziegel 78.  
Darrprobe 132.  
Dämpfen der Ziegel 71.  
Dauer von  
Holz 14.  
Stein 46.  
Dekoriertes Glas 221.  
Deltametall 218.  
Dielen 17.  
Dinasziegel 82.  
Dolomitzement 128.  
" ziegel 82.  
Doppelmetall 218.  
Doppel-T-Eisen 187.  
Drahtglas 226.  
Drehwuchs 16.  
Durcharbeiten 63.  
" treten 63.

## E.

Eckverbindungen bei Konstruktionsteilen  
aus Eisen 204.  
" Holz 32.  
Einlassung 31, 33.  
Eisen 151.  
Elastizität von  
Beton 142.  
Eisen 166.  
Holz 23.  
Stein 34.  
Elektroglas 228.  
Engobieren der Ziegel 71.  
Erhärtungsbeginn des Mörtels 131.

## F.

Fällen der Bäume 16.  
 Fällzeit 16.  
 Fäule, Ast- 15.  
 " Kern- 15.  
 " Ring- 16.  
 " Rot- 15.  
 " Splint- 15.  
 " Weiß- 15.  
 Fäulnis 11.  
 Falconniersche Glashohlsteine 228.  
 Falz 28.  
 Farben 235.  
 Fassoneisen 185.  
 Fayence 61.  
 Feder und Nut 28.  
 Feinjähriges Holz 6.  
 Feldöfen 65, 100.  
 Fenstereisen 197.  
 Festigkeit von  
 Asphalt 232.  
 Beton 143.  
 Eisen 160.  
 Gips 125.  
 Glas 222.  
 Holz 24.  
 Mörtel 103, 107, 109, 113, 118, 121, 122.  
 Stein 35, 48, 49.  
 Ziegeln 84.  
 Festmeter 17.  
 Fetter Kalk 100, 105.  
 Feuer, Schutz gegen 13, 172.  
 Flacheisen 186.  
 Flader 6.  
 Fläche 57.  
 Flansch 187.  
 Flintglas 210.  
 Flußeisen 158.  
 " stahl 159.  
 Formsteine 74.  
 Frostbeständigkeit der Steine 48.  
 Fuge, Lager- 70.  
 " Stoß- 70.  
 Furniere 17.

## G.

Ganisterziegel 82.  
 Ganzholz 17.  
 Gargruben 63.  
 Geblasenes Glas 224.  
 Gefüge des Holzes 6.  
 Gegossenes Glas 225.  
 Gelenke 208.  
 Gestätte 62.  
 Gestein des Mörtels 97.  
 Gewinnung der Bausteine 54.  
 Gewichte, spezifische, von  
 Asphalt 232.  
 Beton 141.  
 Eisen 162.  
 Gips 125.  
 Glas 222.  
 Mörtel 103, 108, 111, 113.

Stein 35.  
 Ziegel 83.  
 Ziegelmauerwerk 83.  
 Gewölbiegel 72.  
 Gips 123.  
 " dielen 91.  
 " marmor 128.  
 " schlackenpflaster 92.  
 " stuck 127.  
 Gipsen 221.  
 Glas 220.  
 " bausteine 228.  
 " dachziegel 129.  
 " fiese 225.  
 " hohlsteine 228.  
 Glasieren der Ziegel 71.  
 Glassteine 229.  
 " ziegel 228.  
 Glühfarben des Eisens 167.  
 Goudron 231.  
 Gravieren des Glases 221.  
 Griffiges Bauholz 17.  
 Grobjähriges Holz 6.  
 Grobmörtel 138.  
 Grundierung 170.  
 Gußeisen 153.  
 Gußglas 225.

## H.

Hackenblatt 27.  
 Hackelsteine 55.  
 Hängeblech 184.  
 Halbeisen 57.  
 Halbholz 17.  
 Halbporzellan 61.  
 Handschlagziegel 63.  
 Hartglas 226.  
 Hausteine 55.  
 Hohl dielen 93.  
 " ziegel 78.  
 Holz 5.  
 " ringe 6.  
 " seilbretter 94.  
 Hoffmannscher Ringofen 66.  
 Hydraulischer Kalk 106.  
 Hydraulische Zuschläge 118.  
 Hydrosandstein 87.  
 Hygiol 95.  
 Hylol 85.

