

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

405

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000296001



DES
INGENIEURS TASCHENBUCH.

357

Ollo Seidel.

Wittweida
im September 94. DES

INGENIEURS TASCHENBUCH.

HERAUSGEGEBEN VOM AKADEMISCHEN VEREIN

„HÜTTE.“

FÜNFZEHNTE,
VÖLLIG UMGARBEITETE AUFLAGE.

MIT ÜBER 1000 IN DEN SATZ EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN
UND 1 TAFEL.

ABTHEILUNG II.

BERLIN 1893.
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.
VORM. ERNST & KORN.

INGENIEURS TASCHENBUCH

HERAUSGEGEBEN VON KARL DEGEN

VIERTHE

VERMISCHTE

Alle Rechte und besonders

das Recht der Uebertragung in fremde Sprachen sind vorbehalten.

BIBLIOTEKA PAWLA I WARSZAWA

KRAKOW

T 405

BERLIN 1887

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN

100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200

Akc. Nr.

4069, 49

Vorwort

zur fünfzehnten Auflage.

Für die Herausgabe der vorliegenden fünfzehnten Auflage von „des Ingenieurs Taschenbuch“ war, wie bei der vierzehnten, der Grundsatz maßgebend, unter vollständiger Wahrung des wissenschaftlichen Charakters ein wirklich brauchbares Nachschlagebuch sowohl für die Berechnung als auch für den Entwurf zu schaffen.

Der Inhalt des Buches ist wiederum durch zahlreiche Um- und Neubearbeitungen verbessert und vermehrt worden. Die unterzeichnete Kommission hat sich dabei der sehr schätzenswerten Mitwirkung und Unterstützung zahlreicher Fachmänner zu erfreuen gehabt; insbesondere ist es ihr eine angenehme Pflicht, den nachbenannten Herren für die thatkräftige Hülfe den herzlichsten Dank auszusprechen.

- E. Andrae, Königl. Regierungs-Bauführer zu Osterfeld: Mechanik flüssiger Körper (Umarbeitung).
- C. Bach, Professor am Königl. Polytechnikum zu Stuttgart: Maschinenteile (Durchsicht), Wassermotoren (Durchsicht), Festigkeit plattenförmiger Körper (Umarbeitung).
- A. Bleichert & Co. zu Leipzig-Gohlis: Drahtseilbahnen (Durchsicht).
- Dr. M. Bock, Fabrikbesitzer zu Sacrau in Schlesien: Herstellung des Papierses (Umarbeitung).
- Dr. R. Doergens, Geh. Regierungsrat, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Vermessungskunde (Durchsicht).
- Ad. Ernst, Professor am Königl. Polytechnikum zu Stuttgart: Lastseile, Riemen, Gurte und Ketten nebst Trommeln und Rollen; Lasthebemaschinen (ohne Krane), Wasserdruckhebemaschinen (Durchsicht, bezw. Umarbeitung).
- A. Goering, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Eisenbahnbau (Umarbeitung).
- F. Görris, Wirkl. Admiralitäts-Rat, Docent an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Schiffsmaschinen (Durchsicht).

- K. Grögler, Professor in Wiener Neustadt: Gesetzliche Vorschriften über Dampfkessel in Oesterreich (Durchsicht).
- Dr. M. Grübler, Professor der technischen Mechanik am Polytechnikum zu Riga: Bewegung starrer Körper, einschl. geometrischer Bewegungslehre (Neubearbeitung).
- F. Gutermuth, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Aachen: Berechnung langer Dampfleitungen (Durchsicht); Kondensation bei Dampfmaschinen (Neubearbeitung).
- A. Harloff, Maschinen-Fabrikant zu Hannover: Holzbearbeitungsmaschinen (Neubearbeitung).
- G. Herrmann, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Aachen: Zeichnerische Bestimmung der Turbinen und Kreiselpumpen (Durchsicht).
- P. Hofmann, Regierungs-Bauführer, Fabrikbesitzer in Chemnitz: Textilindustrie (Durchsicht und Ergänzung).
- J. Hrabák, K. K. Oberbergrat, Professor an der K. K. Berg-Akademie zu Pübram: Analytische Berechnung der Dampfmaschinen (Durchsicht und Ergänzung).
- H. Koch, Bauinspektor, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Hochbau (Durchsicht). Natürliche Steine und Erden (Neubearbeitung).
- Dr. W. Kohlrausch, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Hannover: Elektrotechnik (Durchsicht und Ergänzung).
- J. Konegen, Ingenieur der Maschinenfabrik G. Luther in Braunschweig: Mühlen (Neubearbeitung).
- H. Lang, Königl. Regierungs-Baumeister in Hamburg: Centrifugalpendel-Regulatoren (Neubearbeitung).
- C. Leist, Docent an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Kurbeltrieb (außer Gelenkgeradfürungen), Schwungräder, Fördermaschinen, Umsteuerungen, Einzelheiten der Dampfmaschinen (Durchsicht). Räderwinden, Krane, Kolbenpumpen und Wasserhaltungsmaschinen, Dampfdiagramme, Steuerungen (Umarbeitung).
- G. Meyer, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Eisenbahn-Betriebsmittel und -Betrieb (Durchsicht und Umarbeitung).
- Dr. R. Mehmke, Professor an der technischen Hochschule zu Darmstadt: Beiträge zur Mathematik.
- H. Müller-Breslau, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Statik der Baukonstruktionen (Durchsicht bzw. Umarbeitung).
- M. Niemann, Ingenieur zu Dessau: Gasfabrikation (Durchsicht).
- A. Riedler, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Durchsicht aller den allgemeinen Maschinenbau betreffenden Kapitel.
- H. Rietschel, Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Heizung und Lüftung (Durchsicht und Umarbeitung).

- A. Schmidt, Schiffbau-Ingenieur, Docent an der Königl. technischen Hochschule zu Berlin: Schiffbau (Durchsicht und Umarbeitung).
- R. Striebeck, Professor an der technischen Hochschule zu Darmstadt: Einzelheiten der Turbinen (Neubearbeitung).
- M. Tolle, Regierungs-Bauführer, Lehrer an der technischen Mittelschule zu Köln: Mechanik, Kapitel I bis IV (Neubearbeitung). Zusammensetzung von Normal- und Schubspannungen (Neubearbeitung).
- L. Vogt, Ober-Ingenieur des Bergischen Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereins zu Barmen: Dampfkessel (Durchsicht).
- W. Will, Königl. Regierungs-Bauführer zu Berlin: Wärme-Verbreitung, Materialienkunde (Neubearbeitung). Drehscheiben, Schiebebühnen, Wasserstationen (Umarbeitung).

Die in dieser Zusammenstellung nicht genannten Kapitel des Taschenbuches sind durch die Kommission zum Teil gänzlich umgearbeitet, zum Teil einer gründlichen Durchsicht unterzogen worden. Hierbei kamen uns zahlreiche Verbesserungsvorschläge und Mitteilungen von Fehlern seitens der Fachgenossen zu gute, wofür an dieser Stelle unserem verbindlichsten Dank Ausdruck gegeben werde.

Die Anzahl der Abbildungen hat wiederum um ein bedeutendes zugenommen, auch sind viele ältere Stöcke durch neue ersetzt worden.

Die bei der vorigen Auflage eingeführte Zerlegung des Werkes in zwei Abteilungen hat allgemeine Zustimmung gefunden und wurde beibehalten.

Ein besonderes Augenmerk hat die Kommission gerichtet auf die sorgfältige Angabe der für die mathematisch-technischen Größen zu benutzenden Maßeinheiten und auf eine gleichmäßige Bezeichnung dieser Einheiten; die vom deutschen Bundesrat am 8. Oktober 1878 erlassene Maß- und Gewichtsbezeichnung und die auf dem Pariser Kongress 1881 festgesetzte Bezeichnung der elektrotechnischen Einheiten haben hierfür die Grundlage gebildet. Auch ist eine durchgängig einheitliche Bezeichnung der mathematisch-technischen Größen, so weit überhaupt durchführbar, erstrebt worden, und zwar mit besonderer Rücksicht auf die im Jahre 1880 von der Mehrheit einer Kommission von Abgeordneten technischer Hochschulen angenommene Bezeichnungsweise. Zur Erleichterung des Gebrauches dienen zahlreiche Hinweise auf andere Buchstellen, ein ausführliches alphabetisches Sachverzeichnis und eine vermehrte Angabe der Quellen, besonders da, wo der knapp bemessene Raum zu einer erschöpfenden Wiedergabe des Stoffes unzureichend erschien.

Dem aufmerksamen Benutzer des Taschenbuches werden fernere Verbesserungen, z. B. die Durchführung einheitlicher spezifischen Gewichte der wichtigsten Baustoffe (auch in den Gewichtstafeln), eine dem heutigen Standpunkte der Technik entsprechende Benennungsweise des Eisens u. a. m., sowie das Streben nach kurzem,

aber genau kennzeichnendem Ausdruck — unter Vermeidung entbehrlicher Fremdwörter — nicht entgehen.

Die vom 1. Januar 1893 ab gültigen neuen Verordnungen des deutschen Bundesrates auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens konnten wegen des fortgeschrittenen Druckes in den Teilen „Eisenbahnbau“ und „Lokomotiven“ des neunten Abschnittes nicht mehr berücksichtigt werden; es sind indes in einem Nachtrage (s. Abteil. II. S. 679) die wesentlichsten Abweichungen der neuen Bestimmungen von den früheren zusammengestellt worden.

Dem angestrengtesten Bemühen der Kommission war es nicht vergönnt, die Schwierigkeiten einer fast vollständigen Umarbeitung des Taschenbuches in kürzerer Zeit als geschehen, zu bewältigen. Unter diesen Umständen sah die Verlagshandlung sich genötigt, in Berücksichtigung vielseitiger Wünsche das Erscheinen in Lieferungen zu bewerkstelligen.

In Hinsicht auf die dem Taschenbuche noch verbliebenen Mängel wolle das technische Publikum eine nachsichtige Beurteilung walten lassen und der fünfzehnten Auflage ein gleiches Wohlwollen entgegenbringen, wie den früheren.

Die Verlagshandlung hat auch bei Herausgabe der fünfzehnten Auflage den Wünschen der Kommission in zuvorkommendster Weise entsprochen und keine Kosten gescheut, dem Taschenbuche eine würdige Ausstattung zu teil werden zu lassen.

Charlottenburg, im Dezember 1892.

Die Taschenbuch-Kommission der Hütte.

I. A.: A. Laskus.

An alle verehrlichen Fachgenossen wird die ergebene Bitte um Mitteilung von Unrichtigkeiten und Abänderungsvorschlägen gerichtet, die bei Bearbeitung der nächsten Auflage die thunlichste Berücksichtigung finden werden. Alle Mitteilungen wolle man richten „An die Taschenbuch-Kommission der Hütte, Charlottenburg, Technische Hochschule.“

INHALTSVERZEICHNIS

der zweiten Abteilung.

ACHTER ABSCHNITT.

Vermessungskunde.

I. Instrumente.

	Seite
A. Längenmeßinstrumente	1
B. Instrumente zum Abstecken rechter Winkel	2
C. Meßinstrumente für beliebige Winkel	3
D. Höhenmeßinstrumente	13
E. Instrumente zum Auftragen, Kartieren und Flächenberechnen	17

II. Anwendung der Instrumente.

A. Horizontalmessungen	19
B. Höhenmessungen	23
C. Horizontal- und Höhenmessung mittelst Photogrammetrie	26
D. Flächenberechnung	26

NEUNTER ABSCHNITT.

Eisenbahnwesen.

Amtliche Vorschriften	27
---------------------------------	----

I. Eisenbahnbau.

A. Vorarbeiten.	
I. Geschäftsgang in Preußen	28
II. Grundzüge für die Vorarbeiten	29
III. Amtliche Vorschriften	35
IV. Ausführung der technischen Vorarbeiten	41
B. Bahnbau.	
I. Unterbau	57
II. Einfriedigungen, Schneeschutz, Wegeübergänge	67
III. Oberbau	71

	Seite
IV. Weichen und Kreuzungen	94
V. Drehscheiben und Schiebebühnen	106
C. Gesamtanordnung der Bahnhofsanlagen	116

II. Betriebsmittel.

A. Lokomotiven.	
I. Allgemeines	136
II. Der Lokomotivkessel	137
III. Die Lokomotivmaschine	146
IV. Das Gestell der Lokomotive	154
V. Der Tender	156
B. Wagen	157

III. Eisenbahnbetrieb.

A. Signalwesen	173
B. Stations- und Zugdienst	174
C. Maschinendienst	177
D. Werkstättendienst	178
E. Bahnunterhaltung	183
F. Güterdienst	184

IV. Drahtseilbahnen.

A. Draht- und Seilriesen	186
B. Drahtseilbahnen mit ununterbrochenem Betrieb	187

ZEHNTER ABSCHNITT.

Statik der Baukonstruktionen.

I. Berechnung der Brücken- und Dachkonstruktionen.

A. Frei aufliegende Träger mit 2 Stützpunkten (Biegemomente und Querkräfte)	195
B. Durchlaufende Träger ohne Gelenke (Querkräfte und Biegemomente für gleichmäßige Belastung)	199
C. Durchlaufende Träger ohne Gelenke, beansprucht durch Einzellasten	202
D. Blechträger	204
E. Fachwerkträger. Verfahren der statischen Momente	208
F. Fachwerkträger. Analytische Berechnung	211
I. Fachwerk mit Vertikalen. (Ständerfachwerk)	211
II. Fachwerk ohne Vertikalen. (Strebenfachwerk)	224
G. Zeltdächer	227
H. Allgemeine Theorie des statisch unbestimmten Fachwerks	229
J. Die Sätze von der Formänderungsarbeit	231
K. Besondere Fälle statisch unbestimmter Bogenträger. Einflußlinien der statisch nicht bestimmaren Größen	234
L. Der stabförmige, elastische Bogen mit 2 Kämpfergelenken und ohne Scheitलगelenk (Blechbogen)	237
M. Einflußlinien für die Momente, Querkräfte und Stabkräfte ebener Fachwerke	239
N. Die Schwedlersche Kuppel	246
O. Näherungsformeln für einige Holzkonstruktionen	251

II. Erddruck und Futtermauern 253

III. Gewölbe. 259

A. Berechnung der Gewölbestärke	259
B. Theorie der Stützlinie	262
C. Standfähigkeit des Widerlagers	267
D. Theorie des Kuppelgewölbes	267

IV. Belastungsangaben.

A. Eigengewichte von Baustoffen	269
B. Eigengewichte und Belastungen von Bauteilen im Hochbau	270
I. Vorschriften der Bauabteilung des preussischen Ministeriums der öffentl. Arbeiten	270
II. Vorschriften der Berliner Bau-Polizei	273
C. Belastung der Brückenkonstruktionen aus Eisen	273
I. Straßenbrücken	273
II. Eisenbahnbrücken	275
D. Verkehrsbelastung gewölbter Brücken	277

ELFTER ABSCHNITT.

Hochbau.

I. Arbeitsleistung 279

II. Gründungen von Bauwerken 282

III. Mauerwerk 288

A. Mauerstärken	289
B. Die verschiedenen Arten Mauerwerk	291
C. Verschiedene Arbeiten und Materialien	293
D. Maueröffnungen	296
E. Gewölbe	296
F. Fachwände	301
G. Putz	302
H. Trockenschichten	304

IV. Dächer.

A. Tragkonstruktionen der Dächer	305
B. Dachdeckungen	314

V. Ausbau.

A. Treppen	323
B. Decken	324
C. Fußböden	327
D. Fenster und Thüren	328
E. Lüftung geschlossener Räume	329
F. Heizung geschlossener Räume	338
G. Beleuchtung der Räume	357
H. Wasserversorgung	358

	Seite
VI. Besondere Bauanlagen	359
VII. Kosten und Dauer von Bauwerken	363

ZWÖLFTER ABSCHNITT.

S c h i f f b a u.

Bezeichnungen	367
-------------------------	-----

I. Konstruktion des Schiffskörpers.

A. Bestimmung des Deplacements	368
B. Bestimmung der Hauptabmessungen	379
C. Bestimmung des Tonnengehaltes	390
D. Deplacements-Skalen	390
E. Berechnung des Deplacements, der Schwerpunkte, des Metacentrums u. s. w.	392
F. Berechnung der Stabilität	399
G. Geschwindigkeitsberechnung	405
H. Verfahren zur Bestimmung der benetzten Oberfläche	411
J. Maß der Geschwindigkeit	412

II. Konstruktion des Segelsystems.

A. Rundhölzer	412
B. Segelareal	415
C. Ruder	418

III. Schiffsmaschinen und Propeller.

A. Propeller	419
B. Schiffsmaschinen	425
C. Kessel	435

DREIZEHNTER ABSCHNITT.

E i s e n h ü t t e n k u n d e.

I. Materialien.

A. Feuerfeste Materialien	445
B. Brennstoffe	446
C. Eisenerze	449

II. Darstellung des Roheisens.

A. Behandlung der Erze	449
B. Hochöfen	451
C. Zusammensetzung des Roheisens	458
D. Gießerei-Betrieb	459

III. Darstellung von schmiedbarem Eisen.

A. Puddelofenbetrieb	461
B. Bessemer- und Thomas-Werke	462
C. Flammofenflußeisen (Martineisen)	465
D. Tiegelflußstahl	466
E. Cementstahl	467
F. Schmiedbarer Guß	467

IV. Walzwerke 468**VIERZEHNTER ABSCHNITT.****Technologie.****I. Mühlen.**

A. Getreidemühlen	471
B. Oelmühlen	484
C. Lohmühlen	487
D. Trafs- und Gipsmühlen	487

II. Textilindustrie.

Zusammenstellung der gebräuchlichsten Garnnumerierungen	488
A. Flachs, Hauf, Nessel	489
B. Jute	495
I. Spinnerei	495
II. Weberei	497
C. Baumwolle	499
D. Wolle	511
E. Färberei und Zeugdruck	531

III. Herstellung des Papierses 536**IV. Gasfabrikation.**

A. Material und Ausbeute	545
B. Herstellung	548
C. Verteilung	554
D. Gasmotoren	563
E. Leuchtgas aus Oelen	566

FÜNFZEHNTER ABSCHNITT.**Elektrotechnik.****I. Allgemeines.**

A. Maßeinheiten	567
B. Elektrische Grundgesetze	568
C. Elektromagnetismus und Induktion	571

II. Galvanische Elemente.

A. Primäre Elemente	574
B. Akkumulatoren (Sammler)	574
C. Schaltung von Elementen	577

III. Dynamomaschinen.

A. Gleichstrommaschinen	577
B. Wechselstrommaschinen	591
C. Drehstrom	592
D. Transformatoren	594

IV. Elektrische Beleuchtung 595**V. Elektrische Kraftübertragung 599****VI. Verteilung und Leitung 600**

Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen	604
---	-----

SECHZEHNTER ABSCHNITT.**Materialienkunde.****I. Allgemeines.**

A. Die wichtigsten Elemente und ihre bekanntesten Verbindungen	609
B. Specifiche Gewichte	612
C. Gewichte geschichteter Körper	617

II. Metalle.

Allgemeines	618
A. Eisen	620
B. Zink	661
C. Kupfer	662
D. Blei	663
E. Zinn	664
F. Metalllegierungen	664

III. Natürliche Gesteine und Erden 667**IV. Mörtelmaterialien und Beton 671****V. Nutzhölzer 675**

Nachtrag zum neunten Abschnitt (Eisenbahnwesen)	679
---	-----

A n h a n g .

A. Münztafel	681
B. Vergleich der Mafse und Gewichte verschiedener Länder mit dem metrischen Mafs und Gewicht	683
C. Mafse und Gewichte verschiedener Länder	690
D. Vergleichstafeln zusammengesetzter Mafseinheiten	697
E. Patentwesen	699
F. Schiffsvermessungs-Ordnung für das Deutsche Reich	704
G. Norm zur Berechnung des Honorars für Arbeiten des Architekten und Ingenieurs	710

Alphabetisches Sachverzeichnis	713
---	------------

Berichtigungen zu Abteilung I.

Seit Ausgabe der Abteil. I sind noch folgende Unrichtigkeiten bekannt geworden, die wir vor Gebrauch des Buches zu verbessern bitten.

S. 16 Z. 1 v. o. setze: πn statt πn^2 .

S. 17 Z. 1 v. u. Sp. 6 setze: 2,90309 statt 9,90309.

S. 39 Z. 8 v. o. setze: $a_1 x + \dots$ statt $a_2 x + \dots$ (Nur in wenigen Exemplaren).

S. 141 Z. 2 v. u. setze: 9,806056 statt 9,805056.

S. 190 Z. 13 und 14 v. u. in den Ausdrücken für ω_1 setze: $\frac{g^h}{3}$ statt $\frac{h}{3g}$.

S. 192 Z. 8 v. u. ist das Wort „besser“ zu streichen. Vergl. hierzu Kalep, Civilingenieur 1892, S. 380.

S. 202 Z. 5 v. o. füge hinzu: in cm.

S. 238 Z. 2 v. o. setze: $F_1 > 10 F_2$ statt $F_1 < 10 F_2$.

S. 238 Z. 10 v. o. ist zu streichen.

S. 324 Z. 6 v. u. setze: $J = 0,1 \left(0,103 + 0,186 \frac{h}{b} \right) h^2 \delta$.

S. 366 Z. 5 v. u. setze: $\psi = \frac{2}{3\pi} = 0,21$ statt $\psi = \frac{3}{2\pi} = 0,48$.

S. 613 Z. 4 v. o. setze: 0,00086 Qc_3^2 statt 0,00086 c_3^2 .

S. 615 Z. 16 v. o. und 4 v. u. setze überall das zehnfache der angegebenen Zahlenwerte der Betriebsarbeit (in PS).

S. 708 Z. 9 v. u. setze: $\sqrt{1 + \frac{l}{l_1}}$ statt $\sqrt{\frac{l}{l_1}}$.

S. 710 Z. 11 v. o. schalte hinter: „indem man“ ein: „bei der Anordnung der Abbild. 597 für die Mittellage“.

Berichtigungen zu Abteilung II.

S. 13 Z. 18 v. u. setze auf beiden Seiten der Gleichung statt der sin-Funktionen die entsprechenden cos-Funktionen.

S. 27. Amtliche Vorschriften. Vergl. hierzu den Nachtrag a. S. 679.

S. 36 Abbild. 39. Das Maß 4,800 m reicht unten bis auf S.O.

S. 136 Z. 4 v. u. setze: 0,100 statt 0,010.

S. 151 Z. 9 v. o. setze: $D - 46$ cm statt $D - 0,46$ cm.

S. 425 Z. 12 v. u. setze: kleinere statt keinere.

ACHTER ABSCHNITT.

VERMESSUNGSKUNDE.

I. INSTRUMENTE.

A. Längenmeßinstrumente.

1. **Meßlatte**, hölzerner prismatischer Stab mit Maßsteilung in zweifarbigen Oelanstrich, 3 bis 5 m lang, an den Enden mit Eisen oder Messing beschlagen. Der Fehler für 1 m Länge 1 bis 4 mm, durchschnittlich 3 mm, also 1 : 333.

2. **Meßkette**, 20 m lang, besteht aus Gliedern von starkem Eisendraht, die an den Enden umgebogen und durch Ringe verbunden sind. Mitte bis Mitte Ring 0,5 m. Fünf und zehn Meter durch kleine Eisenplättchen besonders bezeichnet. Die Enden haben größere Ringe zur Aufnahme der Kettenstäbe. Von Zeit zu Zeit eine Berichtigung der Kette nötig, da diese durch den Gebrauch ungenau wird. (Dergl. Vorrichtungen s. Grunerts Archiv). Besondere Stäbchen dienen zum Zählen der Kettenschläge. Als Fehlergrenze auf 1 m 3 mm zulässig.

3. **Meßband**, 20 m lang, besser als Meßkette, ein 1 bis 2 cm breites und 1 mm dickes Stahlband. Maßsteilung durch aufgenietete Messingplättchen. Die Enden des Meßbandes tragen bewegliche Ringe zur Aufnahme der Stäbe. Zur Verhütung des Verkantens müssen die Endringe um zwei zu einander rechtwinklige Bolzen drehbar angeordnet sein (s. D. R. P. 6287). Fehlergrenze wie 2.

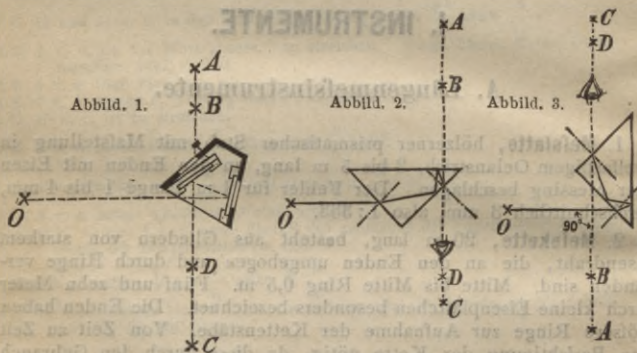
4. Anzuführen sind außerdem entfernungsmessende Fernrohre, Meßrad und Schrittzähler (Pedometer)*.

* Mittlere Schrittlänge eines mittelgroßen 30jährigen Mannes beträgt 80 cm \pm 5 cm, Veränderlichkeit derselben 1 bis 2%.

B. Instrumente zum Abstecken rechter Winkel.

1. **Winkelkopf** oder **Winkeltrommel**, innen geschwärtzter Messingcylinder, auch Prisma oder Kegel, mit 4 oder 8 zur Achse parallelen Spalten, deren Verbindungslinien sich unter 90° bzw. 45° schneiden. Je zwei Gegenspalten bilden Okular diopter (feine Spalte), Objektiv diopter (breite, mit gespanntem Faden). Richtig ist das Instrument, wenn zwei, durch dasselbe Diopterpaar visierte rechte Winkel in ihren freien Schenkeln eine Gerade bilden. Winkelkopf nur zum Errichten, nicht zum Fällen von Senkrechten.

2. **Winkelspiegel** (Abbild. 1) besteht aus zwei in einem Gehäuse befindlichen Spiegeln, welche unter 45° geneigt sind. Ist geeignet zum Errichten und Fällen von Loten. — Soll in einem Punkte auf AB eine Senkrechte errichtet werden, so muß Stange O so lange eingerichtet werden, bis deren durch zweimalige Zurückstrahlung entstandenes Bild sich mit den über den Spiegeln hinweg-



gesehenen Stangen A und B deckt. — Soll von O eine Senkrechte auf AB gefällt werden, so muß man auf AB so lange fortschreiten, bis das Bild von O sich mit AB deckt. — Die Hauptöffnung ist in beiden Fällen O zugekehrt.

Richtig ist das Instrument, wenn der Fußpunkt des von O gefällten Lotes sowohl nach AC , wie nach CA schreitend, in denselben Punkt fällt. Im anderen Falle verbessert man den fehlerhaften Winkel durch Schraubenverstellung des einen Spiegels, oder Verstellung beider durch Keilvorrichtung.

3. **Winkelprisma**, (Abbild. 2 und 3) ein mit Fassung versehenes, rechtwinklig-gleichschenkliges Glasprisma, dessen Hypotenusebene spiegelnd wirkt. Nur das durch doppelte Zurückstrahlung und Brechung entstehende Bild (s. Anwendung des Winkelprisma nach den Abbild. 2 und 3) ist richtig.

Prüfung und Anwendung wie beim Winkelspiegel.

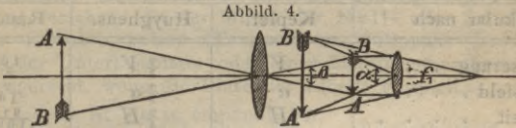
4. **Prismenkreuz**, dient zum Aufsuchen von Zwischenpunkten einer Geraden, besteht aus zwei rechtwinklig-gleichschenkligen Glasprismen, deren Hypotenusenebenen sich rechtwinklig schneiden.

C. Mefsinstrumente für beliebige Winkel.

a. Winkelmeßinstrumente mit fester Unterstützung.

1. Allgemeine Teile.

1. **Keplersches** oder **astronomisches Fernrohr** (Abbild. 4), hat eine Objektivlinse (Konvexlinse mit großer Brennweite, ein umgekehrtes Bild entwerfend) und eine Okularlinse (Linse mit kleiner



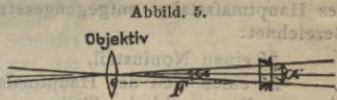
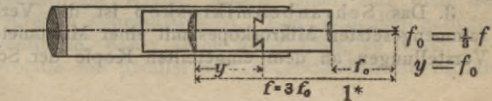
Brennweite, als Lupe wirkend). Objektiv achromatisch, Okular in der Regel zusammengesetzt. Vergrößerung eines Fernrohres ist das Verhältnis des Seh winkels des Fernrohrbildes zu dem des Gegenstandes. Gesichtsfeld eines Fernrohres (Abbild. 5) ist abhängig

von $\alpha = \frac{a}{F} \cdot 206265''$, wo a

der Durchmesser der Fadenkreuzöffnung, F die Brennweite des Objektivs ist. Das Fadenkreuz (Abbild. 6 und 7) muß an der Stelle sich befinden, wo das durch die Objektivlinse entworfene Bild entsteht. Zu diesem Zwecke der Okularauszug durch Zahnstange und Trieb verstellbar. Ein anvisierter Punkt soll in der Kollimationsachse (Visierlinie, optischen Achse) liegen, d. h. in der Verbindungslinie des optischen Mittelpunktes der Objektivlinse mit dem Schnittpunkte des Fadenkreuzes. Zwei verschiedene Okulare vorzugsweise gebräuchlich:

α . **Huyghenssches Okular** (Abbild. 8) mit zwei plankonvexen Linsen, deren konvexe Seiten dem

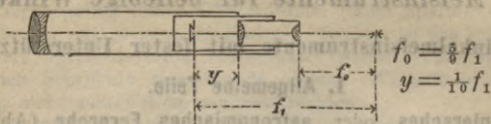
Objektiv zugewandt; dazwischen Fadenkreuz.



Abbild. 8.

β. **Ramsdensches Okular** (Abbild. 9), hat zwei plankonvexe Linsen, in konstantem Abstände, die ihre konvexen Seiten einander zukehren. Fadenkreuz beweglich zwischen Okular und Objektiv.

Abbild. 9.