## I.

I-Eisen 187.  
 Imprägnieren 12.  
 Inanspruchnahme, zulässige, von  
 Beton 149.  
 Eisen 162.  
 Holz 25.  
 Nietungen 199.  
 Stein 44.  
 Ziegeln 84.

## J.

Jagzapfen 30.  
 Jahresringe 6.  
 Jalousie-Wellblech 182.

## K.

Kamm 33.  
 Kantholz 17.  
 Kalk 99.  
   "  brei 100.  
   "  gebrannter 99.  
   "  gelöschter 99.  
   "  gruben 100, 102.  
   "  hydrat 99.  
   "  milch 100.  
   "  öfen 101  
   "  sandsteine 86.  
   "  sandziegel 86.  
   "  steine 99.  
   "  stuck 105.  
   "  zementmörtel 117.  
   "  teig 100.  
   "  wasser 100.  
   "  ziegel 86.  
 Kathedralglas 226.  
 Keenes Zement 126.  
 Keile 209.  
 Keilzapfen 30.  
   "  ziegel 72.  
 Kennzeichen der Güte bei  
   Glas 221.  
   Holz 15, 16.  
   Stein 54.  
   Ziegel 71.  
 Kern der Stämme 7.  
 Kies 55.  
 Klassifikation der Bausteine 54.  
 Kleineisen 189, 191, 197.  
 Klinker 61, 76.  
 Knotenblech 202.  
 Kochprobe 133.  
 Kokolithplatten 94.  
 Kokosgipsdielen 94.  
 Koksziegel 82.  
 Konferenzen, internationale 3.  
 Korksteine 88.  
 Kraushammer 57.  
 Krebs 16.  
 Kreideglas 224.  
 Kreuzholz 17.  
 Kreuzungen von Konstruktionsteilen aus  
   Eisen 205.  
   Holz 29.  
 Kreuzzapfen 30.  
 Kristallglas 224.  
 Krönelhammer 57.  
 Kropf 16.  
 Kuchenprobe 132.  
 Kupfer 210.  
 Kunstsandsteine 87.

## L.

Laden 17.  
 Laibungsdruck 199.  
 Landenen 5.  
 Lapidit 95.  
 Laschen 27, 200, 202.  
 Latten 17.  
 Lattstäme 17.

Legierungen 217.  
 Legnolith 95.  
 Lehmbarren 85.  
   "  mörtel 136.  
   "  patzen 85.  
   "  steine 85.  
 Lochziegel 78.  
 Löschen des Kalkes 102.  
 Löschiegel 88.  
 Lötens 198.  
 Loriotscher Mörtel 105.  
 Lot 198.  
   "  Hart- 198.  
   "  Schlag- 198.  
   "  Weich- 198.  
 Luftdurchlässigkeit 51.  
   "  kalk 99.  
   "  trocknen 11.  
   "  ziegel 85.  
 Luxferglas 226.  
   "  prismen 227.

## M.

Macks Gipsdielen 91.  
   "  Zementgips 127.  
 Mac Lean-Zement 126.  
 magerer Kalk 100, 105.  
 Magnesiakalk 128.  
   "  "  zement 128.  
   "  "  zement 128.  
   "  "  ziegel 82.  
 Majolika 61.  
 Marezzomarmor 128.  
 Mark 6.  
   "  strahlen 7.  
 Marmorzement 126.  
 Maser 6.  
 Maschinziegel 64.  
 Mastix, Asphalt- 231.  
 Mattglas 221.  
 Mauerziegel 70.  
 Mediazement 128.  
 Meiler 65, 101.  
 Messing 217.  
 Mettlacher Fliese 61.  
 Mörtel 96.  
   "  speise 96, 97.  
 Mondglas 225.  
 Musselglas 221.  
 Multiprismen 230.

## N.

Neomarmor 128.  
 Niete 198.  
 Nietköpfe 198.  
 Normalien 3.  
 Normalsand 98.  
 Nuteisen 57.

## O.

Öfen, Brenn-, für  
   Kalk 101.  
   Ziegel 65.

## P.

Papyrolith 95.  
 Parianzement 127.  
 Parkettolith 95.  
 Permeabilität 51.  
 Pflasterziegel 73.  
 Pfosten 17.  
 Polieren von  
   Glas 221.  
   Steinen 59.  
 Poröse Ziegel 78.  
 Porosität 50.  
 Portlandzement 111.  
 Porzellan 61.  
 Preßhartglas 221.  
 Profilsteine 74.  
 Prüfung von  
   Eisen 167.  
   Glas 221.  
   hydraulischen Bindemitteln 119.  
   Stahl 167.  
 Prüfungsanstalten 2.  
 Puzzuolanerde 119.

## Q.

Quadern 55.  
 Quadranteisen 192.  
 Quadranteisen 186.  
 Qualitätszahl 166.  
 Quarzziegel 82.  
 Quellen des Holzes 8, 9, 10.

## R.

Raummeter 17.  
 Reibungskoeffizienten 25, 165.  
 Reliefstück 105.  
 Richtsicherheit 56.  
 Riegelholz 17.  
 Riffelblech 174.  
 Rinde 6.  
 Ringofen 66, 102.  
 Rippenblech 174.  
   " glas 221.  
 Risse, Frost- 16.  
   " Wald- 16.  
 Roheisen 152.  
   " glas 225.  
 Rohre, gußeiserne 154.  
 Rollbalkenblech 182.  
 Romanzement 108.  
 Rost, Schutz des Eisens gegen 169.  
 Rundeisen 186.  
   " holz 17.

## S.

Sägeblöcke 17.  
   " klötze 17.  
 Säulen, gußeiserner 157.  
   " eisen 192.  
 Saftgehalt 7.  
 Salinenglas 24.  
 Sand 55, 97.  
   " steinziegel 86.  
 Santorinerde 119.  
 Scagliol 127.

Scottscher Zement 186.  
 Schachtofen 101.  
 Schalholz 17.  
 Schamottenörtel 137.  
   " ziegel 82.  
 Scharriereisen 57.  
 Schellhammer 198.  
 Scherzapfen 30.  
 Schichtsteine 55.  
 Schieber 68.  
 Schilfbretter 93.  
 Schindel 18.  
 Schlackenzement 121.  
   " ziegel 87.  
 Schlägel 57.  
   " schotter 55.  
 Schlag 56.  
   " eisen 57.  
 Schlagen der Ziegel 63.  
 Schleifen von  
   Glas 221.  
   Steinen 59.  
 Schlemmen 63.  
 Schlieren 221.  
 Schließeneisen 186.  
 Schließkopf 198.  
 Schlitzzapfen 30, 33.  
 Schmiedbares Eisen 158.  
 Schmiedeeisen 158.  
 Schnittholz 19.  
   " steine 55.  
 Schotter 55.  
 Schrägzapfen 30.  
 Schrauben 206.  
   " schloß 203.  
 Schwamm 12.  
 Schwarzblech 172.  
 Schweißen 197.  
 Schweißisen 158.  
   " stahl 159.  
 Schwemmsteine 87.  
 Schwinden 8, 9, 10.  
 Sechseckeisen 186.  
 Selenitmörtel 106.  
 Setzkopf 198.  
 Sicherheitsgrade für  
   Holz 25.  
   Eisen 43.  
 Siemensches  
   Drahtglas 226.  
   Preßhartglas 226.  
 Siehmon u. Rostscher Ringofen 69.  
 Solinglas 224.  
 Sorelscher Zement 129.  
 Sortimente, Holz- 17.  
 Spalholz 18.  
 Sparkalk 106.  
 Sparrholz 17.  
 Spiegelglas 224, 226.  
 Spitzeisen 57.  
 Spitzer 57.  
 Splint 7.  
 Spreutapfeln 93.  
 Spundungen 28.  
 Stabeisen 184.