Folgende Tafel vergleicht die Okulare in bezug auf das Keplersche als Einheit:

Okular nach	Kepler.	Huyghens.	Ramsden.
Vergrößerung	V	$\frac{2}{3} V$	$\frac{10}{9} V$
Gesichtsfeld	α	$\frac{3}{2} \alpha$	$\frac{9}{10} \alpha$
Helligkeit	H	$\frac{9}{4} H$	$\frac{81}{100} H$

2. Ablesevorrichtungen:

α. **Nonius** oder **Vernier**, dient zum Messen von Bruchteilen einer Hauptteilung, an welcher er verschiebbar. Vor- und nachtragender Nonius unterschieden. Bei ersterem die Teilung der des Hauptmaßstabes entgegengesetzt, bei letzterem gleichgerichtet. Bezeichnet:

N einen Noniusteil,

M einen Teil des Hauptmaßstabes,

n die Anzahl der Teile,

$A = \frac{M}{n}$ die „Angabe“ des Nonius,

so ist beim vortragenden Nonius:

$$nN = (n + 1)M, \text{ also } N = M + A$$

und beim nachtragenden Nonius:

$$nN = (n - 1)M, \text{ also } N = M - A.$$

Nachtragender Nonius bei Kreisteilungen, vortragender bei Längenmaßstäben hauptsächlich gebraucht.

β. **Mikroskop**. 1. Das einfache Mikroskop, die Lupe, eine bikonvexe Linse, deren Brennweite kürzer als die deutliche Sehweite (rd. 30 cm).

2. Das zusammengesetzte Mikroskop besteht aus einem Objektiv, einer plankonvexen Linse und dem Okular (durch zwei Linsen gebildet, Campanisches Okular).

3. Das Schraubenmikroskop ist die Verbindung des zusammengesetzten Mikroskopes mit einer Mikrometerschraube, deren Verstellungen an dem eingeteilten Kopfe der Schraube abgelesen

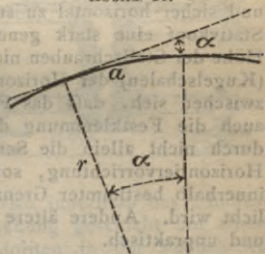
und auf das zur Teilung parallel verschiebbare Fadenkreuz übertragen werden. Eine ganze Umdrehung der Mikrometerschraube entspricht der Verschiebung des Fadenkreuzes um einen Teilstrich des Maßstabes.

3. **Libellen**, zum Horizontieren von Geraden und Ebenen dienend; bestehen aus einem in Messing gefassten verschlossenen Glasgefäß, welches mit Flüssigkeit (meist Aether) bis auf eine kleine Luft- oder Dampfblase gefüllt ist.

α . **Röhrenlibelle**, ein aufsen cylindrisches Glasrohr, in einer ausgeschnittenen, mit Stellvorrichtung versehenen Messingröhre gefasst. Innenwandung des Glasrohres nach einem Kreisbogen tonnenartig ausgeschliffen. (Libellen aus gebogenen Glasröhren sehr unempfindlich). Die Röhre ist mit einer Teilung (1 par. Lin. oder 2,25 mm) versehen. In der Mitte, der Null- oder Spielpunkt. Ist die Libellenachse (Tangente im Nullpunkt der Teilung) parallel der Unterlagsplatte oder einer Instrumentenachse, so sind diese wagerecht, wenn die Blase der Libelle einspielt.

Die Libelle ist um so empfindlicher, je größer der Ausschlag bei gleicher Neigung der Libellenachse gegen die Wagerechte, oder auch, bei je kleinerem Neigungswinkel α der Libellenachse gegen die Wagerechte (Abbild. 10) sich derselbe Ausschlag a ergibt, mithin je größer der Halbmesser r des Schliffes ist. Zur Prüfung der Libelle dient das sogen. Justier- oder Legebrett, eine ebene Platte, welche auf drei Spitzen ruht und deren Neigung zum Horizont mittelst einer Mikrometer-

Abbild. 10.



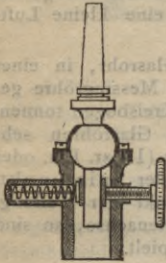
schraube geändert werden kann. Ist der Ausschlag bei gleichen Neigungswinkeln gleich groß, dann ist die Libelle richtig. — Die Libelle hat eine Stellvorrichtung, mittelst welcher die Lage der Libellenachse geändert werden kann. Die Parallelität der Libellenachse zur Unterlagsplatte wird dadurch geprüft, daß man die Blase mittelst der Stellvorrichtung zum Einspielen bringt und dann die Libelle um 180° dreht. Spielt die Blase wieder ein, so ist das Instrument richtig. Erfolgt ein Ausschlag, so entspricht dieser dem doppelten Neigungswinkel der Achse gegen die Horizontalebene. Der Fehler wird durch die Stellvorrichtung beseitigt.

β . **Dosenlibelle**, besteht aus einem cylindrischen Metallgefäß mit einem plan- oder konvex-konkaven Glasdeckel. Oberseite des Deckels zeigt konzentrische Kreise. Libelle spielt ein, wenn die Aetherblase den Kreisen konzentrisch ist. Empfindlichkeit geringer als bei der Röhrenlibelle, daher keine Verwendung zu feinen Arbeiten. Unterlagsplatte soll parallel der Tangentialebene im Mittel-

punkt der konzentrischen Kreise sein. Prüfung gleichfalls mittelst des Justierbrettes.

4. **Horizontiervorrichtungen**, dienen zum Horizontieren der Instrumente unter Benutzung der Libelle. — Hierzu gehören:

Abbild. 11.



α. **Nufsvorrichtung** (Abbild. 11), nimmt in einem Zapfen die Instrumentenhülse oder in einer Hülse den Zapfen des Instrumentes auf. Das Kugelgelenk und hiermit der Zapfen werden durch zwei Stellschrauben und durch den von der Spiralfeder angedrückten Stift verstellt.

β. **Dreifufsvorrichtung**, horizontiert durch Einstellung dreier feingeschnittener Stellschrauben. Muttergewinde der letzteren in den drei Armen, die die Hülse tragen.

γ. Neueste **Horizontiervorrichtung** für Meßinstrumente von H. Müller & F. Reinecke, in Firma A. Meißner-Berlin (D. R. P. 36577), kann mit dem Kopf eines beliebigen Stativs in Verbindung gebracht werden, dient dazu, ein Meßinstrument schnell und sicher horizontal zu stellen und zu centrieren, selbst wenn der Stativkopf eine stark geneigte Lage hat, für welche die übliche Höhe der Stellschrauben nicht mehr ausreichen würde. Die Gelenke (Kugelschalen) der Horizontiervorrichtung fassen die Stativplatte so zwischen sich, daß das Festklemmen dieser Gelenke gleichzeitig auch die Festklemmung der Horizontiervorrichtung bewirkt, wodurch nicht allein die Senkrechtstellung der lotrechten Achse der Horizontiervorrichtung, sondern auch deren centrische Einstellung innerhalb bestimmter Grenzen ohne Verrückung des Stativs ermöglicht wird. Andere ältere Einrichtungen dieser Art unvollkommen und unpraktisch.

5. **Stative**, die Gestelle der Instrumente.

α. **Zapfenstativ**, besteht aus einem dreiseitigen Holzprisma mit einem Zapfen zur Aufnahme der Nufsvorrichtung. An den Seiten des Prismas sind die Füße mittelst Flügelschrauben befestigt.

β. **Scheibenstativ**, hat eine cylindrische oder dreimal ausgeschnittene Platte, auf welche die Dreifufsvorrichtung gestellt wird. Durch eine Oeffnung in der Mitte der Platte ist ein durch eine starke Feder gehaltener Haken zur Befestigung des Dreifufses gezogen. Die Füße sind mittelst Charnieren angebracht.

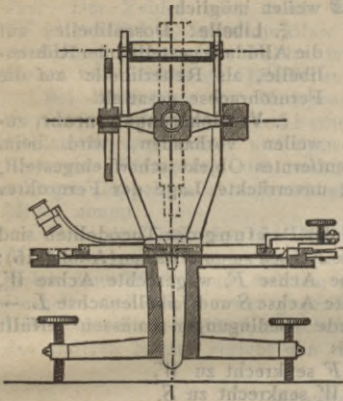
2. Theodolit.

Dient zum Messen von wagerechten und lotrechten Winkeln, wenn ein Höhenkreis vorhanden ist. Azimutalinstrument, ein Theodolit ohne Höhenkreis. — Teile des Theodoliten sind:

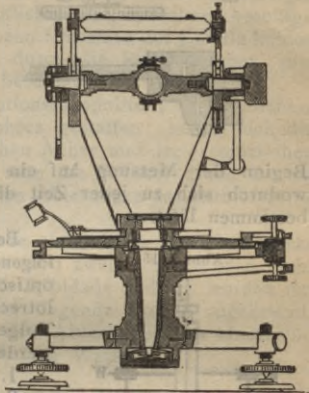
α. **Dreifufs** (s. o.).

β. Limbus, eine meist volle Kreisscheibe, auf deren Rande gewöhnlich auf einem eingelegten Silberstreifen die Teilung in ganze, halbe oder drittel Grad angebracht ist. Bei dem einfachen Theodoliten (Abbild. 12) sind Dreifufs und Limbus fest mit einander verbunden. Bei dem Repetitions- oder Multiplikationstheodoliten (Abbild. 13) der Limbus mittelst eines Zapfens in der Büchse des Dreifusses drehbar.

Abbild. 12.



Abbild. 13.

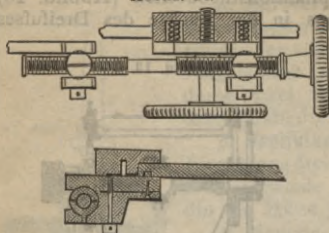


γ. Alhidade, eine Kreisscheibe, die sich innerhalb des Limbus, konzentrisch zu ihm, bewegt. Die Drehung geschieht um einen Zapfen, der bei dem einfachen Theodoliten in der Büchse des Dreifusses, bei dem Repetitionstheodoliten in dem durchbohrten Zapfen des Limbus steckt. Auf der Alhidade diametral gegenüber liegende Marken und nachtragende Nonien angebracht. Statt der letzteren kommen auch Schraubenmikroskope vor. Neuere Konstruktion des lotrechten Achsensystems für Repetitions-Theodoliten nach A. Meissner-Berlin: In die mit dem Dreifufs fest verbundene Centralbüchse der Alhidadenzapfen (von Stahl) genau ein- und auf die äußere, konisch gestaltete Fläche der Centralbüchse die mit dem Limbus fest verbundene Büchse genau aufgepasst. Auf diese Weise beide Kreise unabhängig von einander und nicht wie bisher der Limbuszapfen durch das nicht unbedeutende Gewicht des Oberbaues belastet.

δ. Klemm- und Mikrometervorrichtung, durch welche die Stellung der Alhidade zum Limbus, bzw. die des Limbus zum Dreifufs gesichert wird. Rand- oder Schleifklemmen, Abbild. 14, S. 8, und Centraklemmen. Letztere zweckmäßiger.

ε. **Fernrohr**, entweder centrisch oder excentrisch angebracht, je nachdem die Umdrehungsebene der Kollimationsachse durch die lotrechte Achse des Zapfens geht oder nicht. Die Lager, getragen von zwei auf der Alhidade befestigten Stützen, sind geschlossen oder offen und gestatten in diesem Falle ein Umlegen des Fernrohres. Im ersteren Falle ein Durchschlagen desselben bisweilen möglich.

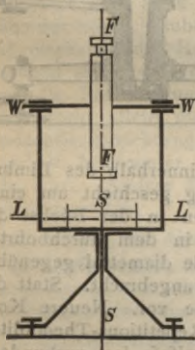
Abbild. 14.



ξ. **Libelle**: Dosenlibelle, auf die Alhidade gestellt, oder Röhrenlibelle, als Reiterlibelle auf die Fernrohrachse gesattelt.

ζ. **Versicherungsfernrohr**, zuweilen vorhanden, wird beim Beginn der Messung auf ein entferntes Objekt scharf eingestellt, wodurch sich zu jeder Zeit die unverrückte Lage des Fernrohres bestimmen läßt.

Abbild. 15.



Bei der Prüfung des Theodoliten sind folgende Achsen zu untersuchen (Abbild. 15): optische Achse F , wagerechte Achse W , lotrechte Achse S und Libellenachse L . — Folgende Bedingungen müssen erfüllt werden:

1. F senkrecht zu W ,
2. W senkrecht zu S ,
3. L senkrecht zu S ,
4. S muß beim centrischen Fernrohr in der Umdrehungsebene von F liegen.

Ist F nicht senkrecht zu W , so tritt der Kollimationsfehler auf, da die Kollimationsachse beim Drehen eine Doppelkegelfläche beschreibt. Dieser Fehler wird ermittelt durch Anvisieren eines Punktes und darauf folgendes Umlegen des Fernrohres, wobei der anvisierte Punkt in der Visierlinie liegen muß. Beseitigt wird dieser Fehler durch Verschiebung des Fadenkreuzes senkrecht zur Fernrohrachse.

Die Prüfung Nr. 1 ist unabhängig von der Anordnung der Libelle. Die Prüfung Nr. 2 setzt beim Vorhandensein einer Dosenlibelle die Richtigkeit von Nr. 3 voraus. Die Ermittlung des Fehlers geschieht durch Anvisieren eines Lotes (Hauskante oder dergleichen). Beim Auf- und Niederkippen des Fernrohres muß bei wagerechter Lage der sogen. wagerechten Achse der Kreuzpunkt der Fäden auf dem anvisierten Lote sich bewegen, wenn er auf irgend einen Punkt des Lotes eingestellt wurde.

Bedingung Nr. 3 verlangt die senkrechte Stellung von S zu L . Bei nicht erfüllter Bedingung wird die Blase der Dosenlibelle, die man vorher zum Einspielen gebracht hat, bei Drehung um die lotrechte Achse um 180° ausschlagen. L ist dann um den halben Ausschlag durch die vorhandenen Stellvorrichtungen zu verstellen, um die Libelle in die richtige Lage zu bringen.

Bei aufgesetzter Reiterlibelle müssen W und L in einer Ebene liegen. Bei windschiefer Stellung gegen einander schlägt die Blase bei seitlichem Drehen der Libelle nach entgegengesetzten Richtungen aus. Der Fehler wird durch seitliche Stellschrauben beseitigt. W ist parallel L , wenn die Blase beim Umsetzen der Libelle keinen Ausschlag giebt. Der Fehler ist durch die Stellschrauben zum Heben und Senken der Libelle zu beseitigen.

Bei Messungen mit Kompensationstheodoliten, d. h. solchen, die ein Durchschlagen des Fernrohres gestatten, heben sich die Fehler der wagerechten und optischen Achse und der excentrischen Lage des Fernrohres auf, wenn man die Winkel durch Durchschlagen doppelt mißt und aus beiden Ablesungen das arithmetische Mittel nimmt.

Wenn die Drehachse der Alhidade nicht durch den Mittelpunkt des Limbus geht, so ist der Unterschied zweier Ablesungen nicht gleich dem Winkel, um welchen die Alhidade gedreht worden ist. Deshalb sind immer zwei gegenüber liegende Nonien angebracht. Das arithmetische Mittel zwischen den Ablesungen des einen und des anderen Nonius ergiebt den richtigen Winkel.

Anwendung:

1. Winkelmessung mit Kompensation mit dem einfachen Theodoliten.

Messen eines Winkels ι (Abbild. 16):

1. Centrale Aufstellung des Instrumentes über o durch Loten (Schnurlot, optisches und festes Lot).

2. Horizontieren des Instrumentes mittelst der drei Stellschrauben unter Anwendung der Libelle.

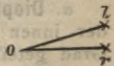
3. Einstellung des Fernrohres auf l durch grobe Drehung der Alhidade und des lotrechten Kreises, Hemmung der groben Drehung durch die Bremsschrauben und genaue Einstellung des Durchschnittspunktes des Fadenkreuzes auf l mittelst Abbild. 16. der Mikrometerschraube.

4. Ablesung beider Nonien und Mittel.

5. Lösen der Alhidade und des lotrechten Kreises, Einstellen des Fernrohres auf r (wie unter 3.).

6. Ablesen der beiden Nonien, Mittel und Subtrahieren des ersten vom zweiten Mittel.

7. Durchschlagen des Fernrohres und Wiederholung der ganzen Messung.



8. Mittel der beiden zuletzt erhaltenen Werte.

Das Eintragen der Messung geschieht beispielsweise wie folgt:

Standort	Beobachter Punkt	Lage des Fernrohrs:						Beobachter Winkel	Mittel
		I.			II.				
		Nonius:		Mittel	Nonius:		Mittel		
1	2	1	2						
o	l	45° 10' 0"	12' 0"	45° 11' 0"	225° 14' 0"	15' 0"	225° 14' 30"	53° 35' 30"	53° 36' 15"
	r	98° 46' 0"	47' 0"	98° 46' 30"	278° 51' 0"	52' 0"	278° 51' 30"	53° 37' 0"	

2. Wiederholte Messung mit dem Repetitionstheodoliten.

Unterschied der Messung gegenüber der mit dem einfachen Theodoliten besteht darin, daß hierbei bei einmaliger Aufstellung und zweimaliger Ablesung ein beliebig großes Vielfache eines gegebenen Winkels gemessen wird, aus dem durch Division der einfache Winkel zu finden. Messung wie vorher eingeleitet. Als dann erfolgt Lösung des Limbus und Verstellung um einen bestimmten Winkel auf folgende Weise (Abbild. 16):

Visiere Objekt *l* an und lies am Nonius des Alhidadenkreises den Bogen ab, stelle das Fernrohr auf *r* ein, klemme den Alhidadenkreis an den Limbus fest und drehe beide so weit, bis das Fernrohr wieder genau auf *l* gerichtet ist, stelle den Limbus fest und richte darauf auf *r* ein.

Schließt man jetzt die Repetition, so giebt der Bogen zwischen der letzten und ersten Ablesung den doppelten Winkel. Ueberschreitet der Nonius den Nullpunkt der Teilung, so muß zu der letzten Ablesung a_n soviel mal 360° hinzugefügt werden, als dies geschehen. Ist dies bei n maliger Messung m mal der Fall gewesen, so ist der gesuchte Winkel:

$$\alpha = \frac{360m + a_n - a}{n},$$

wenn a die erste Ablesung bedeutet. Dadurch wird der Fehler der Teilung des Limbus aufgehoben.

3. Bussole.

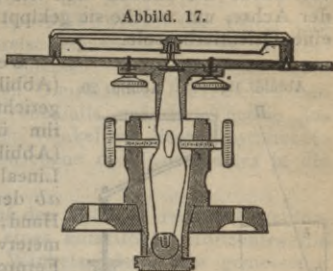
a. Diopterbussole (Abbild. 17, S. 11), flacher Messingcylinder, der innen in der Mitte seiner Höhe einen in halbe oder drittel Grad geteilten Limbus hat. In der Mitte eine Stahlspitze (Pinne), darauf eine Magnetnadel mittelst eines Achathütchens aufgehängt. Ein Glasdeckel schließt oben die Bussole, unter welcher ein Lineal mit zwei Dioptern an den Enden in der Limbuslinie $0-180^\circ$ angebracht ist. — Beim Nichtgebrauche der Bussole klemmt eine Arretiervorrichtung die Nadel fest an den Glasdeckel.

β. Fernrohrbussole, unterscheidet sich von der vorigen in dem Ersatze der Diopter durch ein Fernrohr.

Gebrauch: Um einen Winkel α (Abbild. 16) zu messen, stellt man das Instrument centrirt über o auf, horizontiert es mittelst Dosenlibelle und löst die Magnetnadel. Man richtet die Diopter, bezw. das Fernrohr auf l ein, liest auf beiden Enden der Nadel ab. Darauf stellt man auf r ein, liest wieder ab. Die Differenz der Ablesungen giebt den Winkel α , das Mittel der beiden Ablesungen den Winkel, frei von der Excentricität der Nadel.

Prüfung: Gehäuse nickel- oder eisenfrei, wenn die frei aufgehängte Nadel beim Nähern oder Entfernen des Gehäuses ihre Richtung behält. Die Visierebene muß senkrecht zur Limbusebene sein; Prüfung wie beim Theodoliten.

Parallellität des Glasdeckels und der Limbusebene sowie die senkrechte Lage der lotrechten Achse zu beiden zeigt die Unveränderlichkeit der vorher zum Einspielen gebrachten Libellenblase und die Lage der Nadel in der Limbusebene bei Drehung des Instrumentes um 180° an.



Abbild. 17.

4. Mefstisch.

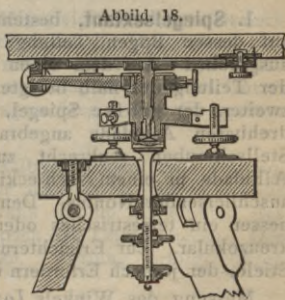
Dient zur unmittelbaren, zeichnerischen Darstellung der aufgenommenen Winkel und Längen in verjüngtem Maßstabe. Teile:

α. Scheibenstativ (Abbild. 18),

β. Kopfaufsatz,

γ. Mefstischplatte, quadratisch (0,5 m) oder rechteckig, muß eben und von Witterungs-Einflüssen möglichst unabhängig sein. Horizontiert durch die am Kopfaufsatz angebrachten Stellschrauben und eine Dosenlibelle; drehbar durch den Kopfaufsatz, der durch die Hand und Mikrometer-vorrichtung verstellbar ist.

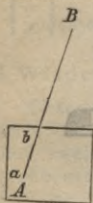
δ. Kippregel. Breithauptsche Kippregel besteht aus einem Lineal, auf dem eine Säule, ein Fernrohr tragend, befestigt ist. Letzteres entfernungsmessend, gestattet Durchschlagen. Zum Messen von Höhenwinkeln befindet sich ein lotrechter Kreis



Abbild. 18.

am Fernrohr, dessen Mittelpunkt in der Drehachse liegt. Die Drehachse des Fernrohres muß parallel zur Tischplatte, die Kollimationsebene senkrecht zu dieser sein. Die Kanten des Lineals parallel zur Visierlinie des Fernrohres, welche ihrerseits senkrecht zur Ebene des Lineals und des Mefstischblattes und senkrecht zu der Achse, um welche sie gekippt wird, sein muß. Auf dem Lineal eine Orientierbussole.

Abbild. 19.



Abbild. 20.



Gebrauch: Soll der Mefstisch (Abbild. 19) in der Richtung AB eingerichtet (orientiert) werden, so stelle man ihn über A mittelst der Lotgabel (Abbild. 20) centrisch auf, lege das Lineal an die AB entsprechende Gerade ab der Zeichnung an, drehe erst durch Hand, dann genauer durch die Mikrometervorrichtung die Platte, bis B im Fernrohr erscheint.

Die wichtigste Anwendung ist die des Einrichtens nach drei Punkten. (Vergl. S. 22).

Der **topographischen Aufnahme** eines Landes mit dem Mefstisch (wie in Preußen, wo die Mefstischblätter im Maßstabe 1:25000 sphäroidische Trapeze von 10 Min. Länge und 6 Min. Höhe darstellen) geht die trigonometrische Vermessung (Dreieckmessung) voraus. Auf ein Mefstischblatt entfallen 9 bis 10 und mehr trigonometrische Punkte, von denen drei der am günstigsten für den Aufstellungsort gelegenen zur Orientierung der Platte zu wählen sind.

b. Winkelmeßinstrumente ohne feste Unterstützung.

1. **Spiegelsextant**, besteht aus einem metallenen Kreissektor, auf dessen Bogen Teilung in $\frac{1}{12}^\circ$ auf eingelegtem Silberstreifen ausgeführt. Auf dem einen Schenkel steht parallel zur Nulllinie der Teilung der halb belegte kleine oder Kimm Spiegel. Ein zweiter, der große Spiegel, im Kreismittelpunkt auf der um diesen drehbaren Alhidade angebracht. Beide Spiegel mittelst kleiner Stellschrauben senkrecht zur Limbusebene stellbar. An der Alhidade in einem rechteckigen Ausschnitte ein an die Teilung anschließender Nonius. Dem Kimm Spiegel gegenüber ein Diopter, besser ein terrestrisches oder astronomisches Fernrohr mit Fadenzokular. Zur Erleichterung des Ablesens eine Lupe an einem Stiele, der je nach Erfordern über den Nonius gedreht werden kann.

Messung des Winkels lor mit dem Sextanten geschieht durch Aufstellung im Scheitel o , unmittelbare Visur nach l und Drehen der Alhidade, bis r durch doppelte Zurückstrahlung im Kimm-

spiegel zusammenfallend mit dem unmittelbar gesehenen l erscheint. Als dann bilden Alhidade und Nulllinie der Teilung den halben Winkel lor . Um die Verdoppelung der Ablesung zu ersparen, sind auf der Teilung die doppelten Winkel unmittelbar aufgezeichnet.

2. Auf demselben Principe beruhen der Reflexionskreis von Mayer und Borda, der Spiegelprismenkreis von Pistor und Martins u. a. Hierbei sind Vollkreise angewandt, welche das Verfahren der wiederholten Messung zulassen, ferner ein oder beide Spiegel durch Prismen ersetzt. Der Douglassche Reflektor und der katoptrische Zirkel sind ebenfalls auf die Theorie des Sextanten zurückzuführen. Um einen Winkel mit diesem Instrumente zu messen, muß man die Reflexionsebene des Instrumentes in die Ebene des Winkels bringen.

Soll der gemessene Winkel auf den Horizont reduziert werden, so mißt man unter Anwendung eines künstlichen Horizontes die Höhenwinkel der Schenkel des Winkels. Ist α ein gemessener schiefer Winkel, β und γ die Höhenwinkel seiner Schenkel und A die Projektion von α auf den Horizont, so wird (vergl. I. Abteil. S. 57):

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{2} \right) \sin \left(\frac{-\alpha + \beta + \gamma}{2} \right)}{\cos \beta \cos \gamma}}$$

D. Höhenmeßinstrumente.

a. Nivellierinstrumente.

1. Lotinstrumente.

α . **Setzwage mit Setzlatte**, rechtwinklig-gleichschenkliges Dreieck aus Holz oder Metall mit vom Scheitel auf die Hypotenuse eingeritztem Lot. Am Scheitel Schnur mit Gewicht befestigt. Fällt die Schnur mit dem eingeritzten Lot zusammen, so liegen die Unterstützungspunkte der Latte in einer Wagerechten. Nur für geringe Entfernungen anwendbar.

β . Der **Hängebogen**, metallener Halbkreisbogen mit Teilung, mittelst zweier Haken an einer Schnur aufgehängt. Diese Schnur befindet sich in wagerechter Lage, wenn das im Mittelpunkt des Bogens befestigte Schnurlot den Nullstrich der Teilung deckt. Der Ausschlag giebt den Höhenwinkel an. Prüfung erfolgt durch Drehung um 180° .

γ . **Bohnesches Taschniveau**, ein mittelst einer Cardanischen Aufhängung sich wagerecht einstellendes Fernrohr.

δ. **Pendelspiegel**, ein zwischen Körnerspitzen aufgehängter, sich senkrecht einstellender Spiegel, bei dem das Auge und das Bild des Auges die wagerechte Visur ergeben. Prüfung erfolgt durch Drehung um 180° .

2. Hydrostatische Instrumente.

Auf dem Gesetze der kommunizierenden Röhren beruhen:

α. **Kanalwage**, ein U-förmiges Metallrohr, mit eingekitteten Glasröhren in den Schenkeln; in der Mitte eine Hülse zur Aufnahme des Stativzapfens. Das Rohr wird bis zur halben Höhe der Glaszylinder mit reinem oder besser gefärbtem Wasser gefüllt. Visierlinie der beiden Niveaus giebt die Wagerechte an.

β. **Quecksilberwage**, ähnlich der vorigen, mit Quecksilber gefüllt, auf dem zwei Diopter zum Visieren schwimmen. Noch wenig im Gebrauch.

3. Libelleninstrumente mit Fernrohr,

gewöhnlich als Nivellierinstrumente bezeichnet, eine Verbindung von Libelle mit Fernrohr. Hauptbedingung hierbei: Parallelität

der optischen Achse mit der Libellenachse und normale Lage der lotrechten Achse zu diesen. Zwei Hauptanordnungen:

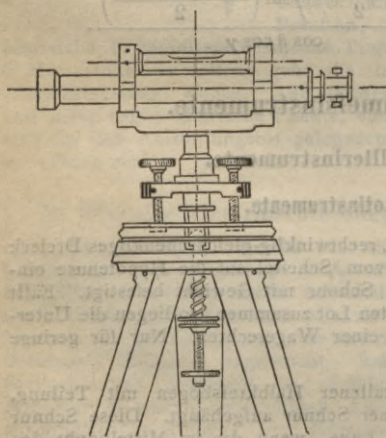
α. **Niveau mit festem Fernrohr** (Abbild. 21). Fernrohr und Libelle mit den Trägern fest verbunden. Stellschrauben zur Stellung der Libelle und des Fadenkreuzes vorhanden.

Prüfung:

1. Libellenachse soll senkrecht zur lotrechten Achse stehen. Stelle zu dem Ende Fernrohr nebst Libelle parallel der Verbindungslinie zweier Fußschrauben, horizontiere und drehe um 180° ; der sich zeigende Ausschlag ist zur Hälfte mittelst der Stellschrauben für die Libelle zu beseitigen. Mehrere Male zu wiederholen.

2. Fernrohrachse soll parallel zur Libellenachse sein. Prüfung mit Hilfe der Nivellierlatte im Felde ausführbar. Stelle in einem

Abbild. 21.



Punkte *a* das Instrument und im Punkte *b* die Nivellierlatte (Abbild. 22) auf; miß die Instrumentenhöhe *i* in *a*, lies von *a* aus die Höhe *h* auf der Latte ab. Ver-
 fahre ebenso im Punkte *b*, so ist,
 wenn diese Ablesungen *i*₁ und *h*₁
 sind, bei richtigem Instrumente:

$$h_1 - i = i_1 - h \text{ oder}$$

$$h + h_1 = i + i_1$$

d. h. die Summe der Lattenablesungen
 muß der Summe der Instrumenten-
 höhen gleich sein.

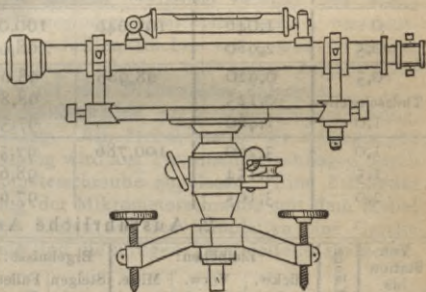
Die Größe des etwaigen Fehlers ist:

$$f = \frac{1}{2}(h + h_1) - \frac{1}{2}(i + i_1).$$

Beseitigung des Fehlers durch Fadenkreuzverschiebung in lotrechter
 Richtung.

β. **Umlegeniveau** (Abbild. 23). Die Träger haben gabelförmige
 Lager, in welchen das Fernrohr ruht und um seine Achse gedreht
 und umgelegt werden
 kann. Libelle ist ent-
 weder fest mit dem
 Fernrohr verbunden,
 oder als Reiterlibelle
 aufgesattelt. Stellschrau-
 ben wie bei *a*, außer-
 dem einer der beiden
 Träger mit Schraube
 zur Veränderung der
 Höhenlage versehen.
 Diese Schraube beim
 Stampferschen Niveau
 als Meßschraube aus-
 gebildet.

Abbild. 23.



Prüfung:

1. Das **Fernrohr** soll centriert sein, d. h. die optische Achse
 soll mit der durch die Lagerringe bestimmten geometrischen Achse
 zusammenfallen oder ihr mindestens parallel sein. Visiere einen
 entfernten Punkt an, drehe das Fernrohr in seinen Lagern um die
 Achse der Lagerringe um 180°, so muß wieder der anvisierte
 Punkt mit dem Fadenkreuzpunkt zusammenfallen; man verbessere
 den Fehler durch Verschiebung des Fadenkreuzes. Vorausgesetzt
 wird hierbei, daß das Fernrohrobjektiv selbst centriert ist, d. h.
 daß sein optischer Mittelpunkt in die mathematische Achse der
 Lagerringe fällt.

2. Die Parallelität der Fernrohrachse mit der Libellenachse
 prüft man wie oben (s. S. 14).

3. Fernrohr- und Libellenachse sollen senkrecht zur lotrechten Zapfenachse sein. Stelle die Verbindung von Fernrohr und Libelle parallel der Verbindungslinie zweier Fußschrauben, horizontiere, drehe um 180° ; der sich zeigende Ausschlag ist zur Hälfte mittelst der Stellschraube für den Träger zu beseitigen.

Gebrauch: Den Höhenunterschied zweier Punkte a und b (Abbild. 24) mißt man durch ungefähre Aufstellung des Instruments in der Mitte der Entfernung der Punkte. Dadurch wird der etwa noch vorhandene Einfluss der Konvergenz zwischen Kollimations- und Libellenachse, der Erdkrümmung und der Strahlenbrechung beseitigt. Auch ist die Ermittlung der Instrumentenhöhe unnötig.

Das Eintragen der gemessenen Höhen geschieht wie folgt:

1. Einfache Art.

Station.	Ablesung. m	Ordinate der Visierebene. m	Station. m	Bemerkungen.
0	1,046	101,046	100,000	über N. N.
0,5	2,980		98,066	
0,5	0,920	98,986	98,066	
Thürschwelle	0,125		98,861	Thürschwelle
1,0	1,460		97,526	
1,0	3,260	100,786	97,526	
1,5	2,154		98,632	
2,0	3,105		97,681	

2. Ausführliche Art.

Von Station bis	Länge.	Zielhöhen:			Ergebnisse:		Station	Ordinate.	Bemerkungen.
		Rückw.	Vorw.	Mitte.	Steigen	Fallen			
0—0,5	50	1,046					0	100,000	über N. N.
			2,980			1,934	0,5	98,066	
0,5—1,0	50	0,920					Mitte	98,861	Thürschwelle
				0,125					
			1,460			0,540	1,0	97,526	
1,0—2,0	100	3,260					1,5	98,632	
				2,154					
			3,105			0,155	2,0	97,681	
Probe:	Zus.	5,226	7,545		0,155	2,474			
			5,226			0,155			
		Unterschied 2,319				2,319			

Ebenso Ord. 0 — Ord. 2 = 100,000 — 97,681 = 2,319 m.

b. Barometrische Höhenmefsinstrumente.

1. Quecksilberbarometer.

α. **Fortinsches Gefäßsbarometer.** Der die Barometerröhre umgebende Messingcylinder ist mit Teilung versehen. Der Nullpunkt der Teilung, angezeigt durch die Spitze eines in den Gefäßsdeckel eingeschraubten Elfenbeinstiftes, muß bei der Ablesung den Quecksilberspiegel im Gefäße berühren. Deshalb der Gefäßsboden durch Schraube verstellbar eingerichtet.

β. **Heberbarometer,** besteht aus einer U-förmig gebogenen, am längeren Ende zugeschmolzenen Glasröhre. Der Unterschied der Flüssigkeitsspiegel in beiden Schenkeln wird durch verschiebbare Teilung gemessen. Zur Temperaturangabe ein Thermometer angebracht. Zum Verschlusse des offenen Schenkels beim Transport dient ein von einem starken Haarröhrchen durchdrungener Kork, so daß die Ausdehnung des Quecksilbers ermöglicht ist.

2. Metallbarometer.

α. **Federbarometer von Naudet.** Hierbei bewirkt die atmosphärische Druckänderung Bewegungen einer cylindrischen, verschlossenen, mit verdünnter Luft gefüllten Büchse mit gewelltem Boden und Deckel. Diese Bewegungen werden auf einen Zeiger übertragen. Dem Luftdrucke wirkt eine Plattenfeder entgegen.

β. **Federbarometer von Goldschmidt,** hat statt der Zeigerablesung, wie vorher, Trommelablesung. Ein Hebel macht die Bewegungen des Deckels mit; seine Stellung wird aus Trommelumdrehungen durch die ihn berührende Mikrometerschraube abgelesen. Eine Fühlfeder giebt die richtige Berührung der Mikrometerschraube mit dem Hebel an, wenn die eingravierten Linien auf den Endplatten eine Gerade bilden. Bei diesem Zustande sind die nötigen Trommelteile abzulesen.

c. Tachymeter (Tacheometer) nach Moinot,

ein mit Höhenkreis und Entfernungsmesser nach Porro versehener Theodolit, hauptsächlich bei Linienführung der Eisenbahnen angewandt. Gewöhnlich sind zwei Libellen, eine zum Horizontieren, die andere, mit dem Fernrohre verbunden, zum Nivellieren angebracht; Bussole mit dem Horizontalkreise verbunden; häufig ein Versicherungsfernrohr vorhanden. Beim Entfernungsmesser ist das bleibende Verhältnis zwischen Ablesung und Entfernung gewöhnlich 1:200.

E. Instrumente zum Auftragen, Kartieren und Flächenberechnen.

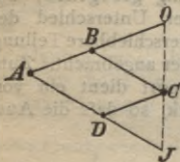
1. **Mafsstäbe.** Die Bestimmung vom 7. Mai 1868 schreibt folgende Mafsstäbe für Preußen vor:

Taschenbuch der Hütte. 15. Aufl. II. Abteilung.

für Flächen kleiner als 5 a	1 : 500,
" " von 5 bis 50 a	1 : 1000,
" " von 50 a	1 : 2000,
" Karten ausgedehnter Waldungen .	1 : 4000,
" specielle Eisenbahnkarten	1 : 2500,
" Generalstabskarten	1 : 100 000,
" " (Mefstischblätter)	1 : 25 000.

2. **Pantograph** oder **Storchschnabel**, dient zum Umzeichnen in vergrößertem oder verkleinertem Maßstabe. Vier mit Gelenken verbundene Stangen bilden ein Parallelogramm

Abbild. 25.



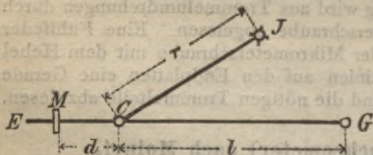
(Abbild. 25), so daß zwei um O drehbare, ähnliche Dreiecke, BOC und AOJ entstehen. O , C und J liegen in einer Geraden. O wird auf dem Plane fest eingestellt, mit J die Urzeichnung umfahren, welche der Stift C im Verhältnis $OC : OJ$ umzeichnet. Die Verschiebbarkeit der Gelenke gestattet Veränderung des Maßstabes.

3. **Amslersches Polarplanimeter**, am gebräuchlichsten, bildet mechanisch das Integral der Fläche in Polarkoordinaten:

$$F = \int \frac{1}{2} r^2 d\varphi.$$

Auf dem Fahrarm EG (Abbild. 26) Büchse C verschiebbar, verbindet den Polararm CJ mit jenem. Büchse C hat eine wa-

Abbild. 26.



rechte Achse für Rolle M , deren ganze Umdrehungszahlen durch ein Zählwerk bei C , Teile derselben durch eine Marke bei M angegeben werden. Bei festgestelltem Pole J kann durch Fahrstift G jeder Punkt der Zeichnung, von J weniger als $l + r$ oder

weiter als $l - r$ entfernt, erreicht werden. — Mit G umfahre den Umfang der zu messenden Fläche, wobei Laufrad M die entsprechenden Umdrehungen macht. — Bezeichnet:

u den Umfang des Laufrades,

l die Länge des Fahrarmes,

n die vollständige Ablesung,

so ist bei außerhalb der Fläche liegendem Pole:

$$F = nlu.$$

Den Faktor lu , durch Versuch bestimmt, mache durch Verschiebung von C zu einem bequemen Wert. Entsprechende Marken geben die Einstellung für gebräuchliche lu an. Bei innerhalb liegendem Pole ist:

$$F = nlu + (r^2 + l^2 + 2dl) \pi,$$

wobei $(r^2 + l^2 + 2dl) \pi$ durch Umfahren einer Fläche von bekanntem

Inhalte bestimmt wird. Man lege vorteilhaft den Pol auferhalb, selbst wenn man die Fläche deshalb aus Teilen berechnen muß.

4. **Rechenschieber** dient zur Ausführung von Berechnungen. Auf einem 25 oder 50 cm langen Stabe zwei Hauptteilungen, proportional den Logarithmen der eingeschriebenen Zahlen. Um das Produkt ab zu bestimmen, stellt man 1 des Schiebers auf a der oberen Teilung und liest auf letzterer bei b des Schiebers ab. $a : b$ wird bestimmt, indem man b des Schiebers auf a der Hauptteilung einstellt und auf dieser bei 1 des Schiebers abliest. (Vergl. Abteil. I, S. 35).

II. ANWENDUNG DER INSTRUMENTE.

A. Horizontalmessungen.

a. Dreiecksmessung.

Bei Aufnahme einer Feldmark zerlege man diese in Dreiecke, so daß je zwei eine Seite gemeinsam haben. Dieses Dreiecksnetz ist die Grundlage für die spätere Polygon- und Einzelmessung.

Dreiecke 4ter und 3ter Ordnung mit Seitenlängen bis zu 3000 m bzw. 6000 m sind als Ebenen, Dreiecke 2ter und 1ter Ordnung als Kugelflächen zu betrachten.

Eine Seite des Dreiecksnetzes, die Grundlinie, wird zur Prüfung zweimal mit 5 m langen Meßslatten gemessen. Beide Ergebnisse dürfen bei brauchbarer Messung sich nicht mehr als um $5 \frac{0}{100}$ der Länge unterscheiden. Nach der Messung der Grundlinie folgt die der Winkel; für Dreiecke 4ter und 3ter Ordnung ist eine Abweichung der Winkelsumme von 180° bis zu $1 \frac{1}{2}'$ bzw. $\frac{3}{4}'$ hierbei statthaft.

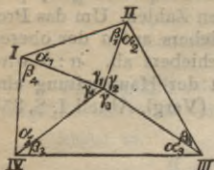
Fehlerausgleichung geschieht nach drei Bedingungen:

- 1) Kreisbedingung, d. i. Winkelsumme um einen Punkt = 360° .
- 2) Dreiecksbedingung, d. i. Winkelsumme im Dreieck = 180° .
- 3) Längenbedingung, d. i. jede Dreiecksseite, gemeinsam zwei Dreiecken angehörend, muß, aus jedem Dreieck berechnet, dieselbe Länge ergeben.

Bei Ausgleichung der Fehler ist stets die um einen Punkt liegende Dreiecksgruppe in betracht zu ziehen; die Ausgleichung geschieht also gruppenweise.

Der Kreisfehler k verteilt sich auf jeden Winkel γ (Abbild. 27) gleichmäÙig mit:

Abbild. 27.



$$k_t = \frac{3k - \Sigma \Delta}{2n},$$

worin $\Delta_1, \Delta_2 \dots \Delta_n$ die Dreiecksfehler bezeichnen, n die Anzahl der Dreiecke. Der Dreiecksfehler Δ verteilt sich ebenfalls gleichmäÙig auf jeden Dreieckswinkel mit:

$$\Delta_{nt} = \frac{\Delta_n - k_t}{3};$$

folglich verbessere jeden Winkel γ um:

$$v_\gamma = k_t + \Delta_{nt}$$

und jeden Winkel α und β um Δ_{nt} .

Da Winkel α und β hiernach bestimmt, die Längenbedingung aber von diesen abhängig, so erfolgt die Ausgleichung der Längenfehler unter Vergrößerung aller Winkel α um dieselbe GröÙe x , um welche alle Winkel β verkleinert werden, oder umgekehrt; es ist:

$$x = \frac{L}{\Sigma r} \text{ in Sek.}$$

Hierin bedeutet: $L = \Sigma \log \sin \alpha - \Sigma \log \sin \beta$;

$$r = \log \sin (\alpha + 1'') - \log \sin \alpha;$$

$$\text{bzw.: } r = \log \sin (\beta + 1'') - \log \sin \beta.$$

Die Seitenberechnung geschieht nach dem Sinussatze (s. Abteil. I. S. 54. a).

Bei Fehlerausgleichung der nächsten Dreiecksgruppe werden die verbesserten GröÙen der vorhergehenden als richtig übernommen.

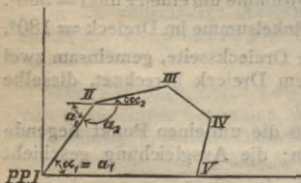
b. Polygonmessung.

Man wähle geschlossene Vielecke, deren n Seiten zweimal zu messen sind. Beide Messungen dürfen sich nur um 2 bis 3% der Seitensumme unterscheiden. (Vergl. preufs. Feldmesser-Reglement vom 2. März 1871.)

Die Winkelmessung ist bei einer Abweichung der Winkelsumme bis zu $\frac{1}{2}n$ Minuten von dem Sollbetrage von $(2n - 4) \cdot 90^\circ$ brauchbar.

Der Fehler wird auf alle Winkel gleichmäÙig vertheilt.

Abbild. 28.



Zur Bestimmung der Ordinaten nehme man die längste Seite als Abscissen-, die Senkrechte hierzu in einem der beiden Endpunkte als Ordinatenachse an. Die Neigung einer Seite gegen die Abscissenachse ist allgemein (vergl. Abbild. 28):

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \alpha_n - 180^\circ.$$

Bei geschlossenem Vieleck muß die algebraische Summe sowohl der Abscissen-, als auch der Ordinatenstücke gleich Null sein. Die Abweichung von dieser Bedingung wird auf jedes Glied nach dessen Längenverhältnis mit entgegengesetztem Vorzeichen verteilt.

Die Eintragung der Messungen geschieht beispielsweise wie folgt:

Standort.	Beobachteter Winkel. <i>a</i>	Verbesselter Winkel. <i>a</i>	Seiten:			Winkelpunkt.	Ordinaten- Abscissen- Stücke.				Ordinaten.	Abscissen.
			Name.	Länge.	Neigung gegen die Abscissenachse. <i>α</i>		+	-	+	-		
I	89° 57' 15"	89° 57' 0"	I-II	287,3	89° 57' 0"	II	287,3	.	0,2	.	287,5	0,2
II	87° 9' 45"	87° 9' 30"	II-III	84,4	-2° 53' 30"	III	.	4,2	84,3	.	283,3	84,5
III	173° 53' 45"	173° 53' 30"	III-IV	331,4	-9°	IV	.	51,8	327,3	.	231,5	411,6
IV	123° 7' 15"	123° 7' 0"	IV-V	253,9	-65° 53' 0"	V	.	231,7	103,7	.	0	515,2
V	65° 53' 15"	65° 53' 0"	V-I	514,8	±180°	I	.	.	.	514,8	0	0
Σ 540° 1' 15" 540°							287,3	287,7	515,5	514,8		
(5.2-4)90=540°								287,3	514,8			
Abweich.: 1' 15" = 75"							Abw.: -0,4 + 0,7					
$\frac{75''}{5} = 15'' =$ Verbesserung für jeden Winkel.												

c. Trigonometrische Punktbestimmung.

1. Vorwärtseinschneiden.

Gegeben (Abbild. 29) die Lage zweier Punkte *a* und *b*; *c* unzugänglich; gesucht die Strecken *ac* und *bc*.

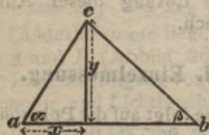
Es ist: $ac = \frac{ab \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$ und $bc = \frac{ab \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$.

Für das Zeichnen berechne man:

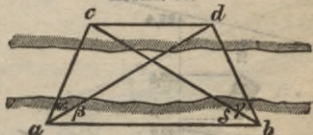
$$x = ac \cdot \cos \alpha = ab - bc \cdot \cos \beta,$$

$$y = ac \cdot \sin \alpha = bc \cdot \sin \beta.$$

Abbild. 29.



Abbild. 30.



Unter Benutzung dieser Werte ergibt sich die unzugängliche Strecke *cd* (Abbild. 30) von der Standlinie *ab* aus:

$$cd = \sqrt{ac^2 + ad^2 - 2ac \cdot ad \cdot \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{bc^2 + bd^2 - 2bc \cdot bd \cdot \cos \beta}.$$

Ermittlung durch Zeichnung mit dem Mefstische.

2. Seitwärtseinschneiden.

Gegeben (Abbild. 31) Strecke ab ; a und b unzugänglich; gesucht die Strecken ac und bc .

Abbild. 31.



Stelle das Instrument in der Verlängerung von ab auf, so ist:

$$ac = \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{\sin \beta} \quad \text{und}$$

$$bc = \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \beta + \gamma)}{\sin \beta}$$

3. Rückwärtseinschneiden.

(Potenotsche Aufgabe).

Gegeben (Abbild. 32) Punkte a , b und c , Winkel β und γ ; gesucht die Lage von d zu jenen.

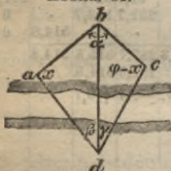
Es ist:

$$(\varphi - x) + x = 360^\circ - (\alpha + \beta + \gamma) = \varphi;$$

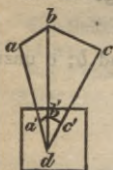
$$\text{ctg } x = \frac{ab \cdot \sin \gamma}{bc \cdot \sin \beta \sin \varphi} + \text{ctg } \varphi.$$

Da hieraus x bekannt, ergibt sich nach dem Sinussatze ad , bd und cd . Lösung unbestimmt, wenn a , b , c , d ein Kreisviereck bilden.

Abbild. 32.

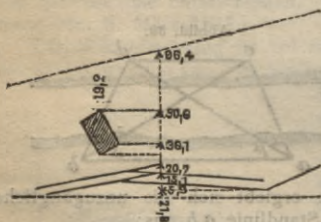


Abbild. 33.



Zeichnerische Lösung dieser Aufgabe durch Mefstisch (Abbild. 33). Sind a' , b' , c' auf der Platte entsprechend a , b , c , so schneiden sich bei ähnlicher Lage der Punkte die Verbindungslinien aa' , bb' und cc' im Punkte d , oder es erscheint das fehlerzeigende Dreieck; ein zweites bei veränderter Lage der Tischplatte. Die Verbindungslinien entsprechender Punkte dieser Fehlerdreiecke schneiden sich in dem gesuchten Punkte d .

Abbild. 34.



Bilden a , b , c , d ein Kreisviereck, so ist das Einrichten des Mefstisches und damit die zeichnerische Lösung dieser Aufgabe unmöglich.

d. Einzelmessung.

Diese folgt auf die Polygonmessung (s. S. 20); als Bezugslinien der aufzunehmenden Einzelheiten dienen die im Vieleck gezogenen Bindelinien, sowie die Vieleckseiten selbst. Die Mafszahlen (Abbild. 34) sind senkrecht zur Mefrichtung in die Handzeichnung einzutragen. Krumme Linien werden als vielfach gebrochene durch Bestimmung der Knickpunkte aufgenommen.

B. Höhenmessungen.

a. Nivellements von Längen- und Querprofilen.

Bei Aufnahme der Längenprofile zuerst die Längsachse durch gewöhnlich im Abstände von 50 zu 50 m eingeschlagene Nummernpfähle „stationiert“. Punkte zwischen den Pfählen bestimmt durch den Abstand vom vorhergehenden Pfahl. Die Höhenablesung an Wechsellpunkten, d. s. Punkte, an denen sowohl vor-, als rückwärts abgelesen wird, muß genau erfolgen. Stets auf die lotrechte Haltung der Latte zu achten. Aufnahme der Querprofile (rechts- und linksseitige) erfolgt meist rechtwinklig zur Längsachse. Die abgelesenen Maße in die Handzeichnung eingetragen. Bei steil abfallendem Gelände werden vorteilhaft Röhrenlibelle und Setzlatte benutzt, oder Tacheometer, Meßtisch, Metallbarometer.

b. Trigonometrische Höhenmessung.

Der Höhenunterschied zweier Punkte A und B (Abbild. 35) ergibt sich bei kleinerer Entfernung ($a < 120$ m; Fehler von $h < 1$ mm):

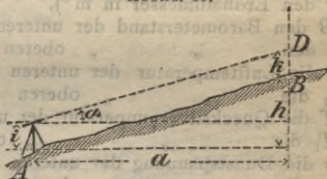
$$h = a \operatorname{tg} \alpha + i - k.$$

Abbild. 35.

Bei Berücksichtigung des Einflusses der Erdkrümmung wird:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R} + i - k,$$

worin R der Halbmesser des betreffenden Landesvermessungshorizontes ist.



Bei fernerer Berücksichtigung der Brechung des Lichtes ist:

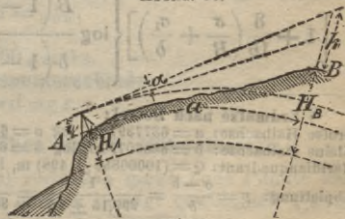
$$h = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R} (1 - \mu) + i - k,$$

worin μ der Brechungskoeffizient ist.

Der Höhenunterschied zweier um H_A und H_B über dem Landeshorizonte liegender Orte A und B (Abbild. 36) ist unter Berücksichtigung von Erdkrümmung und Lichtbrechung:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R} (1 - \mu) + i - k + \frac{H_B^2}{2R} - \frac{H_A^2}{2R}.$$

Abbild. 36.



Nach Gauß ist für Deutschland:

$$\mu = 0,1306; \quad \log [(1 - \mu) : 2R] = 2,83330 - 10.$$

Nach Einführung der auf 0°C reduzierten Barometerstände B_0 und b_0 , sowie einer mittleren Dunstspannung σ_m ergibt sich:

$$\begin{aligned} \log h = & \log 18404,9 + \log \{ 1,0025 + 0,000046 (t + t_1) \} \\ & + \log \{ 1 + 0,00183 (t + t_1) \} + \log \{ 1 + 0,0026 \cos 2\varphi \} \\ & + \log \left(1 + \frac{2z + h}{r} \right) + \log \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\sigma_m}{B + b} \right) + \log \left(\log \frac{B_0}{b_0} \right). \end{aligned}$$

oder:

$$\log h = \log u + A + Z + G + S,$$

worin:

$$u = \log \frac{B_0}{b_0}, \quad A \text{ von } t + t_1, \quad Z \text{ von } z \text{ und } \log h,$$

S von σ_m abhängig ist.

Hierfür sind Hülftafeln berechnet worden.*)

Für Messungen mit dem Metallbarometer ist dessen jeweiliger Stand durch den gleichwertigen Quecksilberstand bei Benutzung obiger Formel zu ersetzen.

d. Tachymetrische Höhenmessung.**)

Die **wagerechte Entfernung** des Nivellements punktes vom Instrumente (Abbild. 37) ergibt sich aus:

$$d = AD \cdot \sin (z + \frac{1}{2} \alpha).$$

Abbild. 37.

$$\text{und: } AD = \frac{e \sin (z - \frac{1}{2} \alpha)}{\sin \alpha},$$

folglich:

$$d = \frac{e}{\sin \alpha} \left[\sin^2 z \cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos^2 z \right].$$



Da $\frac{1}{2} \alpha$ ein sehr kleiner Winkel, so ist:

$$d = \frac{e}{\sin \alpha} \sin^2 z.$$

$\sin \alpha$ hat bei jedem Tachymeter einen konstanten Wert, gewöhnlich:

$$\sin \alpha = \frac{1}{200},$$

so daß in solchem Falle:

$$d = 200 e \sin^2 z.$$

Hieraus berechnet sich der **Höhenunterschied**:

$$H = d \operatorname{ctg} z.$$

e. Darstellung der Höhen durch Höhenkurven.

Höhenkurven (Schichtenlinien) verbinden gleich hohe Punkte des Geländes. Höhenunterschied der Kurven beträgt gewöhnlich 1 oder 5 m. Aufnahme richtet sich nach der Art des Geländes.

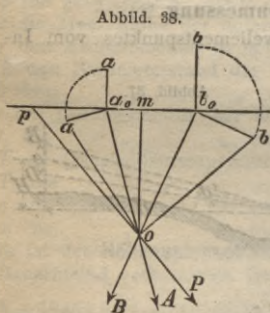
*) Jordan, Barometrische Hülftafeln, Stuttgart 1886, Metzlerscher Verlag.

**) Vergl. Abteil. II, S. 43.

Bei schmalem, langgestrecktem Gelände nimmt man eine Längsachse und senkrecht dazu Querprofile im Abstände von 50 m an, bestimmt beliebige Punkte der letzteren durch Nivellieren und aus diesen die Höhenkurvenpunkte durch Einschalten. Sind Kuppen vorhanden, so nivelliert man von diesen aus mit dem Meßtisch strahlenförmig. Bei flachem, welligem Gelände überspannt man dasselbe mit einem Netze von Rechtecken, mißt die Höhen in den Rechteckspunkten und bestimmt aus diesen die Höhenkurvenpunkte durch Einschalten.

C. Horizontal- und Höhenmessung mittelst Photogrammetrie.

Die Entnahme der Horizontalwinkel zweier Visierlinien OA und OB (Abbild. 38) erhält man aus der mit dem photogrammetrischen Apparate hergestellten Aufnahme durch Loten der entsprechenden Bildpunkte a und b auf die zur konstanten Brennweite Om gezogene Senkrechte. Der Winkel a_0Ob_0 ist der gesuchte Horizontalwinkel.



Die Höhenwinkel der Visierlinien ergeben sich durch Herabschlagen der rechtwinkligen Dreiecke aOa_0 , bOb_0 u. s. w., indem man aa_0 und bb_0 senkrecht auf Oa_0 und Ob_0 in a_0 und b_0 aufträgt. $\sphericalangle aOa_0$ und $\sphericalangle bOb_0$ sind die gesuchten Höhenwinkel der betrachteten Visierlinien. So sind sämtliche Winkel, welche die Visierlinien von O und P aus mit der Standlinie OP bilden, darstellbar. Durch Vorwärtseinschneiden sind die Punkte $A, B \dots$ in ihrer Lage zu OP durch Zeichnung darzustellen.

D. Flächenberechnung.

Die Berechnung krummlinig begrenzter Flächen erfolgt hauptsächlich mit dem Polarplanimeter, während geradlinig begrenzte mittelst rechtwinkliger Koordinaten inhaltlich bestimmt werden. (Vergl. Abteil. I, S. 127, Formel 3.)

Zulässige Flächenberechnungsfehler (preufs. Feldmesser-Reglement vom 2. März 1871):

1,4 qm	für 1 a	bei Flächen	bis einschl. 1 ha,
0,8 "	"	1 " "	von 1 ha bis 10 ha,
0,7 "	"	1 " "	größer als 10 ha.

NEUNTER ABSCHNITT.

EISENBAHNWESEN.

Amtliche Vorschriften.

Es sind zu unterscheiden:

I. **Bestimmungen für das Gebiet des Deutschen Reichs**, erlassen vom Bundesrat (Reichskanzler) auf grund der Reichsverfassung. Die Beobachtung dieser Bestimmungen überwacht das Reichseisenbahnamt. (R. E. A.)

II. **Bestimmungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen**. Dieselben enthalten zum Teil bindende, im übrigen als Regeln geltende Vorschriften, soweit sie nicht durch die Bestimmungen unter I. überholt sind, welche im Deutschen Reiche unter allen Umständen voranstehen.

III. **Landesgesetze und Bestimmungen der Landes-Ministerien**. Die wichtigsten hier zu I. bis III. in betracht kommenden Bestimmungen*) tragen die folgenden Benennungen und sollen zum Teil mit den beigefügten Abkürzungsbezeichnungen im folgenden angezogen werden:

Zu I. Bestimmungen des Reichs:

1. **N. f. K.** Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands, vom 30. Nov. 1885.
2. **S. O.** Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, vom 30. Nov. 1885.
3. **Bp. R.** Bahnpolizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands, vom 30. Nov. 1885, mit Nachträgen.
4. **B. O.** Bahn-Ordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung, vom 12. Juni 1878, mit Nachtrag vom 16. Sept. 1890.
5. **B. R.** Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen Deutsch-

*) S. u. a. im Handb. d. Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl. — Ferner Auszüge in den Bau- u. Eisenbahnkalendern. — Die Bestimmungen zu I. sind erschienen bei Carl Heymann in Berlin, ferner in amtl. Ausgabe bei Wilhelm Ernst & Sohn in Berlin, 1886; diejenigen zu II. bei Kreydel in Wiesbaden. Zu beachten ist das Sachregister von 1878—90 im Eisenb.-Verordn.-Bl. 1890. Dieses Blatt enthält alle für das Deutsche Reich und für Preußen geltenden Bestimmungen und Nachträge seit 1878.

lands, vom 11. Juni 1874, mit Nachträgen. Neu erschienen Oktober 1889.

6. Bestimmungen über die Befähigung von Bahnpolizei-Beamten und Lokomotivführern, vom 12. Juni 1878, mit Nachträgen.*)
7. Eisenbahnpostgesetz, vom 20. Dez. 1875.

Zu II. Bestimmungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen:

1. **T. V. . . .** Technische Vereinbarungen (letzte Ausgabe vom 1. Jan. 1889. Konstanzer Normen). — Betr. Hauptbahnen.
- 2^a. **Gz. f. N. . . .** Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Neben-Eisenbahnen, Berlin 1890. (Berliner Normen.)
- 2^b. **Gz. f. L. . . .** Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokal-Eisenbahnen, Berlin 1890. (Berliner Normen.)

Außerdem sind hier zu nennen:

3. Bestimmungen betreffend die technische Einheit im Eisenbahnwesen.**)
4. Vorschriften über die zoll sichere Einrichtung der Eisenbahnwagen im internationalen Verkehr.***)

Zu III. Bestimmungen für Preußen:

1. **E. Gz. . . .** Gesetz über die Enteignung von Grundeigentum, vom 11. Juni 1874.
2. Gesetz über die Eisenbahn-Unternehmungen, vom 3. Nov. 1838. (In manchen Beziehungen noch maßgebend.)
- 3^a. **V. f. V. . . .** Vorschriften für allgemeine Vorarbeiten, vom 14. Juni 1887.
- 3^b. **B. f. V. . . .** Bestimmungen für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten zu Eisenbahnanlagen (aufgestellt im preufs. Handelsministerium), vom Oktober 1871.†) Für ausführliche Vorarbeiten noch gültig.
4. **N. f. B. . . .** Normen für die Aufstellung von Bahnhofprojekten, vom 27. Juli 1873.
5. Bestimmungen über die Form der Entwürfe für Central-Weichen- und -Signal-Sicherungs-Apparate (Stellwerke).††)

Bemerkung. Die zu I. 1 bis 5 und III. 3 bis 5 genannten Bestimmungen werden voraussichtlich zum Teil noch im Jahre 1891 neu erscheinen.