Stahl 159.  
   " blech 174.  
 Stangeneisen 184.  
 Staubhydrat 99.  
 Steg 187.  
 Stegzementdielen 91.  
 Steine 34.  
   " gebrannte 61.  
   " künstliche 34, 61.  
   " natürliche 34.  
   " ungebrannte 85.  
 Steinbruch 55.  
   " gut 61.  
   " holz 94.  
   " metzarbeiten 57.  
   " zeug 61, 81.  
 Stockhammer 57.  
 Stoltzes Stegzementdielen 91.  
 Stoß 27, 28, 33.  
 Streckmetall 175.  
 Streichen der Ziegel 64.  
 Stucco 105.  
 Stuck 105, 127.  
 Stukkaturblech 184.  
 Sturzblech 172.  
 Sumpf 62, 63.

**T.**

Tafelglas 224.  
 T-Eisen 191, 197.  
 Terrakotta 61, 81.  
 Tombak 218.  
 Tonnenbleche 184.  
 Torgament 95.  
 Tragnetzblech 175.  
 Traß 120.  
 Tripolith 127.  
 Trockenschupfen 66.  
 Trogblech 184.  
 Tuffsteine 87.  
   " ziegel 78.

**U.**

Überblattung 27, 29, 32.  
   " fangglas 221.  
   " schneidung 20, 32.  
 U-Eisen 189.  
 Universaleisen 186.

**V.**

Verbände für Konstruktionsteile aus  
   Eisen 197.  
   Holz 26.  
 Verbandholz 17.  
 Verblendziegel 73.  
 Verbreiterungen von Hölzern 28.  
 Verdübelung 28.  
 Verkämmung 29, 33.  
 Verkleidungsziegel 73.  
 Verlängerter Zementmörtel 106.  
 Verlängerungen von Konstruktionsteilen aus  
   Eisen 197, 203.  
   Holz 27.  
 Verlorener Zementmörtel 105.  
 Vernietungen 198.  
 Versatzung 31, 33.  
 Verschränkung 28.

Verschraubung 28.  
 Versuchsanstalten 3.  
 Verzahnung 28.  
 Vierkanteisen 192.  
 Volumenbeständigkeit der Bindemittel 131.  
 Vorsitzer 198.  
 Vulkanglas 226.

**W.**

Wärmeleitungsfähigkeit 53.  
 Walzeisen 187.  
 Walzenglas 224.  
 Wasseraufnahmefähigkeit 51.  
 Weißblech 174.  
   " kalk 99.  
   " stuck 127.  
   " zement 128.  
 Wellblech aus  
   Eisen 176.  
   Zink 216.  
 Werfen des Holzes 10.  
 Werksteine 55.  
 Werkzeuge, Steinmetz- 57.  
 Wertziffer 166.  
 Winkleisen 194, 197.  
 Witworth, Schrauben-System 206.  
 Wölbleche 184.  
 Wurmfraß 13.

**X.**

Xenon 94.  
 Xylolith 94.

**Z.**

Zahneisen 57.  
 Zapfen 30, 33.  
 Z-Eisen 190, 197.  
 Zementdachplatten 89.  
   " dielen 90.  
   " kalk 108.  
   " platten 90.  
   " röhren 89.  
   " steine 89.  
 Ziegel 61, 62.  
   " brennöfen 66.  
   " Brunnen- 73.  
   " Dach- 78.  
   " ei 62.  
   " erzeugung 62.  
   " Gewölb- 72.  
   " Hohl- 78.  
   " Keil- 72.  
   " Luft- 85.  
   " Mauer- 70.  
   " mehlzement 123.  
   " Pflaster- 73.  
   " poröse 78.  
   " Tuff- 78.  
   " Verblend- 73.  
   " Verkleidungs- 73.  
   " Voll- 69.  
 Zink 214.  
   " zement 128.  
 Zinn 217.  
 Zoll, Steinmetz- 56.  
   " Werk- 56.  
 Zorëseisen 192.  
 Zweispitz 57.









Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352023**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000315981**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352024**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000315982**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000299156**