I. EISENBAHNBAU.

A. Vorarbeiten.

I. Geschäftsgang in Preußen.

Allgemeine Vorarbeiten bezwecken den Nachweis der Möglichkeit, der wirtschaftlichen und technischen Zweckmäßigkeit und der

*) Centralbl. f. d. Deutsche Reich 1878, Nr. 24.

**) Eisenb.-Verordn.-Bl. 1887, S. 233. (Auch Org. f. E. 1887, S. 205.)

***) Daselbst 1887, S. 237.

†) Daselbst 1882, S. 69.

††) Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 488.

ungefähren Kosten einer Bahnlinie und bilden die Unterlage zur Erlangung der Bauerlaubnis bei Privat- bzw. der Geldbewilligung bei Staatsbahnen. Die Erlaubnis zur Vornahme der Vorarbeiten (sogen. „Vorkonzession“) erteilt der Minister der öffentlichen Arbeiten. Die Vorschriften über das Betreten fremden Eigentums s. E. Gz. § 5. — Die „Baukonzession“ und damit das Recht zur Enteignung nach dem E. Gz. erteilt das Landesoberhaupt (E. Gz. § 2).

Ausführliche Vorarbeiten bezwecken: Aufstellung des Bauentwurfs für die Ausführung. Die Genehmigung zur Ausführung selbst (Beginn des Baues) erteilt der Minister im ganzen oder für die einzelnen Strecken bzw. Bauanlagen nach Prüfung der vorgelegten ausführlichen Vorarbeiten bzw. der einzelnen Bauentwürfe durch die technische Prüfungsstelle des Ministeriums und durch die Landespolizeibehörde (Bezirksregierung). Die landespolizeiliche Prüfung erfolgt an Ort und Stelle unter Zuziehung aller beteiligten Behörden und Privaten, nach vorherigem öffentlichen Auslegen der Pläne (E. Gz. § 19).

Die Vorlage der Entwürfe an den Minister zur technischen und staatlichen, an die Bezirksregierung zur landespolizeilichen Prüfung erfolgt seitens der Königlichen Eisenbahnverwaltungen unmittelbar, seitens der Privatverwaltungen durch das Eisenbahnkommissariat in Berlin.

Die Genehmigung der Betriebseröffnung erfolgt (nach „landespolizeilicher Abnahme-Prüfung“) durch den Minister, in der Regel zunächst nur für Güterzüge, später auch für Personenverkehr. Schon vorher wird seitens der Landespolizeibehörde der Lokomotivbetrieb für Arbeitszüge gestattet.

II. Grundzüge für die Vorarbeiten.

a. Art und Umfang der Arbeiten.

Die Ausführung der Vorarbeiten bedeutet: Ausmittlung der zweckmäßigsten Linie und deren Ausarbeitung zum vollständigen Bauentwurf. Ersteres bedingt, daß die jährlichen Gesamtkosten des Verkehrs, d. h. Verzinsung der Anlagekosten, mit den jährlichen Betriebs- und Unterhaltungskosten zusammen, möglichst klein werden. Die Vorarbeiten umfassen deshalb außer der eigentlichen Linienermittlung, der Ausarbeitung und der Berechnung der Anlagekosten auch die Ermittlung der Betriebs- und Unterhaltungskosten und deshalb die Ermittlung der zu erwartenden Verkehrserlösen und Einnahmen, letzteres zur Aufstellung einer Ertragsberechnung und zur Beurteilung der aufwendbaren Höhe und zweckmäßigen Begrenzung der Anlagekosten.*)

*) S. Handb. d. Ing.-W. Bd. I. Kap. I., ferner Launhardt, Wirtschaftl. Fragen d. Eisenb.-W. im Centralbl. d. Bauverw. 1883 S. 237 u. f.; sowie dessen „Theorie des Trassirens“, Hannover 1887 u. 88. Bezüglich der „Denkschriften über die wirtschaftliche Bedeutung der Bahn“ für Preußen s. Minist.-Erl. v. 13. Juni 1882, auch im Handb. d. Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl. S. 211. Ferner V. f. V. 1887.

Die Betriebskosten wachsen u. a. namentlich mit den Steigungs- und Krümmungswiderständen. Die Leistung jeder Lokomotivgattung (abhängig von deren Abmessungs- und Gewichtsverhältnissen und von der Geschwindigkeit) wird am besten ausgenutzt, wenn der Widerstand möglichst gleichmäßig bleibt. Deshalb Grundregel der technischen Linienführung: Aufsuchen von Linien mit möglichst gleichbleibendem Widerstande, und Vergleichung der Linien nach vorstehender Darlegung behufs Ausmittlung der zweckmäßigsten Linie unter gleichzeitiger Beachtung der sonstigen örtlichen Rücksichten.

b. Widerstände und Zuglänge.

Es bezeichne:

μ den Koeffizienten der Reibung („Adhäsion“) zwischen Triebrad und Schiene,

a_1 die Anzahl der Triebachsen der Lokomotive,

L_1 das Triebgewicht der Lokomotive in t („Adhäsionsgewicht“),

L das Gesamtgewicht der Lokomotive ohne Tender, in t,

T das Gewicht des Tenders in t,

Q das mögliche Gewicht des Zuges ohne Tender und Lokomotive, in t,
 $G = Q + T$,

q das durchschnittliche Bruttogewicht der beladenen Achse in t,

a die Achsenzahl des Zuges ohne Tender und Lokomotive,

V die Geschwindigkeit in km i. d. Std.

w den Widerstandskoeffizienten für Wagen und Tender (einschließlich Luftwiderstand) in kg f. d. t, also in $\frac{0}{100}$,

w_1 desgl. der Lokomotive ohne Tender desgl. in $\frac{0}{100}$,

W den Widerstand des ganzen Zuges mit Lokomotive, in kg,

Z die Zugkraft der Lokomotive am Triebradumfang in kg (stets $Z \leq \mu L_1$, s. u. II. A. Lokomotiven).

Alsdann ist:

$$W = wG + w_1 L \leq Z,$$

$$Q = \frac{Z - w_1 L}{w} - T = \frac{Z}{w} - \left(\frac{w_1}{w} L + T \right),$$

$$a = \frac{Q}{q}.$$

Die Widerstandskoeffizienten w und w_1 setzen sich zusammen wie folgt:

Bewegungswiderstand	für Q und T	für L
In gerader, wagerechter Bahn . . .	w_g	w_l
In einer Krümmung vom Halbmesser r m	w_r	w_r
Auf einer Neigung von $s \frac{0}{100}$. . .	$\pm s$	$\pm s$
Zusammen	$w = w_g + w_r \pm s$	$w_1 = w_l + w_r \pm s$

Mittlere Werte der Widerstandskoeffizienten.

Spurweite. m	w_g in $\frac{0}{00}$	w_l in $\frac{0}{00}$	w_r in $\frac{0}{00}$ für	
			Haupt-B.	Neben-B.
1,435	$1,5 + 0,001 V^2$	$4\sqrt{a_1} + 0,002 V^2$	$\frac{670}{r-60}$	$\frac{500}{r-30}$
1	$1,7 + 0,0013 V^2$	$4\sqrt{a_1} + 0,0025 V^2$	sofern $r_{\min} \geq 300$	$\frac{400}{r-20}$
0,75	$2,0 + 0,0015 V^2$	$4\sqrt{a_1} + 0,003 V^2$		$\frac{350}{r-10}$

Bemerkungen. 1) Der Widerstand wechselt erheblich mit dem Größenverhältnis von Rad und Achsschenkel, mit Radstand, mit Achsenzah, Schwerpunktlage und Belastungsverhältnis, der Krümmungswiderstand außerdem namentlich mit dem Radstand der Wagen. Die Ergebnisse der Formeln können deshalb nur als ungefähr zutreffend gelten. Auch fehlt es an ausreichenden Versuchen, zumal bei Schmalspur. — Aus gleichen Gründen ist von gesonderter Berechnung der Luft- und Windwiderstände abgesehen, obwohl diese richtiger nicht dem Zuggewicht, sondern der Kopf- und Seitenfläche (Achsenzah) proportional zu setzen wären. Bei erheblichem Seitenwind kommt noch der mittelbare Widerstand durch Anpressen der Räder an die eine Schiene hinzu.*)

Hoffmann berechnet auf grund sehr eingehender Versuche der sächsischen Staatsbahn (unter Beibehaltung des Grundwiderstandes von $1,5\frac{0}{00}$) den von der Geschwindigkeit abhängigen Teil in der Form $\alpha V + \beta V^2$ in sachgemäßer Weise derart, daß α und β von Seitenfläche und Gewicht der Wagen abhängen, u. zw.:

$$\alpha = 0,02 \frac{S}{q}; \quad \beta = 0,0014 \frac{S+H}{q},$$

worin S und H die Länge bezw. Höhe des Wagenkastens in m, q dessen Gewicht in t bedeuten.

Für den Krümmungswiderstand wird bei Vollspur die Formel:

$$w_r = 21 \frac{4l + l^2}{r - 45}$$

ermittelt, worin l den festen Radstand des Fahrzeuges in m bezeichnet. Diese Formel ergibt für $l = 5$ m nahezu dieselben Werte wie die oben für Hauptbahnen angegebene.

Nach Versuchen der bayerischen Staatsbahn ermittelt v. Röckl:**)

$$w_r = \frac{650}{r-55}$$

*) Im übrigen vergl. Baumeister, im Org. f. F. 1880 S. 150 u. 155 und Hoffmann daselbst 1885 S. 174 u. 202; ferner Frank, die Widerstände der Lokomotiven und Bahnzüge; C. W. Kreidel, Wiesbaden, 1886.

***) Zeitschr. f. Baukde. 1880 u. Org. f. F. 1881.

Diese Formel stimmt ziemlich überein mit der obigen.*) Bei Bahnen mit $r < 300$ m und bei Nebenbahnen sind kleinere Radstände oder Lenkachsen vorwiegend, demnach ist w_r kleiner.

2) Der Krümmungswiderstand ist stets positiv, der Neigungswiderstand bei Thalfahrt negativ; wenn jedoch dabei $s > w_g + w_r$, d. h. wenn das Gefälle die Bremsneigung übertrifft, so muß der Ueberschufs des relativen Gewichts s durch Bremsen aufgezehrt werden, so daß w und w_1 nie negativ werden.

3) Als **Ueberschlagswerte** für den Widerstandskoeffizienten w_0 des ganzen Zuges mit Lokomotive auf wagerechter Bahn kann man benutzen:

Widerstand für 1 t Zuggewicht in kg

$$w_0 = 1,8 + 0,0011 V^2 \text{ für Güterzüge,}$$

$$w_0 = 2,5 + 0,0014 V^2 \text{ für Personenzüge,}$$

oder auch nach Versuchen mit preussischen Normal-Betriebsmitteln:**)

$$w_0 = 2,4 + 0,001 V^2 \text{ für alle Züge.}$$

Nach Grove und Clark***) schwankt der Widerstand zwischen:

$$w_0 = 2,25 + 0,00097 V^2 \text{ für günstige Verhältnisse und}$$

$$w_0 = 4,00 + 0,00150 V^2 \text{ für ungünstige Verhältnisse der Bahn.}$$

Auch nimmt man wohl den Widerstand w_0 f. d. t Lokomotivgewicht zu 10 kg, f. d. t Wagengewicht zu 4 kg an.

Für eine Steigung von $s \frac{0}{0}$ oder $1:n$ tritt in allen Formeln noch der Summand s oder $1000:n$ hinzu.

Beispiel.

1) **Wieviel Zuggewicht (Q) kann eine gegebene Lokomotive auf einer bestimmten mit Krümmungen (r) versehenen Steigung (s) mit einer gewissen Geschwindigkeit (V) dauernd bergan ziehen?**

Es sei $L = L_1 = 42$ t; $a_1 = 3$ Triebachsen (Güterzugmaschine). $T = 20$ t; $V = 15$ km i. d. Std. bei $s = 5 \frac{0}{0} = 1:200$ und $r_{\min} = 400$ m.

Es ist alsdann nach vorstehenden Formeln:

$$w_g = 1,5 + 0,001 \cdot 15^2 = 1,725 \frac{0}{0},$$

$$w_t = 4\sqrt{3} + 0,002 \cdot 15^2 = 7,38 \frac{0}{0},$$

$$w_r = \frac{670}{400-60} = 1,97 \frac{0}{0};$$

demnach:

$$w = 1,725 + 1,97 + 5 = 8,7 \frac{0}{0},$$

$$w_1 = 7,38 + 1,97 + 5 = 14,4 \frac{0}{0},$$

$$Q = \frac{Z - 14,4 \cdot 42}{8,7} - 20 = \frac{Z}{8,7} - 89,6.$$

Ist nun die dauernde Zugkraft der Maschine = 6000 kg (bei $V = 15$), so ist das mögliche Zuggewicht $Q = 600$ t. Bei durchweg voll beladenen Güterwagen mit 7,5 t Bruttogewicht für die Achse könnte mithin die Achsenzahl sein:

$$a = \frac{600}{7,5} = 80.$$

*) Im übrigen vergl. Boedecker, Wirkungen zwischen Rad und Schiene; Hannover 1887.

**) Näheres über diese Versuche vergl. Frank, die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven u. s. w., Org. f. F. 1887, S. 106 u. f.

***) Handb. d. Ing.-W., Bd. III. S. 172. Dabei ist unter günstigen Verhältnissen zu verstehen: Schwere Züge über 100 t, gut unterhaltene Wagen und Bahn, große Krümmungshalbmesser, schwacher Wind.

Auf einer Steigung von $10 \frac{0}{00}$ wachsen w und w_1 noch um $5 \frac{0}{00}$, und bei gleicher Geschwindigkeit erhalte man $Q = 358$ t oder 47 ganz beladene Achsen.

Auf der wagerechten Bahn, bei gleichen Bögen, würde die Geschwindigkeit erheblich größer, z. B. $V = 25$ km sein können und dennoch eine geringere Zugkraft selbst für die längsten zulässigen Züge (150 Achsen, Bp. R. § 23) ausreichen, mithin eine leichtere Maschine mit 2 Triebachsen zweckmäßiger sein.

2) Bestimmung der erforderlichen Zugkraft für einen Schnellzug von 36 Achsen (mit Post- und Gepäckwagen) zu durchschnittlich 4,5 t Bruttogewicht, wenn der Zug längere Steigungen von $5 \frac{0}{00}$ mit gleichzeitigen Bögen von $r = 500$ m mit $V = 40$ km i. d. Std. Geschwindigkeit durchlaufen soll:

$$Q = 162 \text{ t,}$$

$$T = 20 \text{ t,}$$

$$L = 38 \text{ t}$$

$$a_1 = 2$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{ nötigenfalls vorläufig anzunehmen,}$$

$$w_g = 1,5 + 0,001 \cdot 40^2 = 3,1 \frac{0}{00},$$

$$w_l = 4 \sqrt{2} + 0,002 \cdot 40^2 = 8,85 \frac{0}{00},$$

$$w_r = \frac{670}{500-60} = 1,5 \frac{0}{00},$$

$$w = 3,1 + 1,5 + 5 = 9,6 \frac{0}{00},$$

$$w_1 = 8,85 + 1,5 + 5 = 15,4 \frac{0}{00}, \text{ mithin}$$

$$Z \geq 9,6 \cdot 182 + 15,4 \cdot 38 \geq 2333 \text{ kg.}$$

Demnach muß das Triebgewicht jedenfalls sein $L_1 \geq 7 \cdot 2,333 = 16,3$ t, wenn die Reibung zu $\frac{1}{4}$ gerechnet wird, es kann jedoch erheblich größer ausfallen, da doch 2 Triebachsen nötig sind (größte Belastung einer Achse = 14 t; s. N. f. K. § 29).

Auf der Wagerechten mit Bögen von $r = 1000$ m erhalte man für denselben Zug bei einer Geschwindigkeit $V = 70$ km i. d. Std.: $w_g = 1,5 + 0,001 \cdot 70^2 = 6,4$ und $w_l = 4 \sqrt{2} + 0,002 \cdot 70^2 = 15,5$ und $w_r = 0,7 \frac{0}{00}$; demnach eine Zugkraft von 1900 kg erforderlich.

Hierzu ist zu bemerken, daß Schnellzüge kurze Steigungen mit Zuhilfenahme der lebendigen Kraft, also bei allmählicher Abnahme der Geschwindigkeit auch ohne entsprechende Erhöhung der Zugkraft überwinden können („Anlaufsteigungen“) und daß andererseits auf kurze Zeit die Maschine durch vermehrten Dampfverbrauch die Zugkraft — jedoch auf Kosten der Nutzleistung — erheblich verstärken kann.

e. Zweckmäßigstes Steigungsverhältnis.

Wenn eine bestimmte Höhe h mit gegebener Lokomotivgattung und annähernd gleicher Geschwindigkeit zu ersteigen ist, und Linien von verschiedener Länge möglich sind, so ist diejenige Steigung s_z

die zweckmäßigste, für welche das Verhältnis $\frac{\text{Zuggewicht}}{\text{Weglänge}} = Q : s$ am größten, mithin die Hebung am billigsten wird.

Setzt man den Widerstand für Lokomotive und Tender $w_l L + w_g T = W_l$, so ist in gerader oder sanft gekrümmter Strecke:

$$s_z = -w_g + w_g \sqrt{\frac{Z - W_l}{w_g(L + T)}} + 1.$$

d. Maßgebende und unschädliche Steigung.

Die Durchführung möglichst gleichmäßigen Widerstandes behufs Ausnutzung der Zugkraft verlangt Ermäßigung der größten Steigung s_m in den schärferen (und längeren) Bögen um w_r ,

so daß $s + w_r = s_m$ bleibt. Diese Steigung s_m ist für die Zugkraft bezw. Zuglänge bestimmend, mithin für die Linienführung „maßgebend“ und ist bei größeren Hebungen (mit Ausnahme von Anlaufsteigungen) thunlichst dem zweckmäßigsten Steigungsverhältnis zu nähern, sofern dieses durch Maschinengattung und Geschwindigkeit bereits feststeht. Anderenfalls sind letztere der festgesetzten maßgebenden Steigung entsprechend zu gestalten.

Steigungen unter dem Bremsgefälle s_b :

$$s_b < w_g \text{ in Geraden,}$$

$$s_b < w_g + w_r \text{ in Bögen}$$

sind „unschädlich“, sofern die jährliche Transportmenge in beiden Richtungen nicht sehr bedeutende Unterschiede aufweist. Liegt die maßgebende Steigung s_m unter der Bremsneigung, so sinkt auch die Grenze für die unschädliche Steigung um ebensoviel darunter hinab.

Uebertrifft die maßgebende Steigung die Größe s_b , so hat die Linie das Wesen der Gebirgsbahn. Alsdann ist jedes verlorene Gefälle sorgfältigst zu vermeiden, und schon jede unter s_m (bezw. $s_m - w_r$) herabgehende Steigung s auf eine Höhe h bildet einen Längensüberschuß (von der Größe $\frac{h}{s} - \frac{h}{s_m}$), welcher besser zur Ermäßigung von s_m für die ganze Linie ausgenutzt würde.

Liegt s_m unter s_b , so ist die Linie eine Flachlandbahn und verlorenes Gefälle mit unschädlichen Steigungen ohne Nachteil.

Die Steigungsermäßigung bei den — in Steigungen über $s_m - w_r$ liegenden — Bögen geschieht zweckmäßig wie folgt u. zw. durch Zeichnung im Längenprofil:

Es sei s_0 die vorläufig bei der Linienermittlung benutzte Durchschnittssteigung, l und $H = s_0 l$ deren Länge bezw. Höhe. Man bilde dann für die darin vorkommenden Bögen die „Widerstandshöhen“ $h_r = w_r l_r$ und somit die Summe

$$\sum (h_r) = \sum (w_r l_r).$$

Alsdann wird die maßgebende Steigung:

$$s_m = \frac{H + \sum (h_r)}{l}.$$

s_m bleibt in den Geraden ungeschmälert und wird in jeder Krümmung um das zugehörige w_r ermäßigt (also h_r am Ende des Bogens herabgerückt).

e. Vergleich verschiedener Linien.

Das Erkennen der wirtschaftlich zweckmäßigsten von verschiedenen Entwurfslinien erfordert den Vergleich der gesamten von der Linienführung stark beeinflussten*) jährlichen Verkehrskosten in der Form

$$S = (iA + U) + F.$$

Hierin bezeichnet A die Anlagekosten, i den Zinsfuß, U den vom Verkehr unabhängigen Teil der Betriebskosten (Bahnbewachung, Unterhaltung des Unterbaues u. s. w.), welcher auf grund statistischer

*) Die Bahnhofskosten sowie die allgemeinen Kosten kommen hier nicht in betracht, da sie für verschiedene Linien zwischen denselben Endpunkten nicht erheblich von einander abweichen.

Mittelwerte f. d. km Bahnlänge anzusetzen ist, bei wenig verschiedener Länge der Vergleichslinien jedoch vernachlässigt werden darf. F bezeichnet die Transportkosten, welche von den Krümmungen und Steigungen, zudem aber wesentlich von der maßgebenden Steigung abhängen (wegen Zug- und Lokomotivgewicht, Bremserszahl u. s. w.) Die Transportkosten können bei nahezu gleicher Verkehrsgröße nach Launhardt wie folgt überschläglich (in Pfg.) ermittelt werden:*)

$$q = 0,56 + 23\frac{1}{2} \cdot s_m + 39\frac{1}{2} \cdot s \quad \text{f. d. Tonnenkilometer Nutzlast,}$$

$$p = 0,973 + 10\frac{1}{2} \cdot s_m + 29\frac{1}{2} \cdot s \quad \text{f. d. Personenkilometer.}$$

Hierbei ist s die augenblickliche Steigung mit Einrechnung des etwaigen w ; jedoch ist bei unschädlichen Steigungen dafür nur w zu rechnen. Somit wird für jedes einzelne Stück der Linie q und p berechnet und dann (mittelst Rechnung oder Zeichnung) für eine jährliche spezifische Verkehrsgröße von T Tonnen und P Personen gebildet.

In beiden Fällen giebt F die gemeinsamen Kosten für den Hin- und Rückweg, so daß jedes s nur einmal und zwar positiv in Anrechnung kommt.

Bemerkung. Der Ersatz der wirklichen Bahnlänge durch eine gerade und wagerecht gedachte Länge von gleicher Widerstandsarbeit — sogen. „virtuelle Länge“ nach Lindner — kann nur dann zum Vergleich der Betriebskosten benutzt werden, wenn die maßgebende Steigung nahezu gleich bleibt. Die richtige Bemessung der virtuellen d. h. Betriebskosten-gleichen Länge setzt die Ermittlung der Betriebskosten und damit die Einbeziehung der maßgebenden Steigung voraus.

III. Amtliche Vorschriften.**)

Die Bestimmungen der Reichsvorschriften (N. f. K.; B. O.; Bp. R.) sind durch ein vorgesetztes Kreuz (†) hervorgehoben, diejenigen der T. V. durch einen Stern (*) und, wenn bindend durch zwei Sterne (**) bezeichnet; s. die Abkürzungen a. S. 27. Angaben ohne ausdrücklichen Zusatz beziehen sich auf Hauptbahnen.

a. Sachliche Vorschriften.

+ **Spurweite** im geraden Gleise (zwischen den Innenkanten der Schienenköpfe gemessen) bei Hauptbahnen und vollspurigen Nebenbahnen 1,435 m, bei Schmalspurbahnen 1 m oder 0,75 m. (N. f. K. § 5. B. O. § 1.)**)

*) s. Launhardt, Technische Trassierung, Hannover 1888. S. 59. — Baumeister im Org. f. F. 1880 S. 105.

***) Der V. d. E. V. unterscheidet: **Nebenbahnen**, auf welche die Betriebsmittel der Hauptbahnen übergehen können mit einer größten Geschw. von 40 km i. d. Std., und **Lokalbahnen** mit 30 km i. d. Std. — Hierauf beziehen sich die a. S. 28 angeführten Gz. f. N. u. Gz. f. L.

****) **Spurweite der Eisenbahnen anderer Länder.**

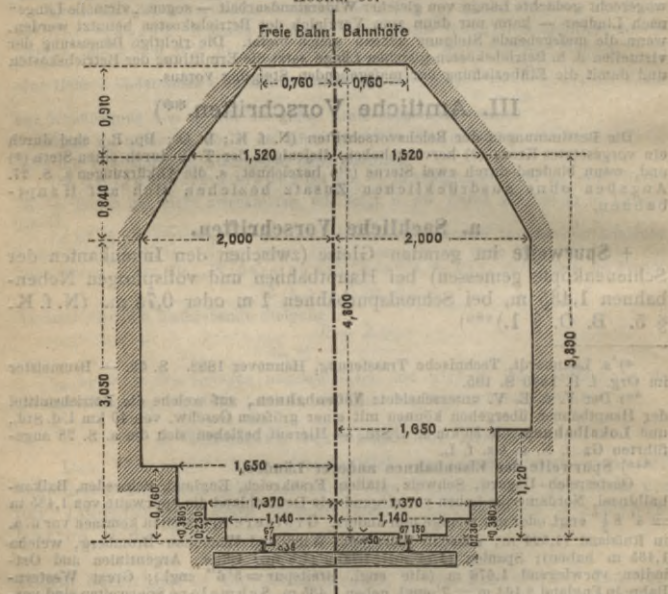
Oesterreich-Ungarn, Schweiz, Italien, Frankreich, England, Schweden, Balkanhalbinsel, Nordamerika haben vorwiegend wie Deutschland die Spurweite von 1,435 m = 4' 8 1/2" engl. oder nur wenige mm anders. Größere Spurweiten kommen vor u. a. in Rußland (1,524 m), ausschl. Warschau-Wien und Warschau-Bromberg, welche 1,435 m haben); Spanien (1,74 m); Irland (1,6 m); Chile, Argentinien und Ostindien vorwiegend 1,676 m (alte engl. Breitspur = 5' 6" engl.); Great Western-Bahn in England 2,164 m = 7' engl. neben 1,435 m. Schmalere Spurweiten sind vorwiegend in Griechenland, Corsica, Algier, Brasilien (1,0 m); ferner in Norwegen, Japan, Java, Capland, Südastralien (1,067 = 3' 6" engl.). Ähnliche Spurweiten ferner vielfach in British-Indien (9200 km mit 1,0 m), in den anderen Teilen Australiens (verschieden); in Nordamerika 18 Spurweiten von 0,91 bis 1,83 m (6' engl.), darunter eine „Vermittlungsspur“ von 1,448 m = 4' 9" engl. In der Schweiz etwa 300 km Bahn mit 1,0 m. Festinog-Bahn in England mit 0,591 m.

** Abweichungen bis 10 mm über und 3 mm unter 1,435 m als Folge des Betriebes zulässig. (T. V. § 2. Gz. f. N. u. Gz. f. L. § 2.)

† **Spurerweiterung** ist in Krümmungen unter 500 m Halbmesser*) erforderlich, beträgt jedoch höchstens 30 mm (T. V. § 2. N. f. K. § 5); bei vollspurigen Nebenbahnen 35 mm (B. O. § 4; nach Gz. f. N. § 2 30 mm); bei Schmalspur (nach Gz. f. L. § 2) 25 bzw. 20 mm. — Grösse der Erweiterung s. Oberbau.

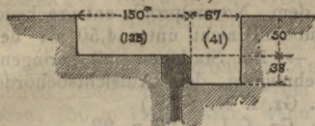
** **Spurrinne** ≥ 38 mm unter S.O. und ≥ 67 mm breit an Schienenleitkante (auch nach Abnutzung des Schienenkopfes) stets freizuhalten; bei Lokalb. auf Strassen ≥ 35 u. 45 mm. In Krümmungen (auf Wegeübergängen) tritt noch die Spurerweiterung zur Breite von 67 mm hinzu. (Bp. R. § 2. T. V. u. Gz. f. N. § 20; vergl. N. f. K. § 10, § 1 u. Anl. B.) — Spurrinne am Herz- und Kreuzstück der Weichen bis auf 49 mm, an der Zwangsschiene (Radlenker) bis auf 41 mm herab. (N. f. K. § 1. T. V. u. Gz. f. N. § 41).

Abbild. 39.

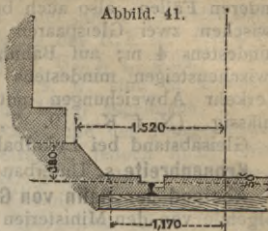


f. K. § 1 u. B. O. § 6. Ferner T. V. u. Gz. f. N. § 30, 34; Gz. f. L. § 26, 30). Auch wird empfohlen, bei Neubauten die unteren Stufen durch eine schräge Linie nach Abbild. 41 zu ersetzen.

Abbild. 40.*)



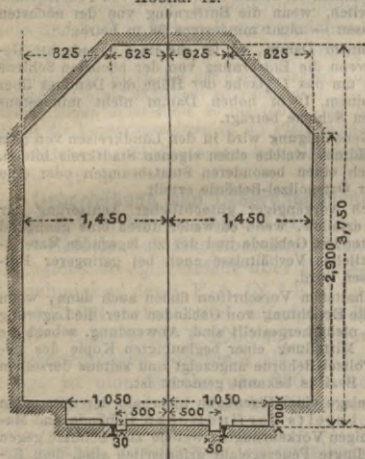
Abbild. 41.



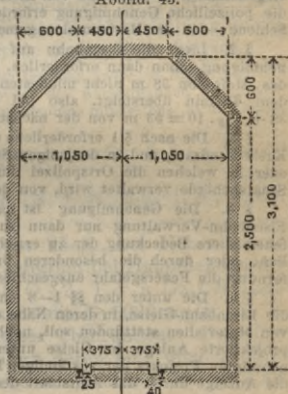
Bei bestehenden Bauten ist statt 1,12 m noch 1,22 m Höhe des höchsten Absatzes zulässig.

Umgrenzungsprofil für Schmalspurbahnen s. Abbild. 42 u. 43 nach Gz. f. L. § 26, 30.

Abbild. 42.



Abbild. 43.



** In Bögen ist auf die Neigung der Umgrenzung infolge der Ueberhöhung Rücksicht zu nehmen, zumal im Tunnel; desgl. auf Spurerweiterung. (T. V. u. Gz. f. N. § 30, 34. Gz. f. L. § 26, 30.) — Bei Lokalbahnen Zahnstangen bis 100 mm über S. O. u. bis 500 mm Breite zulässig. Gz. f. L. § 26.

† Einschränkungen dieser Umgrenzungsprofile können an Ladegleisen, welche nicht von durchgehenden Zügen befahren, von der Aufsichtsbehörde zugelassen werden. (Bp. R. § 2.)

*) 135 mm zulässig, wenn die erhöhten Teile fest mit den Schienen verbunden, ebenso 41 statt 67 mm bei Zwangsschienen mit allmählicher Verengung zulässig, s. N. f. K. § 1.

+ **Gleisentfernung** (von Mitte zu Mitte gemessen). Auf freier Bahn zwischen zusammengehörigen Gleisen einer Linie mindestens 3,500 m (für Neubauten 4 m empfohlen, T. V. u. Gz. f. N. § 31); in allen anderen Fällen, also auch bei Hinzutritt eines dritten Gleises oder zwischen zwei Gleispaaren stets dem Normalprofil entsprechend mindestens 4 m; auf Bahnhöfen überall nicht unter 4,50 m; bei Zwischensteigen mindestens 6 m. — Bei Stationen mit geringem Verkehr Abweichungen mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde zulässig. (N. f. K. § 9. T. V. u. Gz. f. N. § 39.)

Gleisabstand bei Lokalbahnen s. Gz. f. L. § 27 u. 33.

Kronenbreite s. Unterbau (B.I.).

Abstand der Bahn von Gebäuden. Hierüber besteht in Preußen folgende von den Ministerien des Inneren und des Handels erlassene Polizeiverordnung vom 20. Februar 1875 mit Nachtrag vom 21. Februar 1883.

§ 1. Zur Errichtung von Gebäuden und Lagerung von leicht entzündbaren Gegenständen in der Nähe von Eisenbahnen ist behufs Abwendung von Feuersgefahr die polizeiliche Genehmigung erforderlich, wenn die Entfernung von der nächsten Schiene — in der Horizontalen gemessen — nicht mindestens 38 m beträgt.

§ 2. Liegt die Eisenbahn auf einem Damm, so ist die im § 1 gedachte Genehmigung schon dann erforderlich, wenn die Entfernung von der nächsten Schiene das Maß von 38 m nicht mindestens um das $1\frac{1}{2}$ fache der Höhe des Dammes über dem Terrain übersteigt, also bei einem 10 m hohen Damm nicht mindestens $38 + 1\frac{1}{2} \cdot 10 = 53$ m von der nächsten Schiene beträgt.

§ 3. Die nach § 1 erforderliche Genehmigung wird in den Landkreisen von dem Kreis-Landrate, und in denjenigen Städten, welche einen eigenen Stadtkreis bilden, oder in welchen die Ortspolizei durch einen besonderen Staatsbeamten oder eine Staatsbehörde verwaltet wird, von der Ortspolizei-Behörde erteilt.

§ 4. Die Genehmigung ist nach vorgängiger gutachtlicher Aeußerung der Eisenbahn-Verwaltung nur dann zu erteilen, wenn entweder durch eine genügend feuersichere Bedeckung der zu errichtenden Gebäude und der zu lagernden Materialien, oder durch die besonderen örtlichen Verhältnisse auch bei geringerer Entfernung die Feuersgefahr ausgeschlossen wird.

§ 5. Die unter den §§ 1—3 enthaltenen Vorschriften finden auch dann, wenn die Eisenbahn-Gleise, in deren Nähe die Errichtung von Gebäuden oder die Lagerung von Materialien stattfinden soll, noch nicht hergestellt sind, Anwendung, sobald die projektierte Anlage der Gleise unter Mitteilung einer beglaubigten Kopie des genehmigten Projekts der zuständigen Polizei-Behörde angezeigt und seitens derselben die Anzeige durch das Amtsblatt des Bezirks bekannt gemacht ist.

§ 6. Hinsichtlich der, bei der Anlage einer Eisenbahn innerhalb der unter dem § 1 und 2 festgesetzten Entfernungen bereits vorfindlichen Gebäude und Materialien bleibt die Bestimmung derjenigen Vorkehrungen, welche zum Schutze gegen die durch die Nähe der Eisenbahn bedingte Feuersgefahr erforderlich sind, dem Ermessen der Landespolizei-Behörde vorbehalten.

§ 7. Wer den in §§ 1—4 enthaltenen Vorschriften zuwider in der Nähe von Eisenbahnen Gebäude errichtet oder Materialien niederlegt, hat deren Fortschaffung im Wege der Exekution zu gewärtigen und verfällt in die im § 367, Nr. 6 und 15 des Strafgesetzbuchs angedrohte Strafe.

§ 8. Auf die zum Betriebe einer Eisenbahn erforderlichen Gebäude und Materialien findet die vorstehende Verordnung keine Anwendung.

Ein Erlaß des Min. d. öf. Arb. vom 21. Febr. 1883 bestimmt jedoch u. a., daß für Nebenbahnen auch bei einer Ermäßigung jenes Abstandes auf 25 m (statt 38) von seiten der Eisenbahn keine Einwendungen gegen die Errichtung von Gebäuden zu erheben sind.

Bestimmungen betr. Wahrung der bergbaulichen Interessen s. Eisenb. Verordn.-Bl. 1886. S. 271.

Sicherheitsstreifen in Waldungen s. Einfriedigungen (B. II.).

+ **Krümmungen.** Kleinster Halbmesser auf freier Strecke für Hauptbahnen 180 m, in der Regel nicht unter 300 m; für Nebenbahnen bei Vollspur 100 m. Halbmesser unter 300 m auf freier Bahn bedürfen bei Hauptbahnen der Genehmigung des R. E. A. (N. f. K. § 6 und B. O. § 3. T. V. u. Gz. f. N. § 29, Gz. f. L. § 24.) — Für Anschlußgleise gewerblicher Anlagen u. s. w. sind in Preußen (durch Ministerialverfügung vom 29. Juli 1885) zugelassen: 100 m bzw. 150 m Halbmesser, wenn die Radstände der übergehenden Wagen bis 4,5 bzw. über 4,5 m betragen, jedoch nicht unter 180 m, wenn Lokomotiven der preufs. Staatsbahnen übergehen.

+ Zwischen Gegenkrümmungen eine Gerade „von solcher Länge, daß die Fahrzeuge sanft und stetig“ übergehen (N. f. K. § 6.), zwischen Krümmungen gleichen Sinnes aber verschiedener Halbmesser stetiger Uebergang erforderlich. (Ebenda.)

Nach T. V. u. Gz. f. N. §§ 7 u. 29 soll zwischen den Ueberhöhungsrampen von Gegenkrümmungen mindestens 10 m gerade Linie sein und soll zwischen Bögen gleichen Sinnes die Ueberhöhung durchgeführt werden, sofern die Zwischengerade unter 40 m beträgt.

Richtiger ist es, bei der Linienführung kurze Geraden zwischen Bögen gleichen Sinnes (auch auf Brücken) zu vermeiden. Zwischen den Kreisanfängen der Gegenkrümmungen mindestens 50 bis 100 m, bei Nebenbahnen mindestens 30 m Gerade, damit die Uebergangsbögen (s. u.) Platz finden.

Kleinster Halbmesser bei Schmalspur (nach Gz. f. L. § 25) 60 bzw. 40 m.

Ueberhöhung und Uebergangsbögen (N. f. K. § 6, T. V. u. Gz. f. N. § 7 u. 29) s. Oberbau (B. III.)

+ **Gefälle** bei Hauptbahnen höchstens $25 \frac{0}{100}$, bei Nebenbahnen höchstens $40 \frac{0}{100}$. Gefälle über $12,5 \frac{0}{100}$ bedürfen bei Hauptbahnen der Genehmigung des R. E. A. (N. f. K. § 7 u. B. O. § 2. T. V. u. Gz. f. N. § 28).

+ Gefällwechsel sind auf freier Bahn mit ≥ 5000 m (u. T. V. u. Gz. f. N. § 28 ≥ 2000 m) Halbmesser abzurunden. Zwischen Gegenneigungen von mehr als $5 \frac{0}{100}$, sofern deren eine über 1000 m lang, ist eine Strecke von 480 m Länge mit flacherer Neigung als $5 \frac{0}{100}$ einzulegen; die Strecke kann zur Ausrundung benutzt werden. (N. f. K. § 8. T. V. u. Gz. f. N. § 28 verlangt eine annähernd wagerechte Strecke von Güterzuglänge bzw. von 250 m.)

* Schroffe Gefällwechsel in scharfen Bögen sind zu vermeiden. (T. V. u. Gz. f. N. § 29.)

Bemerkung. Die Neigung steigt bei der Gotthardbahn auf $27 \frac{0}{100}$, bei der Mont Cenis- und Arlbergbahn auf 30 bis $32 \frac{0}{100}$, bei der alten Giovibahn auf $35,4 \frac{0}{100}$ (1:28) ohne aufsergewöhnliche Betriebsmittel. Die neue Giovibahn hat nur $15 \frac{0}{100}$.

+ **Fahrgeschwindigkeit** bei Hauptbahnen höchstens 75 km i. d. Std., sofern $r \geq 1000$ m und $s \leq 5 \frac{0}{100}$; für Güterzüge 45 km. — Ausnahmsweise kann 90 km genehmigt werden. (Bp. R. § 26.) — Auf Nebenbahnen im allgemeinen 30 km, jedoch kann bei Vollspur auf eigenem Bahnkörper für Personenzüge von höchstens 20 Wagen,

mit durchgehenden Bremsen, 40 km von der Landes-Aufsichtsbehörde gestattet werden. (Nachtrag zur B. O. § 27.)*

+ **Größte Zuglänge** 150 Achsen, für Personenzüge 100, Militäzüge und Mischzüge 110 Achsen. (Bp. R. § 23.) T. V. u. Gz. f. N. § 145 gestattet 200 Achsen, Gz. f. L. § 90 bei Vollspur 120, bei Schmalspur 80 Achsen als äußerste Grenze.

+ **Größter Raddruck** $D = 7$ t. (N. f. K. §§ 11 u. 29. T. V. u. Gz. f. N. § 67.)

Gz. f. L. § 43 empfehlen als Grenzwert für Lokalbahnen 5 t, für Schmalspur 4,5 bzw. 4 t (§ 43).

b. Form des Entwurfs.

In Preußen sind die Ergebnisse der **allgemeinen Vorarbeiten** in folgender Form dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten einzureichen (s. V. f. V. vom 14. Juni 1887):

1. **Uebersichtskarte** mit zinnoberrot eingetragener Bahnlinie, in km geteilt. Hierzu die Generalstabskarte 1:100 000 oder andere vorhandene Karten; für kurze Linien auch wohl die Messtischblätter der Landesaufnahme in 1:25 000.

2. **Lage- und Höhenpläne.** Maßstab 1:10 000 für die Längen, bei schwierigen Verhältnissen auch größer; Höhen 20 mal so groß. — Bei erheblich wechselnden Höhen sind Schichtenlinien erforderlich. Bei Stütz- und Futtermauern an steilen Hängen: Angabe der Querschnitte. Signaturen nach den Vorschriften der Landesvermessung.

3. **Erläuterungsbericht** betr. Bahnführung im allgemeinen und im einzelnen; Mitbenutzung öffentlicher Wege; Berührung von Staatsforsten, Bergwerksbesitz und militärischen Anlagen; Leistungsfähigkeit der Bahn, Grunderwerb, Bemerkungen zum Kostenüberschlag.

4. **Allgemeiner Kostenüberschlag** nach den Titeln des „Normalbuchungsformulars“, jedoch unter thunlichster Beschränkung der Unterabteilungen und Abrundung der Bahnlänge auf Zehntel km u. s. w. — Die Titel sind folgende:**)

Tit. I. Grunderwerb und Nutzungsentschädigung.

Tit. II. Erd- und Böschungsarbeiten, Futtermauern u. s. w.; einschließlic derjenigen zu den Wegeübergängen.

Tit. III. Einfriedigungen, ausschließlic derjenigen der Bahnhöfe.

Tit. IV. Wegeübergänge, Unter- und Ueberführungen von Wegen und Eisenbahnen.

Tit. V. Durchlässe und Brücken.

Tit. VI. Tunnel.

Tit. VII. Oberbau mit allen Nebensträngen und Ausweichungen.

Tit. VIII. Signale nebst dazugehörigen Buden und Wärterwohnungen.

*) Eisenb.-Verordn.-Bl. 1890, S. 219. Die Gz. f. N. u. L. empfehlen eine Geschwindigkeitsgrenze von 40 km für Neben- und von 30 km für Lokalbahnen.

**) Diese Titel-Einteilung, aufgestellt vom Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, ist für alle dem R. E. A. unterstellten Bahnen Deutschlands maßgebend und in Preußen durch Ministerial-Erlass vom 27. März 1882 nebst Unterabteilung in Positionen u. s. w. für die Staatsbahnen vorgeschrieben. Letztere s. u. a. im Handb. d. Ing.-W. Bd. 1, 2. Aufl. S. 109 u. f. — Auch die Note 68 S. 209 daselbst betr. Nebenbahnen zu beachten.

- Tit. IX. Bahnhöfe und Haltestellen nebst allem Zubehör an Gebäuden, ausschließlich Werkstattanlagen aller Art. (Hier auch Drehscheiben, Schiebepöhlen u. s. w.)
- Tit. X. Werkstattanlagen.
- Tit. XI. Außerordentliche Anlagen als Flußverlegungen, Durchführung durch Festungswerke.
- Tit. XII. Betriebsmittel.
- Tit. XIII. Verwaltungskosten (auch Vorarbeiten).
- Tit. XIV. Insgemein.
- Tit. XV. Etwaige Ausfälle beim Betriebe auf Kosten des Baufonds.
- Tit. XVI. Zinsen während der Bauzeit.
- Tit. XVII. Kursverluste.
- Tit. XVIII. Erste Dotierung der Reserve- u. s. w. Fonds.

Bemerkung. Tit. XV bis XVIII bei Staatsverwaltungen wegfällig. Für die allgemeinen Anschläge ist in Preußen (d. Min.-Erl. v. 13. Juni 1882) die Innehaltung derselben Einteilung, jedoch unter thunlichster Einschränkung der Positionen und Unterpositionen vorgeschrieben.

5. **Denkschrift** betr.: Zweck, Länge und Linienführung der Bahn; wirtschaftliche und Verkehrsverhältnisse; Verhältnisse des Grundverwerbs, Baukosten, Leistung der Beteiligten, Staatszuschufs.

6. Ertragsberechnung.

Bemerkung. Die zu 5. und 6. genannten Teile sind von der (II.) Verkehrs-Abteilung der Direktionen unter Mitwirkung der (III.) Bau-Abteilung zu bearbeiten.

Die Ergebnisse der **ausführlichen Vorarbeiten** sollen (nach B. f. V. von 1871) umfassen:

- a) Lage- und Höhenplan in 1:2500; Höhen 1:250, mit fortlaufender Kilometerteilung und mit Stationen von 100 m. — Darstellung der Lage etwa bis 250 m zu beiden Seiten der Linie, desgl. der Höhen durch Schichtenlinien, soweit nötig.
- b) Die Entwürfe zu den Futtermauern, Wegeübergängen und Brücken (1:100).
- c) Desgl. der Tunnel und sonstigen außerordentlichen Bauwerke (1:100).
- d) Darstellung des Oberbaues in 1:30.
- e) Die Entwürfe der Bahnhofsanlagen in 1:1000.
- f) Ausführlicher Erläuterungsbericht.

Bemerkung. Für die ausführlichen Vorarbeiten sind neue Vorschriften noch 1891 zu erwarten.

IV. Ausführung der technischen Vorarbeiten.

a. Reihenfolge der Arbeiten.

1. Allgemeine Vorarbeiten.

1. **Feststellung der Bedingungen für die Linienführung** (Gleiszahl, Spurweite und Normalprofil; maßgebende Steigungs- und Krümmungsverhältnisse; größte Radlast; Zuggewicht, Geschwindigkeit.

2. **Uebersichtliche Darstellung des Geländes** in Lage und Höhe. Bei bergiger Gegend Schichtenlinien in 1 bis 5 m Höhenabstand, Breitenausdehnung, soweit Verlegung der Linie in Frage kommen kann. Maßstab 1:10 000 bis 1:5000.

Bisweilen genügen vorhandene Karten (z. B. Generalstabskarten in Mefstischblattausgabe 1 : 25 000. *)

3. Aufstellen des Entwurfs auf dem Papier, nämlich: Aufsuchen der Linie in den Schichtenplänen, Auftragen des Längenprofils und Einzeichnen der Bahnhöhenlinie (Gradiente) nebst Darstellung der Krümmungen darunter, Ermittlung und Verteilung der Erdmassen unter Rücksichtnahme auf die Bauwerke und etwa dadurch gebildete, sowie natürliche Scheiden für die Erdförderung. Diese Arbeiten zunächst ganz überschläglich für die in Frage kommenden Möglichkeiten. Danach Auswahl einer bestimmten Linie und nun erst eingehendere Wiederholung derselben Arbeit behufs Verbesserung und Feststellung der Richtungs- und Höhenlinie. — Sodann die überschlägige Kostenberechnung u. s. w.

4. Herstellen der vorschriftsmäßigen Vorlagen (s. S. 40).

2. Ausführliche Vorarbeiten.

1. Eingehende Darstellung des Geländes in Lage und Höhe, auf geringere Breite, aber mit allen Einzelheiten, durch genaue Aufnahmen. Maßstab im Mittel 1 : 2500, in stark bergiger Gegend größer, zweckmäßig 1 : 1000; in ganz einfachem Gelände genügt 1 : 5000.

2. Aufstellung des Bauentwurfs für die Ausführung, nämlich: Genaue Feststellung der Linie auf dem Papier. Uebertragung aufs Gelände. Ausstecken der Bögen (nicht früher, weil nutzlos!). Endgültige Aufnahme der Baulinie, d. i. Längenteilung, Aufnahme des Längenschnitts und zahlreicher Querschnitte. Eingehende Ausarbeitung des ganzen Entwurfs in Bahnkörper, Bauwerken, Wegeübergängen u. s. w. Verzeichnis aller Neuanlagen und Veränderungen an Wegen, Wasserläufen u. s. w. mit Erläuterungen.

3. Herstellung der vorschriftsmäßigen Vorlagen (dazu zweckmäßig nicht die ursprünglichen Pläne zu verwenden, weil diese für die weiteren Arbeiten notwendig und wertvoll).

4. Aufstellung des Bauplans (sollte bei größeren Ausführungen nie unterbleiben).

5. Vorarbeiten zum Grunderwerb (beginnen sofort nach Uebertragung der endgültigen Linie aufs Gelände).

6. Gleichzeitig mit den anderen Arbeiten: Ermittlung aller Wasserverhältnisse (Vorflut, Durchflußweiten, Hochwasserstände u. s. w.); Bodenuntersuchungen (wegen der Böschungsverhältnisse, Massenverteilung, Gewinnungspreise, Gründungen), Erkundigung über Preisverhältnisse, Bezugsquellen u. s. w.

Bemerkung. Die Unterscheidung der „allgemeinen“ und „ausführlichen“ Vorarbeiten tritt in der Ausführung nicht immer scharf hervor, weil beide bisweilen

*) Ueber das Betreten fremden Elgentums u. s. w. s. E. Gz. vom 11. Juni 1874 § 5.

der Zeit nach streckenweise in einander greifen. — Alle Vorarbeiten umfassen geometrische und eigentliche Entwurfs-Arbeiten; beide stehen im engsten Zusammenhange und sollten bezüglich der Ausführung nicht getrennt werden. — Zur Herstellung der ursprünglichen, genauen Arbeitspläne wie auch der Grunderwerbskarten sollte nie auf Bretter gespanntes, sondern stets auf Leinwandrollen aufgezogenes, also unveränderliches Papier benutzt, auch jedes Anlegen ganzer Flächen streng vermieden werden.

b. Arbeitsarten der Ausführung.

a. Geometrische Vorarbeiten.

1. Aufnahmen.

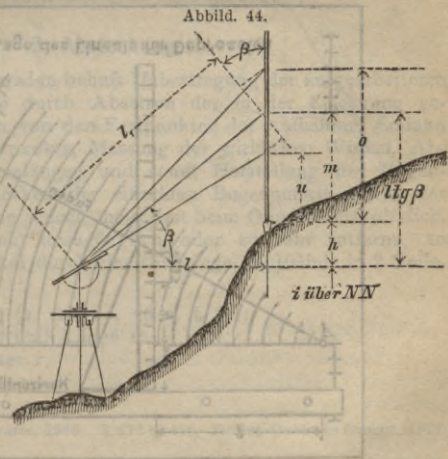
Grundregel für raschen Fortschritt der Aufnahmen bei Vorarbeiten: Unterscheidung zwischen Wichtigem und Unwichtigem, was nur zur Gesamtübersicht erforderlich ist. (Ersteres genau zu messen, für letzteres genügt oft Abschätzung oder Entnahme aus Karten; in den Zeichnungen stets deutliche Unterscheidung zwischen Gemessenem und Ergänztem, durch verschiedene Art der Darstellung.) Ebenso Genauigkeit, wo Uebertragung oder gar Vergrößerung von Fehlern in Frage kommt (also bei fortlaufenden Längen- und Höhenmessungen, Dreiecksnetzen); dagegen Schnelligkeit, wo dies nicht der Fall (also bei kürzeren Querlinien und Aufnahme der Einzelheiten).

Aufnahme-Verfahren.

1. **Barometrische Höhenmessungen** auf grund vorhandener Lagepläne. Nur für allgemeine Vorarbeiten, dann sehr zweckmäßsig. (Vergl. S. 24.)

2. **Aufnahme mit Entfernung-messenden Winkel-Instrumenten**, als Tachymeter, schweizerischer Entfernungsmesstisch mit Parallel-Lineal*); letzterer namentlich für Einzelaufnahme bei ausführlichen Arbeiten (in 1:1000) sehr geeignet.

Rechnungsart mit Hülfe eines Anschreibevordrucks folgendermaßen (s. Abbild. 44):



*) U. a. von Kern in Aarau und von Dennert & Pape in Altona.

$$l = l_1 \cos \beta = k(o - u) \cos^2 \beta = k(o - u)(1 - \sin^2 \beta);$$

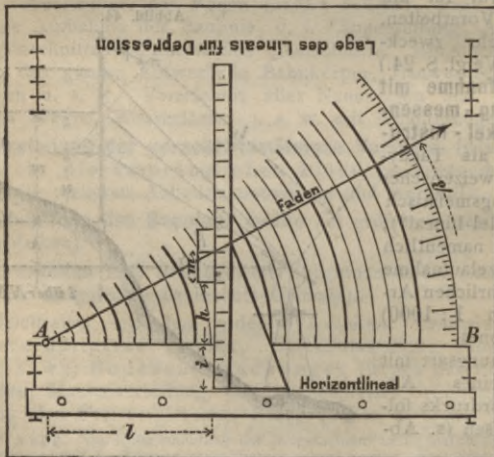
$$h = l \operatorname{tg} \beta - m.$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nr. des Punktes.	Winkel hor. α	Winkel vert. β	Lattenhöhe $o =$ $u =$ $m =$	$k(o - u)$	Wage-rechte Ent-fernung l	$l \operatorname{tg} \beta$	h	Ordinate der Instrum.-Höhe i	Ordinate des Punktes $i \pm h$	Bemerkungen.
			cm	m	m	m	m	m	m	$k =$ Koeffizient des Entfernungs-messers (in der Regel $k = 100$ oder 200).
						+	-			

Bemerkung. Die Ausrechnung und Ausfüllung der Spalten 5 bis 10 beim Tachymeter, 7 bis 10 beim Meßtisch, erfolgt im Arbeitszimmer. Die Ausfüllung der Spalte 2 entfällt beim Meßtisch. Die Multiplikation mit $\sin^2 \beta$ geschieht mit dem Rechenstab.

Wenn hiernach für jeden Standpunkt des Instruments der Höhenanschlufs, also die Ordinate i berechnet ist, so kann die Ermittlung der Einzelpunkte sehr abgekürzt werden durch Anwendung besonders dafür eingerichteter Rechenschieber (wie der von Teischinger*), Wild u. A.) oder auch durch ein zeichnerisches Verfahren, dessen Hilfsmittel aus Abbild. 45 zu erkennen und überall leicht her-

Abbild. 45.



*) s. Zeitschr. d. öster. Ing.- u. Arch.-V. 1883.

zustellen sind: ein Gradbogen, ein Teilstab und ein kleiner, der Tachymeterlatte entsprechender Schieber, alles aus Karton geschnitten. Dazu ein Lineal zur senkrechten Führung des Teilstabes und zur Einstellung des Horizonts, so daß AB der Höhe i des Teilstabes entspricht. Man liest dann auf dem Teilstabe sogleich die Ordinate des Punktes ab, nachdem vorher auf der Teilung AB die Größe k ($0-u$) aufgesucht und mit Hilfe der Kreisbögen und des Teilstabes durch zweimaliges Herabloten mit $\cos^2 \beta$ multipliziert also l gebildet ist. — Die Einstellung und Festhaltung des Fadens auf β geschieht durch eine zweite, das Ansagen der Größen β und k ($0-u$) durch eine dritte Person. — Für Depression ist die Abbildung umzudrehen.

3. Aufnahme mit (langen) Querprofilen; in Ermanglung besserer Instrumente. Um die Querprofile durch beliebige Richtung dem Gelände zweckmäßig anpassen zu können, ist ein drehbarer Winkelkopf mit Gradeinteilung und Ablesung auf 5 bis 10 Min. erforderlich und ausreichend. Dieses Verfahren ist sehr zeitraubend und deshalb veraltet.

Zur Aufnahme kurzer Querprofile, zur Aufsuchung geneigter Linien auf dem Gelände und für manche anderen Zwecke sind kleine Neigungsmesser, wie diejenigen von Wrede, Bose, Abney u. A., oft sehr zweckmäßig anwendbar.*)

4. Photogrammetrie als allgemeinstes Verfahren würde namentlich für allgemeine Arbeiten da, wo genügende Karten fehlen, bei sorgfältiger Ausführung sehr zweckmäßig sein, ist aber teuer und daher für Vorarbeiten noch wenig in Anwendung.**)

2. Absteckungen.

Absteckung der Geraden behufs Uebertragung der ausgearbeiteten Linie auf das Gelände durch Absetzen der in der Zeichnung gemessenen Entfernungen von den Festpunkten der Aufnahme. Sodann Herstellung der Schnittpunkte, Messung der wirklichen Winkel, Abmessung der Tangentenlängen und somit Herstellung der Bogenanfänge; darauf Abstecken der einzelnen Bogenpunkte sowie der Uebergangsbögen, diese jedoch meist erst beim Oberbau erforderlich.

Ist der Winkelpunkt unzugänglich oder zu sehr entfernt, so zerlegt man den Winkel durch eine (beliebige) Hilfslinie in 2 Teile, und mißt beide.

Art der Rechnung (s. Abbild. 46 a. f. S.):

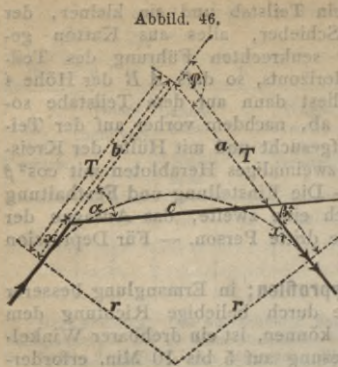
Gemessen $\sphericalangle \alpha, \beta$ und Länge c .

Gegeben Halbmesser r .

Dann ist:

*) s. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 272 u. 452, Ferner Deutsche Bauztg. 1877, S. 359.

**) Ueber diese Verfahren s. u. a. Handb. d. Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl.; Kap. I. von Richard und Mackensen. — Steiner, die Photographie im Dienste des Ingenieurs. Wien, 1891. — Vergl. auch Abteil. II, S. 26.



Außer Bogen-Anfang und -Ende (den Tangentenpunkten) wird auch die Bogenmitte zur demnächstigen Prüfung des Bogens gleich abgesteckt, entweder durch Halbteilung des Winkels und Absetzen des Scheitelabstandes d oder durch die (bei großen Winkeln doch erforderliche) Hülftangente nach folgender Rechnung (s. Abbild. 47):

Abbild. 47.

$$t = r \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4};$$

$$d = t \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = r \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = T \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4}.$$

Ferner ist die halbe Bogensehne:

$$\frac{s}{2} = r \sin \frac{\varphi}{2},$$

die Bogenhöhe:

$$h = \frac{s}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} = 2r \sin^2 \frac{\varphi}{4}$$

$$= r \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right);$$

und die Bogenlänge (φ in Grad):

$$b = r\varphi \frac{\pi}{180} = 0,017453 r\varphi^*$$

Einige bewährte Verfahren zum Abstecken der Bogenpunkte.

1. Von der Tangente aus; üblichste Art: in der Regel mit gleichen Abscissentheilen, da der Bogen doch noch stationiert wird.

*) Sehr zweckmäßig für alle derartigen genauen Rechnungen sind u. a. die Tafeln der trigonometrischen Linien (nicht Logarithmen) und der Bogenlängen in Rühlmann, logarithmische und trigonometrische Tafeln, Leipzig, Arnoldi. Fast stets genügt indessen die Benutzung des Rechenstabes, auch für das Abstecken der Bögen. Tafel für b , h und s für gegebene Winkel φ s. Abteil. I S. 28 u. 29.

Genau ist (Abbild. 48):

$$y = r - \sqrt{r^2 - x^2}.$$

Statt dessen ist die Formel:

$$y = \frac{x^2}{2r} + \frac{y^2}{2r}$$

bequem wie folgt benutzbar:

Man berechnet zunächst für $x = 10, 20, 30$ m
u. s. w. angenähert

$$y = \frac{x^2}{2r},$$

und addiert sodann das hiernach gefundene $\frac{y^2}{2r}$ hinzu. Man übersieht

sofort, dass (abgesehen von ganz großem x und ganz kleinem r) der Zusatz fast immer verschwindend klein wird, mithin die Annäherungsform $\frac{x^2}{2r}$ genügt. (Letztere auf dem Rechenstabe als Tafel ablesbar.)*

2. Von der Sehne aus, wenn Tangente unzugänglich oder unbequem; von der Sehnenmitte beginnend (Abbild. 49):

$$z = h - y = h - \frac{x^2}{2r} \text{ nahezu.}$$

3. Mit Winkelinstrument und gleichzeitiger Längenmessung durch Einwinken des vorderen Kettenstabes unter gleichem Peripheriewinkel gegen den vorhergehenden (Abbild. 50).

Die gleichen Bogenstücke (Sehnen) von einer Ketten- oder Mefsbandlänge l geben den gleichen Peripheriewinkel:

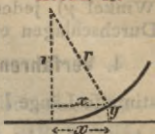
$$\gamma = \frac{l}{2r} \frac{180}{\pi} = \frac{l}{2r} 206265 \text{ in Sek.}$$

Bemerkung. Die Richtungen der Sehlinie und Kette (Mefsband) dürfen nicht zuviel abweichen, damit der Schnittpunkt genau wird; deshalb ist nach einer Reihe von Punkten Umsetzen des Instruments nötig. Bildung der neuen Tangente durch den Winkel Σ (γ) zur Sehne und Durchschlagen.

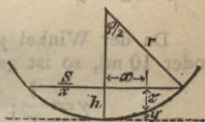
Bei Anwendung des Mefstisches erfolgt dasselbe Verfahren mittelst Zeichnung und Teilung des Bogens auf dem Brett (in beliebigem, jedoch großem Maßstabe), mithin ohne Rechnung; der Standpunkt braucht dann nicht in dem Bogen zu liegen und kann leichter gewechselt werden.

* Ausführliche Tafeln u. a. von Krühnke, Hecht, Knoll, besonders Sarrazin und Oberbeck, 5. Aufl. 1890.

Abbild. 48.



Abbild. 49.



Abbild. 50.

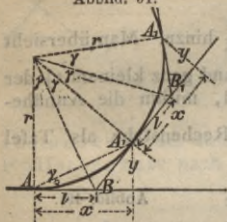


Ist der Innenraum des Kreisbogens nicht frei (wie z. B. bei Tunnelabsteckung im Stollen), so wird nötigenfalls nach jeder Meßbandlänge das Instrument umgesetzt und dann (nach dem ersten Winkel γ) jedesmal der Winkel 2γ zur letzten Sehne mittelst Durchschlagen eingestellt.

4. Verfahren mittelst „Einrücken“ (Abbild. 51). Für eine bestimmte Länge l (z. B. eine Kettenlänge) ist der Winkel $\gamma = \arctg \frac{l}{r}$ oder sehr nahe für kleine Winkel:

$$\gamma = \frac{l}{r} \quad 206265 \text{ in Sek.}$$

Abbild. 51.



Bei der Tangentenlänge x sind die Bogenordinaten:

$$y = 2r \sin^2 \gamma$$

$$x = 2r \sin \gamma \quad (\text{sehr nahe}).$$

So erhält man einen zweiten Tangentenpunkt A_1 , dessen Verbindung mit B giebt die zweite Tangente und es wiederholt sich von A_1 aus dieselbe Absteckung je eines Winkel- und eines Tangentenpunktes.

Da der Winkel γ sehr klein zu sein pflegt (z. B. bei $l = 20$ m oder 10 m), so ist genau genug:

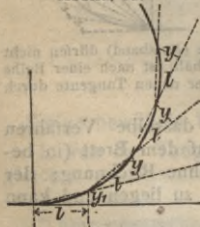
$$\gamma = \frac{l}{r}; \quad x = 2r \frac{l}{r} = 2l; \quad y = 2r \frac{l^2}{r^2} = \frac{2l^2}{r}.$$

In den Winkelpunkten ist die Bogenordinate ebenso:

$$y_1 = \frac{l^2}{2r} = \frac{y}{4}.$$

In dieser Weise ist die Absteckung der Bogenpunkte namentlich dann bequem, wenn für längere Hülfslinien seitwärts des Bogens (also für das erste oder zweite Verfahren) der Platz fehlt.

Abbild. 52.



Aehnlich ist das **Einrücken von der verlängerten Sehne** (Sekante) aus (Abbild. 52):

Man hat für die erste Ordinate (sehr nahe):

$$y_1 = \frac{l^2}{2r},$$

und für alle übrigen:

$$y = 2y_1 = \frac{l^2}{r}.$$

Man erhält auf diese Weise ohne Instrument, ohne Winkelmessung und Rechnung sehr schnell jedenfalls eine stetige Krüm-

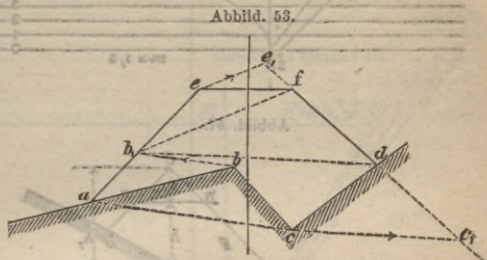
mung, wenn auch mit etwas anderem Halbmesser, deshalb für Versuchslinien auf dem Felde vorzugsweise geeignet. Uebergangsbögen s. Oberbau.

β. Entwurfs-Arbeiten.

1. Flächen- und Massenermittlung.

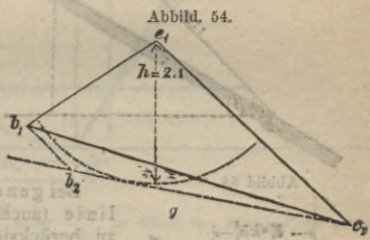
1. Bestimmung der Querprofilinhalte bei ausführlichen Vorarbeiten und auch sonst bei unregelmäßiger Bodenquerlinie: aus der Zeichnung durch

Rechnung, Planimeter oder Flächenverwandlung, letztere unter Umständen bis zur Ableitung des Inhalts als Länge (s. Abbild. 53 und 54) folgendermaßen:



Abbild. 53.

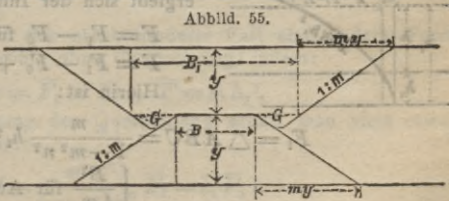
- 1) b nach $b_1 \parallel ca$,
 - 2) c nach $c_1 \parallel b_1 d$,
 - 3) e nach $e_1 \parallel b_1 f$,
- dann ist $\triangle b_1 c_1 e_1 = abcdefe$.
- 4) $h = 2 \cdot l$ u. $b_1 b_2 \parallel e_1 c_1$;
- dann ist $g = c_1 b_2 = \triangle b_1 c_1 e_1 = \text{Fläche } abcdefe$.*



Abbild. 54.

Bei allgemeinen Arbeiten und ziemlich geradliniger Querneigung des Bodens durch Tafeln oder (einfacher) durch gezeichnete Profilmassstäbe in folgender Weise:

Ist die Querlinie ganz oder nahezu wagerecht, so hat der Inhalt die Form (s. Abbild. 55):



Abbild. 55.

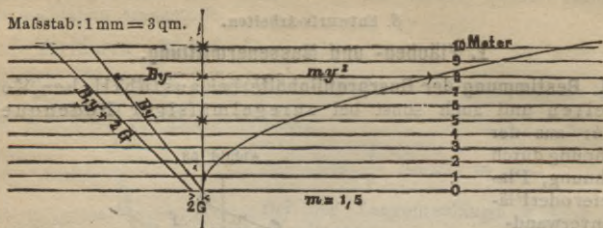
$$F = B y + m y^2 \text{ für Auftrag,}$$

$$F = B_1 y + 2 G + m y^2 \text{ für Abtrag.}$$

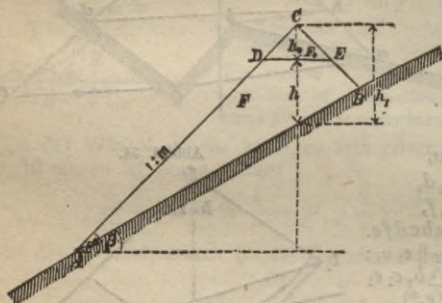
*) Weiteres s. Deutsche Bauzeitung 1890, S. 537. Taschenbuch der Hütte. 15. Aufl. II. Abteilung.

Diese Formeln können (durch Differenzenbildung) in Tafeln oder weit bequemer durch Zeichnung mittelst einer Parabel und einer

Abbild. 56.



Abbild. 57.



Abbild. 58.



Bei geneigter, aber gerader Querlinie (auch bei allgemeinen Vorarbeiten zu berücksichtigen, wenn $n = \operatorname{tg} \beta > \frac{1}{3}$) ergibt sich der Inhalt (s. Abbild. 57) zu:

$$F = F_1 - F_0 \text{ für Auftrag,}$$

$$F = F_1 - F_0 + 2G \text{ für Abtrag.}$$

Hierin ist:

$$F_1 = \triangle ABC = \frac{m}{1 - m^2 n^2} h_1^2 = k h_1^2,$$

$$F_0 = \triangle DEC = \begin{cases} \frac{B^2}{4m} & \text{für Auftrag,} \\ \frac{B_1^2}{4m} & \text{für Abtrag.} \end{cases}$$

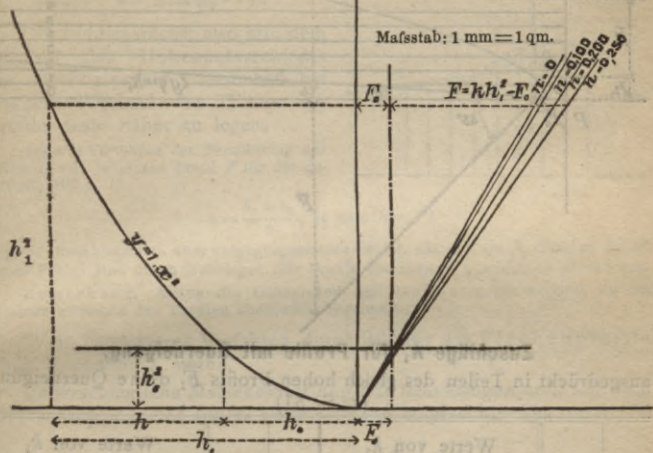
$m = \operatorname{ctg} \alpha$, in der Regel $= 1,5$; $h_1 = h + h_0$; $n = \operatorname{tg} \beta$.

B und B_1 s. Abbild. 55 a. v. S.

geraden Linie in Gestalt eines Profilsmafsstabes dargestellt werden, dessen Höhen gleich denen des Längensprofils sind, dessen Längen in irgend einem Mafsstabe (z. B. $1 \text{ mm} = 2$ oder 1 cm) den Flächeninhalt der Querprofile angeben (Abbild. 56).

Die Formel $F_1 = k h_1^2$ kann durch Tafeln oder Parabeln (s. Abbild. 58) dargestellt werden, auch kann man statt der Parabeln gerade Linien benutzen, wenn man die Höhen nach quadratischer Teilung aufträgt. Das Abgreifen auf letzterer wird durch eine senkrecht gestellte Parabel ($y = 1 \cdot x^2$, wobei der Maßstab für x etwa 5 mal größer als für y zu nehmen) jeder Schwierigkeit entkleidet (Abbild. 59). Der Abzug von F_0 und Zusatz von h_0 erledigt sich in der Zeichnung.

Abbild. 59.



Bemerkung. Wenn $h < \frac{nB}{2}$ bzw. $\frac{nB_1}{2}$, so würde der Abzug F_0 zu groß; dann besser Ermittlung durch Zeichnung. Also zweckmäßig diese Grenze für h in der Abbild. hervorzuheben.

Für $n = 0$ ergibt sich als besonderer Fall eine andere Form des Maßstabes für Profile ohne Querneigung, indem:

$$x = \bar{F}_1 = F_0 + \bar{F} = m h_1^2.$$

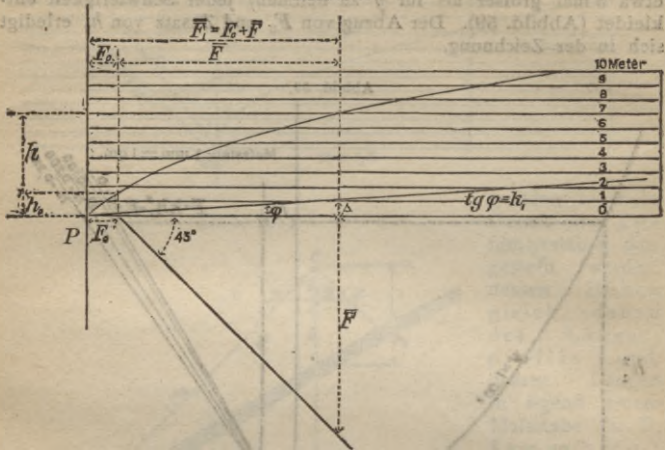
Bei Vernachlässigung der Querneigung erhält man stets etwas zu wenig und zwar um:

$$\Delta = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2} \bar{F}_1 = k_1 \bar{F}_1.$$

Sonach ist für jedes zunächst ohne Querneigung bestimmte \bar{F} der Zusatz Δ als Ordinate einer (von P aus unter $\text{tg } \varphi = k_1$ geneigten) Geraden abzugreifen (s. Abbild. 60, S. 52); k_1 erhält für jedes n einen bestimmten Zahlenwert, der leicht zu berechnen.

Die Abbildung zeigt eine solche Linie in Verbindung mit dem nach Abbild. 58 für $n = 0$ gezeichneten Profilmassstabe. Eine zweite unter 45° nach unten geneigte Gerade ermöglicht die Berichtigung des \bar{F} in einfachster Weise.*)

Abbild. 60.



Zuschläge k_1 für Profile mit Querneigung,

ausgedrückt in Teilen des gleich hohen Profils \bar{F}_1 ohne Querneigung (s. S. 51).

ctg β	$n = \text{tg } \beta$	Werte von k_1 für $m =$			ctg β	$n = \text{tg } \beta$	Werte von k_1 für $m =$		
		1,5	1	0,7			1,5	1	0,7
10,0	0,100	0,0230	0,0101	0,0049	4,75	0,211	0,112	0,0465	0,0223
9,0	0,111	0,0286	0,0125	0,0060	4,50	0,222	0,126	0,0519	0,0247
8,0	0,125	0,0363	0,0158	0,0077	4,25	0,235	0,144	0,0586	0,0280
7,0	0,143	0,0482	0,0209	0,0101	4,00	0,250	0,164	0,0666	0,0316
6,5	0,154	0,0568	0,0243	0,0118	3,75	0,267	0,192	0,0767	0,0362
6,0	0,167	0,0673	0,0285	0,0138	3,50	0,286	0,227	0,0890	0,0417
5,5	0,182	0,0810	0,0342	0,0166	3,25	0,308	0,274	0,1047	0,0487
5,0	0,200	0,0990	0,0416	0,0200	3,00	0,333	0,333	0,1248	0,0575

*) Eingehender über die Durchführung dieses Verfahrens unter Berücksichtigung der Querneigung und der Uebergangspunkte nebst Angaben für die erforderlichen Zahlenwerte bei 4 verschiedenen Böschungsverhältnissen s. Goering, Massenermittlung u. s. w., 2. Aufl., Berlin 1890, Wilhelm Ernst & Sohn.

2. Bestimmung der Raummasse. Ueblichstes Verfahren durch Summenbildung von Prismen, von der Länge l , deren jedes aus der gemittelten Profilfläche berechnet wird (Abbild. 61):

$$M = \frac{F_1 + F_2}{2} l.$$

Dieses Verfahren ergibt (unter Voraussetzung ebener Erdoberfläche zwischen den benachbarten Querprofilen) streng genommen etwas zuviel, nämlich (als absoluten Fehler):

$$\frac{1}{6} mlz^2, \text{ wo } z = h_2 - h_1.$$

Der Fehler wächst also mit dem Quadrat des Höhenunterschiedes der Nachbarprofile. Demnach bei raschem Wechsel der Höhen die Profile desto näher zu legen.

Anderes Verfahren der Berechnung der Prismen mit je einem Profil F für die gemittelte Höhe

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}, \text{ so da\ss } M = Fl,$$

ergibt einen kleineren, aber entgegengesetzten Fehler, nämlich um $\frac{1}{2} z^2 ml$ zu wenig. Beide Fehler sind durch Nahelegen der Profile hinreichend unschädlich zu machen.

Bemerkung. Allzugroße Genauigkeit der Rechnung ist wertlos, da das Gelände zwischen den Profilen doch nicht regelmäÙig.

Weit bequemerer Verfahren durch Bildung des Flächenprofils ohne Rechnung s. unten.

Uberschlägliche Massenermittlung aus dem Längenprofil mit dem Momentenplanimeter (unter Voraussetzung wagerechter Querprofile.*)

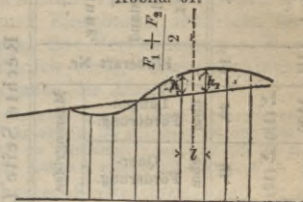
2. Massenverteilung.

Dieselbe ist auf dem Wege der Rechnung nur durch mehrfaches Versuchen richtig zu finden. ZweckmäÙig, Massenberechnung und -Verteilung nebst Kostenberechnung so aufzustellen, daÙ weitere schriftliche Erläuterung erspart und Uebersicht möglichst erleichtert wird. Hierzu nachstehendes Muster geeignet. S. S. 54. (Vergl. auch S. 61 u. f., Ausführung der Erdarbeiten.)

3. Massen-Ermittlung und -Verteilung durch Zeichnung.

Die Bildung des **Flächen- und Massenprofils** durch Zeichnung führt sehr viel schneller zum Ziel und erleichtert zugleich bedeutend die Aufstellung der Massenverteilung, sowie die Wahl der Förderungsart.

Abbild. 61.



*) Handb. der Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl. S. 122. Ferner Kùpke, Org. f. F. 1874.

Linke Seite (Massenberechnung).

Pos. Nr.	Station Nr.	Länge.	A b t r a g.			A u f t r a g.			V e r w e n d u n g.			
			Halbes Profil.	Mittl. Profil.	Masse.	Gräben am Damm.	Halbes Profil.	Mittl. Profil.	Masse	Innerhalb der Position.	Außerhalb der Position	
1.	2.	m	qm	qm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm
3.	4.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
5.	6.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm
7.	8.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm
9.	10.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm
11.	12.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm
13.	14.	qm	qm	cbm	cbm	cbm	qm	qm	cbm	cbm	cbm	cbm

Rechte Seite (Massenverteilung und Kostenberechnung).

Pos. Nr.	Gewinnungsgegenstand und Ort.	Bodenklasse Nr.	Verwendungsgegenstand und Ort.	Förderart Nr.	Massengröße.		Transport.		Transportpreis f. d. cbm.	Transportkosten.		Gewinnungspreis f. d. cbm.	Gewinnungskosten der Erdarbeiten.				
					Längen-Förderung.	Quer-Förderung.	Entfernung der Schwerp.	Hebung.		im einzelnen.	im ganzen.						
15.	16.	17.	18.	19.	cbm	cbm	m	m	4	M.	4	M.	4				
20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.					
Z. B.: Seitenm. bei Stat.	1. b. Rampe bei Stat.	III.	Σ (13) Σ (12)	1500	—	400	4	10	46	9	55	825	—	—	—	1125	—

Die Inhalte der Querprofile, gleichviel wie ermittelt, werden als Längen (z. B. $1 \text{ mm} = 2 \text{ qm}$) auf den (dem Längenprofil entsprechenden) Ordinaten von der Neigungslinie (Gradiente) nach oben und unten (Ab- und Auftrag) aufgezeichnet, die Auftragsordinaten im Verhältnis der Auflockerung verkleinert.*) Sodann geben die Flächeninhalte des so entstandenen „Flächenprofils“ die Massen ohne Rechnung. Sie werden ermittelt entweder mit dem Planimeter oder durch Summenbildung, indem man die Flächen in Trapeze von gleicher Breite (z. B. von einer Station, bei ausführlichen Vorarbeiten von 20 bis 25 m) einteilt und deren mittlere Höhen an den Anfangs- oder Endordinaten der Dämme und Einschnitte senkrecht übereinander aufträgt (wobei in der Regel eine Verkleinerung z. B. auf die Hälfte oder ein Viertel*) erforderlich wird). Diese senkrechten Längen, am Maßstab abgelesen, ergeben die Massen.

Beispielsweise sei der Flächenmaßstab wie oben $1 \text{ mm} = 2 \text{ qm}$ (senkrecht neben dem Flächenprofil zu zeichnen) und die Trapezbreite 25 m; dann ist der Massenmaßstab (senkrecht neben dem Massenprofil zu zeichnen): $1 \text{ mm} = 2 \text{ qm} \cdot 25 \text{ m} = 50 \text{ cbm}$, oder bei einer Verkleinerung auf die Hälfte $1 \text{ mm} = 100 \text{ cbm}$ u. s. w.

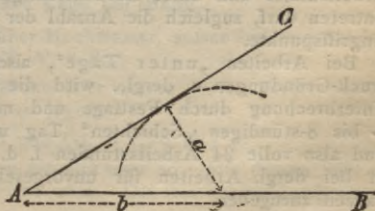
Die Teilpunkte der letztbezeichneten Senkrechten, auf die zugehörigen Ordinaten wagerecht projiziert, ergeben zugleich das Massenprofil u. zw. ohne jede Rechnung.

Die Massenverteilung kann alsdann an Stelle der Rechnung, d. h. vielfacher und mühsamer Proberechnungen, in weit bequemerer und richtigerer Weise durch Benutzung des Massenprofils auf dem Wege der Zeichnung geschehen. In letzterem Falle bilden bei allgemeinen Arbeiten die Ermittlung der Querprofile mit Hilfe des Profilmassstabes, die Bildung des Flächen- und Massenprofils und die Feststellung der Massenverteilung ein zusammenhängendes Verfahren, das für jede Versuchslinie in sehr kurzer Zeit ohne Rechnung durchzuführen ist und sogleich zu einer Uebersicht der gesamten Förderungskosten führt**). Bei ausführlichen Arbeiten tritt an die Stelle des Profilmassstabes die Ermittlung der gezeichneten Querprofile, im übrigen ist das Verfahren gleich. Benutzt man dabei noch die weit bequemeren gezeichneten Förderpreistafeln an Stelle der üblichen Zahlenreihen, so kann zugleich die Berücksichtigung verschiedener Förderarten ohne jede Schwierigkeit stattfinden (vergl. unten S. 63 u. f.).

*) Diese, wie alle derartigen Verkleinerungen am bequemsten durch Abgreifen an einem „Verkleinerungsmaßstabe“ (s. Abbild. 62), bei welchem das betreffende Maß mit dem Zirkel von A aus in der Richtung nach B angesetzt und dann rechtwinklig zu AC abgegriffen, somit im Verhältnis $a:b$ verkleinert wird.

***) Goering, Massenermittlung, Massenverteilung und Transportkosten. 2. Aufl. Berlin 1890, Wilhelm Ernst & Sohn.

Abbild. 62.



γ. Aufstellung des Bauplanes.

Der Bauplan muß veranschaulichen (am besten durch Zeichnung):

1. Zeiteinteilung nach Vierteljahren und Monaten.
2. Bedarf während dieser Zeitabschnitte an Baustoffen, Arbeitskräften, Geräten und Geldmitteln behufs rechtzeitiger Beschaffung, ungestörten Ineinandergreifens der Arbeiten, rechtzeitiger Herstellung der Zukömmlichkeit u. s. w. Zur Ermittlung der erforderlichen Arbeitszeit für grössere Bauwerke können folgende Angaben für mittlere Verhältnisse dienen.

1 cbm erfordert:

Erdarbeiten bei Gründungen	etwa 0,25 Tagewerke
Baggerarbeit (z. B. bei Brunnengründung)	1,8 "
Betonschüttung	1,4 "
Ringmauerwerk der Brunnen in Ziegel	1,4 "
Desgl. in Quadern	2,7 "
Ausmauerung der Brunnen	1,4 "
Freimauerwerk in Ziegeln	1,25 bis 2 "
Desgl. in Quadern	3,5 bis 4 "
In mittelschweren Bruchsteinen	2 bis 3 "
Ziegelgewölbe	2 "
Hintermauerung desselben	1,6 "

Bei Mangel anderer Anhaltspunkte kann man die allein für Arbeitslohn im Anschlag enthaltenen Sätze durch Teilung mit dem mittleren Arbeitslohn in Tagewerke umsetzen.

Bezüglich der Erdarbeiten sind besondere Ermittlungen nötig, s. u. „Ausführung der Erdarbeiten“, S. 61 u. f.

Bei Ermittlung der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit sind an wirklichen Arbeitstagen (d. i. nach Abzug der Sonn- und Feiertage und einiger Tage für Witterungshindernisse) etwa 24 im Monat zu rechnen; durchschnittlich der Tag zu 10 Arbeitsstunden, jedoch in den Wintermonaten weniger, im Sommer mehr.

Bei Maurerarbeiten unter freiem Himmel ist die Zeit von Mitte November bis Mitte April zur Sicherheit ganz abzurechnen; ebenso für Erdarbeiten die Zeit von Mitte Dezember bis Ende März; ferner ist bei Arbeiten am Wasser auf die Hochwasserzeiten Rücksicht zu nehmen.

Die Anzahl der erforderlichen Tagewerke, durch die Anzahl der verfügbaren Arbeitstage geteilt, giebt die Anzahl der nötigen Arbeitskräfte und unter Berücksichtigung, daß keine Ueberfüllung eintreten darf, zugleich die Anzahl der erforderlichen, gleichzeitigen Angriffspunkte.

Bei Arbeiten „unter Tage“, also im Tunnelbau, bei Luftdruck-Gründungen u. dergl., wird die Arbeit in der Regel ohne Unterbrechung durch Festtage und mit Wechsel der Arbeiter in 6- bis 8-stündigen „Schichten“ Tag und Nacht betrieben; dann sind also volle 24 Arbeitsstunden f. d. Tag zu rechnen. Dagegen ist bei dergl. Arbeiten für unvorgesehene Störungen stets etwas Bauzeit zuzugeben.

B. Bahnbau.

I. Unterbau.

a. Bahnkörper.

Planum (Oberfläche des Unterbaukörpers und Sohle der Bettung). Breite $B = b + 2md$, wenn b die Kronenbreite und d die Höhe des Bettungskörpers zwischen Planum und Schienenunterkante (Abbild. 63 u. 64).

Kronenbreite ist die (gedachte) Breite b in Höhe der Schienenunterkante bis zum Durchschnitt mit den verlängerten Böschungen des Erdkörpers. Für diese folgende Vorschriften:

+ Abstand a der Kronenkante von der nächsten Gleismitte bei Hauptbahnen mindestens 2 m (N. f. K. § 3 u. T. V. § 32).

Desgl. bei Nebenbahnen $\geq 1,75$ m (Gz. f. N. § 32); bei vollspurigen Lokalbahnen $\geq 1,5$ m; bei Schmalspur \geq Spurweite (Gz. f. L. § 28). Bei scharfen Bögen und hohen Dämmen wird a. a. O. Verbreiterung empfohlen.

+ **Bettungshöhe** d_1 unter Schienenunterlagen bei Hauptbahnen ≥ 200 mm (N. f. K. § 4; T. V. § 3); bei Nebenbahnen ≥ 150 mm; bei vollspurigen Lokalbahnen genügt 130 mm, bei Schmalspur ≥ 100 mm (Gz. f. N. u. L. § 3).

Demnach mittlere Bettungshöhe d (Abbild. 63) unter Bahnkronen bei Hauptbahnen mit 160 mm hohen Holzschwellen etwa 400 mm, und Planumbreite B für ein Gleis $\geq 5,2$ m; für zwei Gleise 8,7 m.

Bei eisernen Schwellen ist trotz deren geringerer Höhe die Stärke der Bettung nicht kleiner, sondern eher größer zu nehmen, bei Langschwellen $d_1 \geq 300$ mm.

Trockene Lage der Bahn.

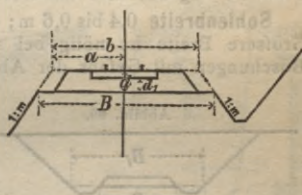
+ Bahnkronen $\geq 0,6$ m über Hochwasser, ausser bei eingedeichten Strecken. (N. f. K. § 4; T. V. § 33.)

Bei Wellenschlag Bahnkronen über dessen größte Höhe, besser, das Planum schon so hoch zu legen.

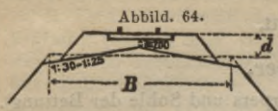
(S. auch Gz. f. N. § 33 und Gz. f. L. § 29.)

Lage des Planums gegen Grundwasser so, daß dessen höchster Stand nicht vom Frost erreicht wird. Die Böschungen des Bettungs-

Abbild. 63.



körpers nicht mit undurchlässigem Material (als Rasen u. s. w.) zu bedecken. (T. V. u. Gz. f. N. § 33.)



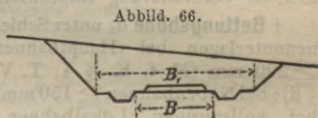
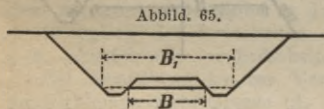
Das Planum erhält eine Abdachung von 1:30 bis 1:25 (Abbildung. 64) oder statt dessen Sickerschlitze, Saugröhren u. s. w., jedenfalls eine vollständige Entwässerung.

In scharfen Krümmungen empfiehlt sich einseitige Abdachung des Planums, wie z. B. bei der österreichischen Nordwestbahn, entsprechend der Ueberhöhung (s. Oberbau), oder Vergrößerung der Breite, bezw. Verschiebung des Gleises nach innen (z. B. 2 cm für jeden cm Ueberhöhung).

Bahngräben (Abbildung. 65 u. 66).

Tiefe im Einschnitt $\geq 0,4$ bis 0,6 m unter Planum; nur bei ganz trockener Lage genügt 0,3 m; **Gefälle** dem Längsgefälle des Planums folgend, aber mindestens 1:600.

Sohlenbreite 0,4 bis 0,6 m; in ganz trockener Lage genügt 0,3 m. Größere Breite ist nötig bei starkem Wasserandrang oder hohen Böschungen mit Gefahr der Abrutschung.



Gräben am Dammfuß auf der Thalseite entbehrlich, sofern nicht zur Fortleitung einer aus dem Einschnitt kommenden Wassermenge erforderlich; **Gefälle** $\geq 1:800$ bis 1:600.

Böschungen der Gräben in der Regel 1:1,5; bei Pflasterung 1:1 bis 1:0,5. Bei Gefälle über 1:100 bis 1:50 (je nach Festigkeit des Bodens) ist besondere Befestigung erforderlich, als Rasenbelag, Pflasterung u. s. w.

Grabenberme („Banket“ Abbild. 66) bei Einschnitt in Höhe des Planums (auch wohl der Krone), am Dammfuß in Erdhöhe, von 0,5 bis 1 m Breite, erforderlich nur bei beweglichen Böschungen und schlammführenden Gräben, um Platz zum Ausschlämmen zu gewinnen. Bei hoher Einschnittsböschung an der Bergseite ein „Fanggraben“ zum Auffangen und Ableiten des Wassers nach bestimmten Abflusrrinnen. Jenseits der Einschnittskante und des Dammfußes bezw. des Grabens folgt ein **Schutzstreifen** von 0,6 m bis 0,8 m, auch 1 m bis zur Eigentumsgrenze; s. auch unten, bei Einfriedigungen.

Böschungen.

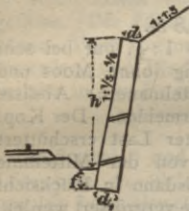
Böschungsverhältnis in der Regel 1:1,5; im Auftrage nur bei Steinschüttung oder Abpflasterung steiler, 1:1,25 bzw. 1:1; im Abtrage bei festen Erdarten steiler, bei Fels bis 1:½, wenn die Schichtung günstig.

Befestigung der Böschungen zum Schutz gegen Angriff des Wassers, Frostes, Windes u. s. w. In der Regel Bekleiden mit Mutterboden und Rasen durch Belegen oder Besamen. Bei mehr beweglichem Boden Flechtzäune mit Pflanzungen dazwischen. Pflasterungen und Steinwürfe (am und im Wasser). Pflaster jedoch erst nach Setzen des Bodens. In besonderen Fällen:

Mauern. Bekleidungsmauern nur zum Schutz gegen Verwitterung; Futter- und Stützmauern zur Aufnahme des Erddrucks vom gewachsenen bzw. aufgeschütteten Boden. *)

Stets ist für Ableitung des Wassers hinter der Mauer zu sorgen; bei Mörtelmauern durch Sickerschlitze in der Mauer mit starkem Gefälle, nötigenfalls in Verbindung damit Saugröhren oder Sickerschlitze hinter der Mauer. Kräftiger Anlauf dringend ratsam.

Abbild. 67.



Abbild. 68.

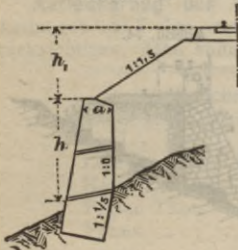


Abbild. 69.



Erläuterungen zu Abbild. 67 bis 72 s. S. 60.

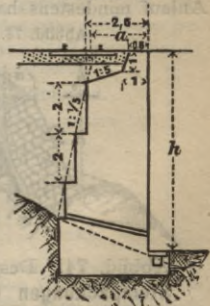
Abbild. 70.



Abbild. 71.



Abbild. 72.



*) S. Haeseler „Konstruktion der Stütz- und Futtermauern“ im Handb. d. Ing.-W., Bd. I. 2. Auf. Kap. V. Auch Deutscher Baukalender, Beigabe.

Einige praktische Beispiele für Mauerprofile. Dazu einige empirische Formeln, jedoch nur zur vorläufigen Annahme der Abmessungen, vorbehaltlich der statischen Untersuchungen (vergl. Zehnter Abschnitt Statik der Baukonstruktionen II):

Abbild. 67 bis 72 a. S. 59. Volle Mörtelmauern.

Abbild. 67. Bekleidungsmauer von Bruchstein:

$$d = 0,6 \text{ m}; \quad d_1 = \frac{h}{10}, \quad \text{jedoch } \geq 0,6 \text{ m.}$$

Abbild. 68. Futtermauer (der Gotthardbahn) aus Bruchstein:

$$a = \frac{h_1}{20}, \quad \text{jedoch } \geq 0,6 \text{ m.}$$

Abbild. 70. Stützmauer (der Gotthardbahn) aus Bruchstein:

$$a = \frac{h_1}{10}, \quad \text{jedoch } \geq 0,6 \text{ m.}$$

Abbild. 71. Stützmauer desgl. bis zur Bahnkrone:

$$a = 0,4 + 0,16 h, \quad \text{jedoch } \geq 0,8 \text{ m.}$$

Abbild. 69. Desgl. in Ziegeln (Profil Haeseler):

$$a \geq 2\frac{1}{2} \text{ Stein}; \quad a_1 \geq 2 \text{ Stein.}$$

Abbild. 72. Desgl. aus Bruchstein, wenn Platz zum Anlauf fehlt (Gotthardbahn):

$$a = 0,5 \text{ m} + 0,22 h, \quad \text{jedoch } \geq 0,8 \text{ m.}$$

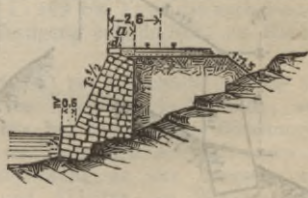
Trockenmauern mit Böschung von $1 : \frac{2}{3}$ bis $1 : \frac{1}{2}$, nur bei sehr gutem Material bis $1 : \frac{1}{3}$, sind stets durchlässig (ohne Moos und Erde) herzustellen; nicht in Verband mit Mörtelmauern; Absätze der Hinterfläche wegen ungleichen Setzens zu vermeiden. Der Kopf der Mauer darf nicht unmittelbar von bewegter Last erschüttert werden. Die Drucklinie darf keinesfalls weit von der Mittellinie abweichen. Die obere Dammbreite muß alsdann in Rücksicht auf erhebliches Sacken um $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{30}$ der Mauerhöhe vergrößert werden.

Abbild. 73. Trockenmauer als Stützmauer. (Bei der Gotthardbahn nur bis $h = 6$ m zulässig; dann $a \geq 1$ bis $1,5$ m; $h_0 \geq 1,5$ m. Anlauf mindestens halbfüßig.)

Abbild. 73.



Abbild. 74.



Abbild. 74. Desgleichen ($a \geq 1$ m; $d \geq 0,6$ m.)

Steinpackungen (ohne Bearbeitung der Steine, mit Böschung von $1 : 1$) verlangen Zugabe eines nicht unerheblichen Sackmaßes in der Dammbreite, mindestens $\frac{1}{8}$ der Erddruckhöhe.

Wasserführende Schichten, welche von dem Abtrag durchschnitten werden, müssen — bei merklicher Neigung vor Beginn des Abtrages — durch Sickergräben oder Saugröhren in reichlicher Entfernung vom Einschnittsrande trocken gelegt werden, um Rutschungen zu vermeiden. Anlage dieser Entwässerungsadern nötigenfalls bergmännisch. (Stollen von der Seite oder von Schächten aus betrieben, mit Steinen angefüllt.) — Ebenso auch bei Dammschüttung, wenn wasserführende Schichten nahe unter der Oberfläche, also Bewegung infolge der Anschüttung zu befürchten.*)

Hauptregel: Allen Bewegungen der Erdmassen vorbeugen durch Entwässerung vor Beginn der Herstellung des Bahnkörpers (vor Störung des Gleichgewichts).

b. Ausführung der Erdarbeiten.

Diese umfasst außer den vorbereitenden Arbeiten (geometrische: d. i. genaue Prüfung des Nivellements, Absteckung der Profile u. s. w., praktische: d. i. Herstellung der Zukömmlichkeit, Heranschaffung der Geräte, Unterbringung der Arbeiter u. s. w.) namentlich die Gewinnung und Förderung. Die **Gewinnung** begreift in sich: Lösen der Erdmasse und deren Laden in die Fördergefäße. Die **Förderung** umfasst zugleich das Ausstürzen oder Verbauen. Dazu kommen noch Einebnungsarbeiten („Planieren“), welche bisweilen, und Böschungsarbeiten (Einebnen und Bekleiden u. s. w.), welche in der Regel gesondert bezahlt werden.

1. Gewinnung.

Bodenarten und Gewinnungspreise. Einteilung nach Art der Lösegeräte in nicht zu viele Klassen, weil sonst Unterschiede streitig; beispielsweise gemäß nachstehender Tafel. Außerdem Gewinnung durch besondere Maschinen für große Massen bei Tiefen von 3 bis 12 m.**)

Auflockerung des Bodens und demnach größere Zahl der Ladungen auf 1 cbm, namentlich bei festeren Bodenarten (Fels) zu berücksichtigen. Man kann etwa die folgenden Prozentsätze rechnen:

Bodenart.	Anfangs.	Bleibend.
Sand	10—20	1—2
Lehm u. dergl.	20—25	2—4
Keuper, Mergel u. dergl.	25—30	4—6
Fester Thon	30—35	6—7
Felsen	35—50	8—15

*) Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, Heft V. Unterbau. 3. Aufl. Prag 1877. v. Kaven, Rutschungen der Böschungen u. s. w. Wiesbaden 1883. Ders. Anwendungen der Theorien der Böschungen. Leipzig 1885. Gustav Meyer im Handb. d. Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl.

**) s. Forchheimer, Die Trockenbagger, Z. d. V. d. Ing. 1887.

Erdgewinnung.

Klasse.	Bodenart.	Lösegerät.	Arbeitsstunden f. d. cbm.	Kosten in Pfennig f. d. cbm.			
				Für Arbeit.*)	Für Geräte.	Für Spreng- mittel.	Im ganzen.**)
I.	Gewöhnlicher Stiehboden, Sand, Dammerde u. s. w.	Schaufel und Spaten.	0,5—1	10—20	—	—	15—25
II.	Schwerer Stiehboden, d. i. feiner Kies, sandiger Lehm, leichter Thon u. s. w.	Desgl. (bes. schles. Schaufel) nebst Holz- oder Eisenkeilen und Schlägel.	1,5—1,6	20—32	5	—	25—40
III.	Schwerer Lehm und Thon; Mit Steinen durchsetzter Boden. Loses Gerölle.	Breithacke nebst Keil und Schlägel.	1,6—2,4	32—48	6	—	40—60
IV.	Trümmergestein; festes Gerölle. Weichere Sandsteine, kleibrüchiger Schiefer, zerklüfteter Kalkstein.	Spitzhacke und Brechstange. Kreuzhacke, Keilhacke. (U. U. auch Mithensprengung.)	2,4—4	48—80	8—10	—	40—70
V.	Leicht schiefsbares Gestein. Festere Schiefer; Kalk- und Kreidel- gesteine, festere Sandsteine; Kon- glomerate u. dergl. (Auch „milder Fels“ genannt.)	Bohrung mit Sprengmitteln und Brechsen.	3,5—6	70—120	10—15	15—30	70—150
VI.	Schwer schiefsbares Gestein. Granit, Gneis, Syenit, Quarzfels, Hornstein, Porphyr, Melaphyr, Grünstein. Feste Grauwacke u. s. w.	Desgl. nebst Keil und Hammer. U. U. Bohrmaschinen.	6—8	120—160	15—20	30—50	150—250

Bemerkungen.

*) Einfacher Wurf mit Laden in niedrige Fördergeriffe (Karren) mit einbegriffen. Für Laden in hohe Gefäße u. U. Zulage.
 **) Unter Hinzurechnung eines mäßigen Unternehmergewinnes.
 zu I. bis III. Wasserhaltigkeit des Bodens erhöhet die Kosten bei leichten Bodenarten um 15 bis 20 Pfg. f. d. cbm.
 zu IV. U. U. noch eine Klasse als IV b. „Fels ohne Sprengbarkeit“.

Sprengarbeit.*) Bohrlochtiefe t proportional dem Quadrat des Lochdurchmessers d . Ladungsgröße etwa proportional t^2 (indem der Widerstand mit der kegelförmigen Anhaftungsfläche des Minen-trichters wächst). Uebliche Werte von d und t :

$t = 30$ bis 50 cm;	$d = 30$ mm für Pulver,	$d = 23$ mm für Dynamit.
50 bis 80 „	40 „	30 „
80 bis 120 „	55 „	40 „

Bei Maschinenbohrung werden die Löcher tiefer als bei Handbohrung, bei Drehbohrung weiter als bei Stofsbohrung hergestellt. — Durch Probeschüsse wird das günstigste Verhältnis zwischen Inhalt des gelösten Minen-trichters und Aufwand an Bohrarbeit nebst Ladungskosten ermittelt.

Tägliche Arbeitsleistung z. B. bei zweimänniger Handbohrung und $d = 25$ mm

ungefähr 6 bis 6,5 lfd. m Bohrloch in Sandstein u. dergl.
„ 2 „ 3 „ „ in festem Kalkstein u. dergl.
„ 1,75 „ 2,5 „ „ in Granit u. dergl.

2. Bodenförderung.

Förderart und Förderkosten. Bezeichnung der üblichen Förderarten:

- I. Schubkarren auf hölzernen oder eisernen Karrfahrten (Dielen).
- II. Handkippkarren (2rädig) desgl.
- III. Pferdekippkarren (2rädig). Desgl. auf Karrfahrten mit Spurleisten (Bohlenbahnen).
- IV. Rollbahn oder Dienstbahn (Spurweite von 0,6 m bis Vollspur; meist 0,9 oder 1 m); 4rädige Wagen und zwar:
 - IVa. Betrieb mit Menschen.
 - IVb. „ „ Pferden.
 - IVc. „ „ Lokomotiven (kleine Tendermaschinen von 20 bis 120 PS.)

Die folgende Tafel über Erdförderung enthält alle erforderlichen Angaben.

Erläuterungen zur Tafel S. 64 u. 65.

Wahl der Förderart. Beginn jeder Erdarbeit mit einfachem Wurf oder Schubkarren, daran schließt sich sehr bald diejenige Förderart, welche für die ganze übrige Masse der Arbeitstelle beibehalten werden soll, in der Regel ohne Zwischenstufe. Deshalb ist bei der Massenverteilung für jede Arbeitstelle eine bestimmte Förderart vorauszusetzen und dieser entsprechend der Förderungspreis anzurechnen. Die Entscheidung darüber giebt Spalte 8 der Tafel, indem bei einer versuchten Verteilungsart die ungefähren

*) s. Handb. d. Ing.-W. Bd. I. Kap. IX und Dolezalek, Tunnelbau, 1889.

Erd-

	I.	II.
	Schubkarren.	Handkipkarren.
a) Ladungszahl für 1 cbm gewachsenen Boden	15—16	3—3,5
b) Desgl. für gewachsenen Fels im Mittel	17—18	3,5—4
a) Zahl der Gefäße und Arbeitskräfte in einem Zuge	15—20 Karren mit ebensoviel Mann	jede Karre einzeln mit 2 Mann
b) Desgl. bei Steigungsförderung	ebenso	jede K. m. 3 Arbeitern
a) Förderweite in Meter	$\left. \begin{matrix} 10-300 \\ \text{Unter 25 m wird} \\ 25 \text{ m gerechnet.} \end{matrix} \right\}$	80—600
b) Zweckmäßige Grenzen in der Regel	$\leq 80-100$	≤ 300
a) Größtes noch mögliches Steigungsverhältnis s_{\max}	$1/10$ (bis $1/7$)	$1/17$ ($60^0/100$)
b) Größtes Gefälle ohne Verteuerung $s_0 = \frac{1}{n_0}$	$1/12$	$1/17$
a) Zweckmäßigste Förderlänge für 1 m Hebung $n_1 = \frac{1}{s_1}$	18	20
b) Zweckmäßigste Förderlänge für 1 m Fall $n_2 = \frac{1}{s_2}$	25	35
a) Längenzuschlag für 1 m Hebung $\frac{\Delta l}{h} = a + b s$ (in m)	$a = \left\{ \begin{matrix} 13 \text{ für Hebung} \\ 9 \text{ „ Fall} \end{matrix} \right\}$	20
b) Längenzuschlag für 1 m Fall $\frac{\Delta l}{h} = -a + b s$ (in m)	$b = \left\{ \begin{matrix} 325 \text{ „ Hebung} \\ 106 \text{ „ Fall} \end{matrix} \right\}$	350
Bem. Negative Zuschläge, d. h. Abzüge		
a) Widerstandskoeffizient = Bremsgefälle	$\frac{1}{84} - \frac{1}{15}$	$\frac{1}{25} - \frac{1}{20}$
b) Zweckmäßiges Ladungsgewicht auf wagerechter Bahn Q_0 kg rd.	(Schlesische Karre)	540
c) Mittlere Geschwindigkeit der Hin- und Rückfahrt in m i. d. Min.	50—60	50—75

Förder-Preise in \mathcal{A} für 1 cbm (einschl. Gerätekosten);

8	Wagerechte Förderung in \mathcal{A} , einschliesslich der Gerätekosten, jedoch nicht unter \mathcal{A}	$6 + 22 t$	$14 + 9,2 t$
		12	16
a)	Steigungszuschlag für h in Hebung auf vorgeschriebener Neigung s ; h in Planum gemessen; s in $^0/100$	$\mathcal{A} z = 3 h + 0,07 s$	$2 h + 0,3 s$
b)	Bei kurzer (Quer-) Förderung, wenn $l < \left\{ \begin{matrix} n_1 h_0 \\ n_2 h_0 \end{matrix} \right\}$, jedoch Wahl der Neigung		
9	1. Hebung des Schwerpts. (dazu z für h_0 auf s_1 Oder im ganzen reduz. Förderlänge $l_0 = (a + 2\sqrt{b}) h_0 =$	$18 h_0$	$20 h_0$
		$50 h_0$	$60 h_0$
	2. Senkung des Schwerpts (ohne Zusatz)	$12 h_0$	$17 h_0$

Bemerkung. Die Koeffizienten der Förderpreissformeln in Sp. 8 entsprechen etwa mittleren Lohnsatzes von 2 \mathcal{A} für 1 Arbeiter und von 6 \mathcal{A} für 1 Pferd mit Führer bei 10stündigen. Die Zahlenangaben können mit den örtlichen und zeitlichen Preis-

förderung.

	III.	IVa.	IVb.	IVc.
	Pferdekipkarren.	Wagen mit Menschen.	Wagen auf Rollbahn mit Pferden.	mit Lokomotiven.
	2—2,25 2,5	Wageninhalt bei Schmalspur 0,5—2,5 cbm, in der Regel 1—1,25 cbm. Desgl. bei Vollspur 2,5—4,5 cbm.		
2 K. (bis 4) auf 1 Pf., auch 4—6 K. auf 2 Pf. bis 1 K. auf 1 Pf.	1 Wagen mit 1—2 Mann. { 1 Wagen mit 2—3 Mann.	4—6 Wagen zu 1,5 cbm auf 1 Pferd. 3—1W. auf 1 Pf. od. 1 W. zu $2\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ cbm auf 1 Pf.	10—36 Wagen auf 1 Tendermaschine. Entsprechend weniger.	
300—1500	{ $\begin{matrix} 80-1000 \\ M \geq 10000 \text{ cbm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 300-2000 \\ M \geq 20000 \text{ cbm} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 500-1500 \end{matrix}$	Schon von 500 m an, wenn $M > 50000$ cbm und die mittl. Entfernung groß ist.
{ Bei großer Masse ist stets IV zweckmäßiger }	≤ 500	≤ 500		
$1/17$ ($60^0/100$)	$1/33-1/25$ ($30-40^0/100$)	$1/40-1/33$ ($25-30^0/100$)		
$1/50$	$1/50-1/60$	$1/50-1/60$		
25	60—80	60—80		Abhängig vom Bau der Lokomotiven s_{\max} bis $1/20$.
40	100—120	100—120		
25	80	71		
520	3870	3560		
werden in der Regel nicht berechnet.				
$1/33-1/25$	für IVa, b, c im Mittel	$1/120$	Jedoch sehr abhängig von der Art der Bahn.	
700	1500	3100	—	
66—75	60—75	70—75	300—400	

t = Förderweite in Stationen zu 100 m; M = Fördermasse in cbm.

$26 + 5 t$	$12 + \left(2,5 + \frac{50000}{M}\right) t$	$17 + \left(1 + \frac{60000}{M}\right) t$	$20 + \left(0,5 + \frac{75000}{M}\right) t$
35	25	30	30
$h + 0,5 s$	$2,5 h + 0,25 s$	$h + 0,6 s$	$0,25 h + 0,75 s$
durch Umwege freisteht, ist zu rechnen: (h_0 = Hebung des Schwerpts):			
$25 h_0$	$60 h_0 - 80 h_0$	$60 h_0 - 80 h_0$	
$70 h_0$	$200 h_0$	$200 h_0$	Abhängig vom Bau der Lokomotiven.
$20 h_0$	$50 h_0 - 60 h_0$	$50 h_0 - 60 h_0$	

den Angaben von Gust. Meyer im Handb. d. Ing.-W. Bd. I. Kap. III unter Annahme eines dicker Arbeit. Die Koeffizienten der Sp. 6 und 9b nach Winkler (Unterbau, III. Aufl. 1877). — verhältnissen schwanken, gelten überhaupt nur als Mittelwerte.

Taschenbuch der Hütte. 15. Aufl. II. Abteilung.

Massengrößen und mittleren Förderweiten überschlagen werden. Beide findet man unmittelbar in Gestalt von senk- und wagerechten Längen im Massenprofil (s. S. 53). — Die Hebungen, zunächst nur geschätzt für die etwaigen Schwerpunktswege, sind bei Längenförderung zu messen zwischen den Schnitten der Schwerlinien mit dem Planum und ergeben sich dann aus dem Längen- oder Flächenprofil; bei der Querförderung sind die Querprofile zur Ermittlung der Schwerpunkte und deren Höhenunterschiede zu benutzen.

Die Förderung ganz kleiner Massen auf große Entfernungen kommt teurer, als die Formeln angeben, und ist durch Ablagerung und Seitenentnahme zu ersetzen.

Berechnung der Förderkosten. Nach Feststellung der Verteilung und Wahl der Förderart für jede Arbeitsgröße ergibt Sp. 8 die Förderpreise für wagerechte Bahn und Sp. 6 die Steigungszuschläge in Längen oder besser Sp. 9a. die Steigungszuschläge in Pfennig, alles für die Schwerpunktswege (bei Längentransport aufs Planum projiziert) berechnet. — Sp. 9b. ist zu beachten, sobald die gerade Schwerpunktsentfernung kleiner ist, als die der Förderart entsprechende zweckmäßige Steigungslänge $n_1 h_0$ (bezw. $n_0 h_0$), jedoch Verlängerung der Förderbahn durch Umwege freisteht, was bei Querförderung meistens der Fall ist.

Preistafeln an Stelle der Formeln zu bequemerer Benutzung. Für jede Förderart erhält man die Preistafel entweder durch fortschreitende Ausrechnung nach der betreffenden Formel der Sp. 8 oder, weit einfacher, durch Auftragen der Spalte (z. B. auf Netzpapier) in Gestalt einer geraden Linie. Dazu genügt Berechnung für zwei Punkte, z. B. $t = 0$ und $t = 2000$ m. Maßstab der Längen gleich dem des Längenprofils, der Ordinaten: $1 \text{ mm} = 1 \text{ } \frac{1}{2}$. Die Schnittpunkte der Linien zeigen sofort die Entfernungen, bei denen eine Förderart billiger wird als die andere.*)

Allgemeine Preistafeln ohne Berücksichtigung der Förderarten fast überall verschieden. Zu beachten, ob einschl. oder ausschl. Gerätekosten. Letzterenfalls dafür besondere Zulage von 10 bis 15 % der Förderkosten, bezw. auch der Gewinnungskosten.

Bemerkung. Die Vernachlässigung der Förderart bei der Massenverteilung, obwohl noch sehr üblich, verursacht erhebliche Abweichungen vom wirklichen Vorgehen und deshalb folgenschwere Unzuträglichkeiten bei der Ausführung, namentlich, wenn erhebliche Steigungen vorkommen und dafür nur ein gleichbleibender Längenzuschlag gerechnet wird. Bei der angedeuteten zeichnerischen Behandlung ist das Verfahren mit Berücksichtigung der Förderarten nicht schwieriger als ohne solche.

Bezüglich der weiteren Maßregeln bei der Ausführung enthalten die Sp. 1 bis 5 und 7 der Tafel a. S. 64 u. 65 die erforderlichen Angaben.

*) Näheres hierüber s. Goering, Massenermittlung u. s. w., 2. Aufl., Berlin 1890, Wilhelm Ernst & Sohn.

Allgemeine Preistafel (einschl. Gerätekosten).*)

Förderweite. m	Preis f. d. cbm. ₰	Förderweite. m	Preis f. d. cbm. ₰	Bemerkungen.
25	14	1100	68	
50	18	1200	70	
75	22	1300	72	Bei Steinmaterial etwa 20 % mehr.
100	25	1400	74	
150	30	1500	75	
200	34	1600	76	
250	38	1700	77	
300	41	1800	78	Bei Steigungen ist f. d. m Hebung hinzuzusetzen:
350	44	1900	79	bis 100 m Weite 2,5 ₰
400	46	2000	80	100— 500 m " 2 "
450	48	2500	85	500—1500 m " 1 "
500	50	3000	90	über 1500 m " ½ "
600	54	3500	95	
700	57	4000	100	
800	60	4500	105	
900	63	5000	110	
1000	66			

Diese Preistafel, zeichnerisch aufgetragen, ergibt eine Linie mit abnehmender Krümmung.

II. Einfriedigungen, Schneeschutz, Wegeübergänge.

a. Einfriedigungen.

† Solche müssen da angelegt werden, wo die gewöhnliche Bahnbe-
wachung nicht ausreicht, um Menschen oder Vieh vom Betreten der
Bahn abzuhalten. Zwischen der Eisenbahn und den Wegen, welche
unmittelbar neben ersterer in gleicher Ebene oder höher liegen,
sind Schutzwehren erforderlich. Gräben mit Seitenaufwurf können
als solche angesehen werden. (Bp. R. § 4; T. V. § 23.)

† Bei Nebenbahnen entscheidet die Aufsichtsbehörde über die
Notwendigkeit von Schutzwehren an Wegen. (B. O. § 7.)

Gz. f. N. § 23: Einfriedigungen sind auf gefährdete Stellen zu
beschränken und entbehrlich, wenn Geschwindigkeit nicht über 30 km.

Hecken etwa 1,2 m hoch. — **Drahtzäune** aus 4 mm starkem
Draht (100 m wiegen etwa 10 kg). — **Holzgeländer**, namentlich
bei Wegen neben der Bahn; oft unter Verwendung alter Schienen
und Schwellen.

*) Nach Gust. Meyer, Handb. d. Ing.-W. Bd. I. 2. Aufl. Kap. III S. 383. Andere
derartige allgemeine Tafeln in allen Werken über Erdbau und Veranschlagung (z. B.
v. Henz-Streckert, Heyne, Plessner u. v. A.). Ferner in den Eisenbahn-Kalendern u. s. w.

* **Sicherheitsstreifen.** In Waldungen ist zur Sicherheit gegen Waldbrände ein Streifen wurd zu halten, oder in solcher Weise zu benutzen, dafs die Fortpflanzung des Feuers dadurch gehindert wird. Die Breite des Streifens ist nach Oertlichkeit und landespoliz. Vorschrift zu bestimmen. Derselbe Zweck kann auch durch Anlage von Schutzgräben erreicht werden, welche in entsprechender Entfernung vom Bahngleise anzulegen und von brennbaren Gegenständen rein zu halten sind. Holzbestände, welche beim Umbruch das Bahngleis erreichen können, sind zu beseitigen. (T. V. u. Gz. f. N. § 27.)

Preufs. Ministerial-Verfügung vom 27. Oktober 1873:

„Zu beiden Seiten der Bahn sind 8 bis 16 m breite Streifen von Holz zu räumen. Nur da, wo die Bahn tief einschneidet, die Dossierungen des Einschnittes also die Breite der Schutzstreifen weit übertreffen, sowie an denjenigen Stellen, an welchen vermöge der Bodenbeschaffenheit der betreffenden Grundflächen infolge des Abholzens derselben eine Versandung zu befürchten ist, kann die Abräumung des Holzbestandes unterbleiben. Ferner sind 40 m von der Bahn entfernt innerhalb des Holzbestandes 2 m breite, parallel der Bahn gezogene Sicherheitsgräben (Sohlbreite 0,6 m, Kronenbreite 2,6 m) anzulegen.

Rechtwinklig von letzteren aus sind in Entfernungen von 80 m abermals Gräben nach den Sicherheitsstreifen zu ziehen, um das vor dem Graben etwa ausbrechende Feuer zu isolieren.

Die Bodendecke auf dem Waldstreifen zwischen Sicherheitsstreifen und Graben ist möglichst zu entfernen.“

Vergl. auch die preufs. Polizeiverordnung, betr. Gebäude u. s. w. vom 20. Februar 1875 und vom 21. Februar 1883, oben S. 38. Ferner Eisenb.-Verordn.-Bl. 1878. S. 13.

b. Schneeschutz.

Mittel gegen Schneeeverwehung sind: Vermeidung flacher Einschnitte soweit möglich, anderenfalls: Lage der Einschnitte parallel zur herrschenden Windrichtung, oder sehr flache Böschungen (1:4 bis 1:5) oder endlich besondere Schnee-Schutzwehren, als Schneedämme, Schneezäune oder dichte, lebendige Hecken, etwa 1 bis 1,5 m hoch und um das 4- bis 5-fache der Höhe von der Böschungskante entfernt, über die Enden des Einschnitts hinaus zu verlängern.*)

c. Wege-Uebergänge.

1. Allgemeine Bestimmungen.

† **Wege-Uebergänge** in Bahnhöhe sind mit starken, leicht sichtbaren Schranken zu versehen. Geöffnete Schrankenflügel dürfen das Normalprofil nicht berühren. (Bp. R. § 4.)

† Bei Uebergängen für Fußwege sind Drehkreuze, u. U. Fallthüren zulässig. (Bp. R. § 4. T. V. § 21.)

Bei Nebenbahnen mit 30 km grösster Geschwindigkeit i. d. Std. können Bewachung und Schranken auf besonders gefährdete bzw. verkehrsreiche Stellen beschränkt werden, bei 15 km i. d. Std. grösster

*) S. Heusinger, Specielle Eisenbahn-Technik. Bd. IV; Schubert, Schneeweher und Schneeschutzanlagen, Wiesbaden 1888. — Centrabl. d. Bauverw. 1889, S. 45 u. 334.

Geschwindigkeit überhaupt wegfallen. (B. O. § 21; vergl. jedoch die obige Bestimmung aus B. O. § 7 a. S. 67; Gz. f. N. § 21.)

Gz. f. N. § 21: Schranken nur erforderlich, wenn Geschwindigkeit über 30 km i. d. Std., jedoch auch dann nicht immer.

† Fernschlufeinrichtung (Drahtzug) zum Verschluss der Schranken auf mehr als 50 m Entfernung sind bei Hauptbahnen auf wenig benutzte Uebergänge zu beschränken und müssen dem Wärter sichtbar sein. — Oeffnung und Schlufs müssen auch unmittelbar mit der Hand in (Notfällen) möglich sein; vor dem Schlufs der Schranke soll eine Glocke ertönen (Bp. R. § 4); beides auch für Nebenbahnen verlangt, s. B. O. § 7). Schlufs 3 Minuten vor Ankunft des Zuges (Bp. R. § 5; vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 22).

† Beleuchtung der Schranken im geschlossenen Zustande bei Fernschlufs stets, sonst nur für wichtigere Wege erforderlich. (Bp. R. § 5.)

† Wenig benutzte Uebergänge können mit Genehmigung der Landespolizeibehörde für gewöhnlich geschlossen sein und werden auf Verlangen der Uebergehenden (mittelst Glockenzuges auszurücken) geöffnet. (Bp. R. § 5.)

† Weibliche Bedienung der Schranken ist zulässig, wenn die Gleisüberwachung davon getrennt ist. (Bp. R. § 5.)

2. Anordnung der Schienen-Uebergänge.

Winkel zwischen Gleis- und Wegachse thunlichst nicht unter 30°. (T. V. u. Gz. f. N. § 19.)

Bei verkehrsreichen Wegen erwünscht: beiderseits der Schienen erst eine wagerechte Strecke des Weges gleich der Länge des grössten Fuhrwerks mit Deichsel (6 bis 7,5 m). Vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 19.

Bei Gefälle des Weges zur Bahn hin ist es erwünscht, diese wagerechte Strecke auf 12 bis 15 m auszudehnen.

Kleinste Weite der Schranken für öffentliche Wege in Preussen (nach Minist.-Verfug. v. 27. Dez. 1873) ist 4,5 m wegen Durchgangs von landwirtschaftlichen Maschinen. Uebliche Weite für Kunststrassen auf dem Lande 6 bis 8 m.

3. Oberbau der Ueberwege.

† Spurrinne auf 67 mm Breite mindestens 38 mm unter S. O. auch nach grösster Abnutzung. In Bögen vergrössert sich die Breite um das Mafs der Spurerweiterung. (N. f. K. § 1 u. 10. T. V. u. Gz. f. N. § 20, 21.)

Herstellung der Spurrinne so, das Hufe sich nicht festklemmen können; deshalb Streichschienen, abgesehen von besonderen Fällen, unzumuthbar. Auch Spurböhlen unnötig.

Zweckmässige Ausführung: Pflasterung zwischen den Schienen auf die Breite der Spurrinne um 40 mm tiefer als S. O.; Pflastersteine entsprechend behauen, oder Raum zwischen Steg und Stein durch Kies, oder Steinschlag, oder Streifen von Backsteinen ausgefüllt. Zur Erreichung genügender Höhe für Pflaster werden bei Oberbau mit Querschwellen diese entsprechend tiefer gelegt, die

Schienen mittelst zwischengelegter Futterklötze, gußeiserner Stühle (Haarmann) oder Langschwellen darauf befestigt. Statt dessen auch eiserne Langschwellen an Stelle der Querschwellen gelegt, auf die Länge der den Ueberweg berührenden Schienen, jedoch ist Aenderung des Oberbausystems unerwünscht.

Bei Steinschlag genügt Einfahren der Spurrinne durch die Lokomotive. — Steinschlag ist jedoch schwieriger zu beseitigen als Pflaster, deshalb beim Nachstopfen des Gleises lästiger.

4. Ausführung der Schranken.

1. **Schiebe- und Rollschranken.** Rundbaum von 10 bis 12 cm Durchmesser bei 5, auch 6 m Weite; mit Mittelstütze bis doppelt so weit. Hochkantige Diele bis 8 m weit, zwischen Leitrollen laufend. Desgl. von Eisengitterwerk bis $w = 15$ m; Höhe $= \frac{1}{3} w$.

Hohe Rollschranken, durch Laufrollen auf Steinschwelle oder Schiene unterstützt, zur Verhinderung des Durchkriechens; meist von Eisen. Z. B. in 2 Teilen bis $w = 12$ m und mehr.

2. **Drehschranken** (mit lotrechter Drehachse).

a) Einlegeschraken für untergeordnete und vorübergehende Zwecke.

b) Dreh- und Thorschraken, auch vollständige Gitterthore. Einteilig mit Gegengewicht bis 6 m; mit Strebe ohne Gegengewicht bis 4 m. Zweiarmig doppelt so weit. Auch Schlupfporten, Drehkreuze u. s. w. für Fußgänger.

3. **Schlagschraken** (mit wagerechter Drehachse). Einrichtung zweckmäßig so, daß geringe Kraft zur Bewegung ausreicht, und Gleichgewichtslage etwa bei 45° bis 60° Neigung. — Mechanische Verbindung zwischen beiden Schranken mittelst Winkelhebel und Stangen oder Ketten. — U. U. Füllung des Raumes unter dem Schlagbaume aus senkrechten, unten verbundenen, in Oesen am Schlagbaum hängenden Drähten. — Geöffnete Stellung des Baums bei stark benutzten Straßen ganz oder nahezu lotrecht.

4. **Kettenschranken** haben den Vorteil geringsten Zeitaufwandes beim Niederlassen und Anziehen, aber den Nachteil schlechter Sichtbarkeit* trotz Beleuchtung, ferner Notwendigkeit einer Kettensrinne, welche Einklemmen der Hufe veranlassen kann, endlich Möglichkeit der Verwicklung der Pferdehufe mit der Kette.

5. **Versenkte Gelenkschraken** verlangen sehr sorgfältige Ausführung und Bedienung (Reinhaltung der Vertiefung).

Fernschluß-Einrichtungen haben folgende Anforderungen zu erfüllen:

1. Läuten vor Schluß muß hinreichend lange und sicher erfolgen. (Bp. R. § 4.)

2. Möglichkeit selbständigen Oeffnens ohne Rückschlagen (auch Bp. R. § 4, s. o.), aber zugleich so, daß es dem

Wärter sofort und unfehlbar durch Schallwirkung bemerklich wird, und dafs von da aus Schlufs sogleich wieder möglich ist. (Ohne letztere Einrichtung bringt das Offenbleiben der Schranke gröfsere Gefahr als die vermiedene, und macht zugleich die Ueberwachung durch den Wärter unsicher.)

3. Bei etwaigem Reifsen des Drahtes darf die Schranke nicht plötzlich zuschlagen.

4. Leichte Bewegung.

Alle diese Anforderungen erfüllen u. a. die Schubertschen Schranken mit einem und mit zwei Zugdrähten; desgl. mit zwei Zugdrähten die Oberbeck'sche Schranke*).

Die Forderungen zu 1. u. 2. können nach T. V. u. Gz. f. N. § 22 wegfallen, wenn die Schranken $\geq 7,5$ m von der nächsten Schiene entfernt sind.

III. Oberbau.

a. Lage des Gleises.

1. Lage der Schienen im Grundrifs.

Spurerweiterung in Krümmungen.

Es bezeichne:

l den festen Radstand (den grössten auf der betr. Bahnstrecke vorkommenden) in m,

ρ den äufseren Halbmesser der Räder der Wagen (bis Spurkranzumfang) in m,

t die grösste Höhe des Spurkranzes in m,

$$l_1 = l + \sqrt{2\rho t - t^2} = l + 2a,$$

R den Halbmesser der Krümmung in m,

ε das Mafs der Verschiebbarkeit der Mittelachse bei dreiachsigen Fahrzeugen, in m.

Dann ist unter Voraussetzung, dafs der Spielraum der geraden Linie (≥ 10 mm bei Hauptbahnen, N. f. K. § 36) auch in der Krümmung noch bleiben soll, die mindestens erforderliche Erweiterung e in m:

bei dreiachsigen Fahrzeugen:

$$e = \frac{l_1^2}{8R} - \varepsilon.$$

bei zweiachsigen Fahrzeugen:

$$e = \frac{l\sqrt{2\rho t}}{R}.$$

Hiernach kann für den einzelnen Fall eine richtige Formel für die Spurerweiterung berechnet werden.

Für Hauptbahnen ist etwa zu setzen:

$$l \leq 7 \text{ m}; \quad 2\rho \leq 1,1; \quad t \leq 0,035; \quad \varepsilon = 10 \text{ bis } 12 \text{ mm};$$

danach $\frac{1}{8} l_1^2 = 6,8$ oder für mm = 6800.

*) S. Schubert, Fortschritte d. Eisenbahnwesens. 1888. — Ferner Klippell im Org. f. F. 1878. S. 225.

Preufs. Vorschrift vom 20. Juni 1887 für Hauptbahnen, sofern $R < 500$ m:

$$e = \frac{6000}{R} - 12 \text{ (in mm).}$$

Größte zulässige Spurerweiterung für alle vollspurigen Bahnen 30 mm, nach N. f. K. § 5; T. V., Gz. f. N. u. L. *) § 2.

Für Schmalspur 25 bzw. 20 mm, nach Gz. f. L. § 2.

Für Nebenbahnen mit voller Spur kann die Erweiterung in mm etwa folgenderart bemessen werden:

wenn $R_{\min} = 300$ m	$e = 6000 : R$
" " 150 "	$e = 4500 : R$
" " 100 "	$e = 3500 : R$.

Ferner bei Schmalspur:

Spur 1 m; für $R = 80$ bis 250 m $e = 240 : \sqrt{R}$, jedoch ≤ 25 mm.

Spur 0,75 m; für $R = 50$ bis 150 m $e = 140 : \sqrt{R}$, jedoch ≤ 20 mm.

Die Erweiterung wird durch Hinausrücken der inneren Schiene hergestellt, und zur Verminderung der Zahl der Spurmase durch Abrundung auf einige Stufen beschränkt.

Der kleinste mögliche Halbmesser (bei Innehaltung des Spielraumes wie im geraden Gleise) für einen bestimmten Radstand oder der mögliche Radstand bei bestimmtem Halbmesser findet sich aus den obigen Formeln durch Auflösung für R bzw. l , und Einsetzung der größten zulässigen Erweiterung e .

2. Höhenlage der Schienen.

Neigung der Schienen gegen die Lotrechte nach innen: üblich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$. (T. V. u. Gz. f. N. § 7.**)

† Oberflächen der Schienenköpfe in gerader Linie gleich hoch. (N. f. K. § 6 u. T. V., Gz. f. N. u. L. § 7.)

Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges in Krümmungen. Auslauf der Ueberhöhung auf das ≥ 200 -fache ihres Betrages. (Vergl. N. f. K. § 6 u. T. V., Gz. f. N. u. L. § 7.)

Bezeichnet:

h die Ueberhöhung in mm,

s die Entfernung von Mitte bis Mitte Schiene in m,

R den Krümmungshalbmesser in m,

V die größte Geschwindigkeit der Züge auf der fraglichen Strecke in km i. d. Std., so ist:

$$h = \frac{s V^2}{127 R} = \frac{1000 k}{R}.$$

*) Nach B. O. § 4 von 1878 war Erweiterung bis 35 mm für Nebenbahnen zugelassen. Die Gz. f. N. u. L. von 1890 gehen jedoch nicht soweit.

**) Die betr. Bestimmung ($\geq \frac{1}{10}$) war bis 1885 auch in N. f. K. (§ 10), ist jedoch in den N. f. K. vom 30. Nov. 1885 fortgelassen, weil die Schienenneigung neuerdings von einigen Seiten für unnötig gehalten wird. T. V. § 7 empfiehlt 1:20.

Man nehme jedoch etwa:

$k = 35$ bis 45 für Bahnen mit sehr raschen Zügen und flachen Krümmungen,

$k = 30$ für Hauptbahnen ohne Schnellzüge mit schärferen Krümmungen,

$k = 25$ bis 20 für vollspurige Nebenbahnen,

$k = 15$ für Bahnstrecken mit Krümmungen unter 150 m Halbm.

Vergl. nachstehende Tafel.

Ueberhöhung für Vollspurbahnen.							
$k =$	45	40	35	30	25	20	15
R m	h mm	h mm	h mm	h mm	h mm	h mm	h mm
100	—	—	—	—	—	—	150
150	—	—	—	—	167	133	
180	—	—	—	167	139	111	
200	—	—	—	150	125	100	
250	—	—	140	120	100	80	
300	150	133	117	100	83	67	
400	113	100	88	75	63	50	
500	90	80	70	60	50	40	
600	75	67	58	50	42	33	
700	64	57	50	43	36	29	
800	56	50	44	38	31	25	
900	50	44	39	33	28	22	
1000	45	40	35	30	25	20	
1200	38	34	29	25	NB. Ueber 167 mm kaum ratsam.		
1500	30	27	23	20			
2000	23	20	18	15			
3000	15	13	12	10			
4000	11	10	—	—			

Bei Halbmessern über 2000 bis 2500 m auf Haupt- und über 1000 m auf Nebenbahnen pflegt man die Ueberhöhung fortzulassen. Ermäßigung der Ueberhöhung tritt ferner, der geringeren Geschwindigkeit entsprechend, ein bei Einlaufskrümmungen zu Bahnhöfen, wo alle Züge halten. — Bei dem Berg- und Thalgleise derselben Bahn kann in Rücksicht auf die verschiedene Geschwindigkeitsgrenze die Ueberhöhung verschieden ausfallen.*)

Zwischen Bögen gleichen Sinnes soll die Ueberhöhung durchgeführt werden, wenn die Länge der Zwischengraden unter 40 m beträgt. (T. V. u. Gz. f. N. § 7.) Besser, so kurze Zwischengraden zu vermeiden (vergl. S. 39).

*) Vergl. Oberbeck und Sarrazin, 5. Aufl. 1890.

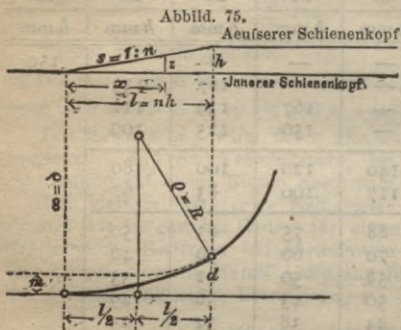
Bei Schmalspurbahnen nehme man etwa:
 $k = 5$ für 1 m und 3,75 für 0,75 m Spur
 bei einer Geschwindigkeitsgrenze von 15 km i. d. Std.*)

3. Uebergangsbögen.

Die allmähliche Einleitung der Ueberhöhung dergestalt, daß diese in jedem Punkte dem augenblicklichen Krümmungshalbmesser nach demselben Gesetze entspricht, welches für die vollständige Ueberhöhung gewählt ist ($z = \frac{k}{\rho}$), bildet eine kubische Parabel von der

Gleichung:

$$y = \frac{x^3}{6P}$$



Die Uebergangskrümmung verlangt die Einziehung (Verkleinerung des Halbmessers) des Kreisbogens um ein kleines Maß m ; sie geht durch die Mitte dieses Maßes neben dem ursprünglichen Bogenanfange und verteilt sich auch zu gleichen Längen beiderseits des letzteren (s. Abbild. 75).

Es sei:

1 : n das Ansteigungsverhältnis der äußeren Schiene gegen die innere; mithin

$l = n h$ die Länge der ganzen Uebergangskrümmung,

d die Endordinatendifferenz derselben in mm.

Dann ist:

$$P = n k \text{ oder auch } = l R.$$

$$m = \frac{l^2}{24 R}; \quad d = 4 m.$$

Die wenigen erforderlichen Zwischenordinaten berechnen sich nach dem Verhältnis:

$$y = \frac{d}{l^2} x^3,$$

$$\text{z. B. } x = \frac{1}{4} l \dots \dots \dots \frac{3}{4} l.$$

$$y = \frac{d}{4^3} = \frac{d}{64}; \dots \dots d \left(\frac{3}{4}\right)^3 = \frac{27}{64} d \text{ u. s. w.}$$

** Die relative Ansteigung der äußeren Schiene soll mindestens auf die 200fache Länge der Ueberhöhung verteilt sein. (T. V. u.

*) Vergl. Heusinger, Specielle Eisenbahn-Technik, Bd. V. S. 23.

Gz. f. N. u. L. § 7); also bei Hauptbahnen $n \geq 200$; bei Bahnen mit grossem V und flachen Bögen jedoch gröfser. Man nehme etwa

$$n = 200 \text{ für } k \leq 30,$$

$$n = 300 \text{ „ } k = 40,$$

$$n > 300 \text{ „ } k = 45;$$

dann jedoch für die gröfseren Halbmesser (über 600 m) $P = 20 R$, so dafs $l = 20$ m bleibt; danach n veränderlich.

Hiernach die folgende Tafel:

k	n	$P = nk$	R	$h = \frac{k}{R}$	m	l
			m	mm	mm	m
15	200	3000	100	150	375	30
20	200	4000	150	133	203	27
20	200	4000	180	111	113	22
20	200	4000	200	100	83	20
20	200	4000	250	80	43	16
20	200	4000	300	67	2	13
30	200	6000	180	167	253	33
30	200	6000	200	150	187	30
30	200	6000	250	120	96	24
30	200	6000	300	100	55	20
30	200	6000	350	86	35	17
30	200	6000	400	75	24	15
30	200	6000	500	60	12	12
40	300	12000	300	133	223	40
40	300	12000	350	114	138	34
40	300	12000	400	100	94	30
40	300	12000	500	80	48	24
40	300	12000	600	67	28	20
40	300	12000	700	57	17	17
40	300	12000	800	50	12	15
40	300	12000	900	45	8	13
40	300	12000	1000	40	6	12
45	(312)	14000	600	75	38	23.4
45	312	14000	700	64	24	20
45	356	16000	800	56	21	20
45	445	20000	1000	45	17	20
45	889	40000	2000	23	8	20
45	1335)	60000	3000	15	6	20

Bei Halbmessern über 800 bis 1000 m ist danach besondere Angabe der Uebergangsbögen entbehrlich.

Bemerkung. Die Erfahrung erweist als zweckmäfsig, die Ansteigung der äufseren Schiene schon um l m vor dem Uebergangsbogen beginnen zu lassen, so dafs am ursprünglichen Bogenanfang schon die Hälfte der Ueberhöhung erreicht ist.)*

*) S. Oberbeck und Sarrazin, 5. Aufl. 1890.

b. Bau des Gleises.

1. Die Schienen.

Material. Flußstahl von nicht zu harter Beschaffenheit; Zugfestigkeit ≥ 5000 kg f. d. qcm; Einschnürung des Querschnitts $\geq 25 \%$ (wird bei den preufs. Staatsbahnen nicht mehr festgesetzt). Spec. Gewicht = 7,85. Preis der Stahlschienen f. d. t in Deutschland 130 bis 180 *M.* — Puddelschienen nur noch selten.

Beanspruchung. Größter zulässiger ruhender Raddruck $D = 6,5$ bis 7,5 t; in Deutschland für Hauptbahnen und neuerdings auch für Nebenbahnen 7 t (N. f. K. § 11 u. 29. T. V. u. Gz. f. N. § 6 u. 67); für vollspurige Lokalbahnen in der Regel 5 t (s. Minist.-Erl. in Preußen v. 26. März 1881);*) für Schmalspur $D \leq 4,5$ bezw. 4 t (Gz. f. L. § 6 u. 43). Dieser lotrechte Raddruck kann sich durch Schwankungen und lotrechte Fliehkräfte (infolge von Einbiegung der Schienen) erheblich erhöhen. — Größtes Biegemoment bei Querschwellen in l m Entfernung ist nach Winkler unter Voraussetzung gleicher Stützhöhe und ruhender Last $M = 0,189 D l$. Auch dieses wird jedoch infolge der Bewegung der Last, der Zusammendrückung von Bettung und Unterlagen, sowie anderer Einflüsse wesentlich größer.**)

Gestalt und Abmessungen. In Deutschland breitfüßige (Vignoles-) Schienen allgemein; Stuhlschienen (mit Doppelkopf) nur noch auf einzelnen älteren deutschen Linien (daselbst jedoch geschätzt), in Frankreich häufig, in England weit überwiegend.

Mafsgebende Bedingungen und Abmessungen zur Zeit (Sommer 1891) noch:***)

*1. Kopfbreite ≥ 57 mm (T. V. u. Gz. f. N. § 5), üblich 58 bis 60 mm (preufs. Norm. 58 mm).

*2. Obere Abrundung des Kopfes mit ≥ 200 m Halbmesser; ebendasselbst (preufs. Norm. 225 mm).

†3. Seitliche Abrundung des Kopfes an der Leitkante mit 14 mm Halbmesser (N. f. K. § 10. T. V. u. Gz. f. N. § 5).

4. Laschenanschlufsflächen oder die Unterschneidung des Kopfes und der Uebergang vom Steg zum Fuß als ebene Flächen zu bilden; Neigung dieser zweckmäfsig etwa 1 : 3 (Gotthardbahn). Zu flache Neigung verursacht bei geringer Abnutzung oder Un-

*) Vergl. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 43.

**) Vergl. Löwe im Org. f. F. 1883, S. 125 und Zimmermann, Berechnung des Oberbaues, Berlin 1888; § 27 und 28.

***) Ohne ausdrücklichen Zusatz nur auf Hauptbahnen bezüglich. — Die Abkürzung preufs. Norm. bedeutet hier: preussische Schienennorm für Querschwellenoberbau auf Hauptbahnen, von 1885; s. Minist.-Erl. v. 22. Aug. 1885. Ferner Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 82. — Die Einführung stärkerer Schienenformen in Deutschland wird vielfach angestrebt und ist für Schnellzugbahnen teilweise bereits in Aussicht genommen. Vergl. auch Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 182. Es sind daselbst Schienen von 41 kg. f. d. lfd. m Gewicht zunächst für die Berliner Stadtbahn vorgesehen, indessen dort bisher noch nicht verlegt.

Tragfähigkeit so zu bemessen, daß auch nach größter Abnutzung die Höhe $h - a$ noch der Belastung genügt. Bei üblichen Verhältnissen (etwa wie die preufs. Norm.) entspricht für Querschwellenbau die Schienenhöhe der Formel

$$h = 65\sqrt[8]{Dl} + a;$$

hierin D in t; l in m; h und a in mm.

Trägheitsmoment J und Widerstandsmoment $W = J:e$ sind am besten durch Zeichnung zu ermitteln (vergl. Abteil. I, S. 170), in dessen ist bei üblichen Verhältnissen nahezu, wenn h in cm:

$$J = 0,032 h^4 \text{ cm}^4$$

$$\text{und } W = 0,064 h^3 \text{ ccm};$$

ferner ist der Querschnitt

$$F = 0,238 h^2 \text{ qcm},$$

und das Gewicht

$$g = 0,186 h^2 = 0,785 F \text{ kg f. d. lfd. m.}$$

Beispiel: Die Schienennorm für die Hauptbahnen der preussischen Staatsverwaltung mit Querschwellen, vom 22. Aug. 1885*) s. Abbild. 76 und folgende Tafel, worin k_b die Spannung der äußersten

Faser in kg f. d. qcm, bei $D = 7$ t Raddruck und $l = \frac{9-0,7}{8} = 0,922$ m Schwellenentfernung, bezeichnet, jedoch nur für ruhende Last und Anrechnung eines Biegemoments von

$$0,189 Dl = 122 \text{ cmt (vergl. S. 76).}$$

Nach Ab- nutzung um a	h	F	g	Abstand der neutralen Faser		Lotrecht			Wagerecht	
				e	J	W	k_b	J_0	W_0	
										unten	oben	kg f. d. qcm	cm^{4}	ccm
mm	mm	qcm	kg f. d. lfd. m	mm	mm	cm ⁴	ccm	qcm	cm ⁴	ccm
0	134	42,53	33,4	67,3	66,7	1036,6	154,0	793	150,7	28,7
1	133	41,95	—	66,4	66,6	1015,9	152,6	800	149,1	28,4
5	129	39,63	—	62,8	66,2	916,9	138,4	881	142,6	27,2
10	124	36,73	—	57,9	66,1	796,1	120,3	1015	134,5	25,6
13	121	34,99	27,4	54,7	66,3	730,6	110,2	1106	129,6	24,7

Für vollspurige Neben- (Lokal-) Bahnen mit Querschwellen war bei einem Raddruck von höchstens 5 t in Preußen (durch Minist.-Erl. vom 26. März 1881**) ein Profil von 115 mm Höhe angeordnet.

*) S. Deutsche Bauzeitung 1886. S. 482 und Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 82.

**) S. Centralbl. d. Bauverw. 81. S. 43.

Einige neuere Schienenprofile anderer Bahnen:

Bezeichnung.	Gewicht. kg f. d. lfd. m	Höhe. mm	Fufs- breite. mm	Kopf- breite. mm	Steg- stärke. mm	Träg- heits- mo- ment. cm ⁴	Wider- stands- mo- ment. ccm
Franz. Nordbahn 1890 . . .	43,2	142	134	66	15	1466	—
„ Ostbahn 1887 . . .	44,4	141	130	60	13,5	1477	—
„ Mittelmeerbahn 1889	46,6	142	130	66	14	1585	—
Belg. Staatsbahn 1887 . . .	52,0	145	135	72	17	1890	259
Gotthardbahn 1890*) . . .	46,1	145	130	70	13	1645	222
„ „ für Tunnelstrecken**)	48,5	145	130	70	13	1645	—
„ „ abgenutzt***) . . .	32,9	122	—	—	—	900	144
Italien 1889	41,7	—	—	—	—	—	—
Pennsylvanien	42,2	127	127	65	13,5	—	—
New-York Central	39,7	127	122	65	12,7	—	—
Eisenerz-Vordernberg (Steier- mark)†)	31,7	120	110	57	12	780	125
Landquart-Davos (Schweiz)††)	23,5	108	92	50	9	472	85
„ „ abgenutzt	—	98	—	—	—	359	71

*) 15 und 16 Schwellen auf 1 Schienenlänge von 12 m.

**) Fufs unten um 2 mm verstärkt, wegen Rostbildung.

***) Am Kopf 20 mm, am Fufs 3 mm abgelaufen.

†) Vollspurige Lokalbahn mit Zahnradstrecken nach Abt. 1891.

††) Schmalspur 1 m mit Vollbahnbetrieb, Steigung bis 45 $\frac{0}{100}$.

Das Gewicht von **Stuhlschienen** beträgt neuerdings bei der Franz. Orleans-, der South-Eastern- und der London Chatam Dover-Bahn 41,7, bei der Franz. Westbahn 44,7, Great Northern und Midland-Bahn 42,2, Great Western und Great Eastern 42,7, London North-Western und North-Eastern 44,6 kg f. d. lfd. m.†††)

Schienenlänge mindestens 6 m (T. V. u. Gz. f. N. § 4), üblich jetzt 9 m, bei einigen Bahnen neuerdings 12 m. Größere Längen werden zu schwerfällig und geben zu große Zwischenräume bei Abkühlung. Daneben „Bogenschienen“ um 25 bis 70 mm kürzer zur Ausgleichung der Verkürzung des inneren Stranges. Letztere ist auf eine Länge l m in mm:

$$\lambda = s\varphi = s \frac{l}{R} = \frac{1500 l}{R};$$

wobei R der Krümmungshalbmesser in m, s die mittlere Spurweite in mm.

Alsdann z. B. auf je 3 Schienenlängen eine Bogenschiene mit 70 mm (preufs. Norm.) Verkürzung; der Rest wird in den Zwischenräumen ausgeglichen.

Stofsverbindung. Lage der Stöße einander rechtwinklig gegenüber. In Bögen Verwechslung zulässig (T. V. u. Gz. f. N. § 9), jedoch nicht mehr üblich.

† Zwischenräume in Rücksicht auf Wärmeausdehnung erforderlich (N. f. K. § 10. T. V. u. Gz. f. N. § 10). GröÙe des Zwischenraumes d in mm f. d. lfd. m Schienenlänge bei Luftwärme t^0 C:

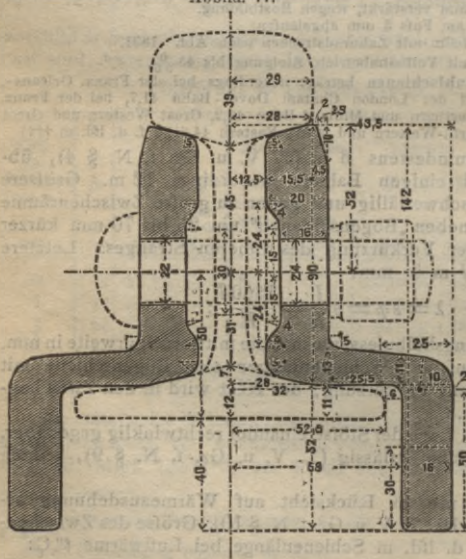
†††) Zusammenstellung der Schienenprofile von 38 Haupt- und 20 Nebenbahnen des V. d. E.-V. mit Höhen von 80 bis 134 mm s. Org. f. F. 1890. Heft 4, Anlage.

$$d = \frac{t_1 - t}{85} = 0,0118 (t_1 - t).$$

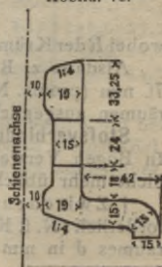
Herstellung der Zwischenräume beim Verlegen durch Zwischenstückchen von Holz oder Blech in 3 bis 4 Abstufungen. Hierbei bezeichnet t_1 die größte Erwärmung der Schienen, welche durch Sonnenstrahlen hervorgerufen werden kann. Diese ist in mittleren Breiten zu 50 bis 70° C anzunehmen. Sind die Schienen bis zum Kopf in Kies eingebettet oder von Pflaster umgeben, so ist t_1 erheblich geringer.

Verbindung der Schienen durch kräftige **Stahllaschen** (T. V., Gz. f. N. u. L. § 10) mit mindestens 4 Schraubenbolzen, um den Zusammenhang des Schienenstranges durch gleiches Widerstandsmoment und festes Einspannen nach allen Richtungen möglichst zu ersetzen. Material der Laschen muß gleiche Härte mit den Schienen haben, sonst baldiges Abreiben und Berührung des Steges möglich. — Uebliche Form jetzt: (zu der preufs. Normalschiene von 1885) Kremplaschen (auch „Z-laschen“ genannt) Abbild. 77. Bei Langschwelen mit breiter Oberfläche statt dessen Winkellaschen (s. Abbild. 78 für preufs. Schiene v. 1880). Ebenso bei unmittelbar unterstützten Stößen wie z. B. beim Anschluß der Herzstücke. Einfache Flachlaschen

Abbild. 77.



Abbild. 78.



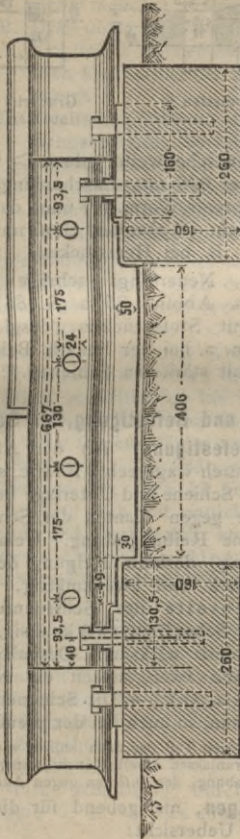
ohne Ansätze haben sich als zu schwach erwiesen. Wichtig ist, daß die Laschen die Schiene nur in den beiden Anschlußflächen, aber unter keinen Umständen am Steg berühren. Stets sollten beide Laschen im Querschnitt symmetrisch zur Schienenachse sein, weil verschiedene Form an Innen- und Außenseite Biegungsspannungen in den Bolzen und größere Beanspruchung der Befestigung hervorrufen kann.

Laschenlänge 450 bis 720 mm, mit vier Bolzen. — Bolzenstärke $d = 20$ bis 25 mm (preufs. Norm. 22 mm); Lochweite $d_1 = d + 2$ mm; Bohrung in der Schiene länglich (Lochlänge = $d_1 + 0,5 d$ an jedem Ende der Schiene) oder rund mit soviel größerem Durchmesser (preufs. Norm. 30 mm).

Anordnung der Stofsverbindung mit doppelter Ausklinkung der Laschen für Schwelle und Unterlagsplatte und Umschließung der Nägel durch die Innenlasche nach der preufs. Norm vom 22. Aug. 1885*) s. Abbild. 79 bis 83.

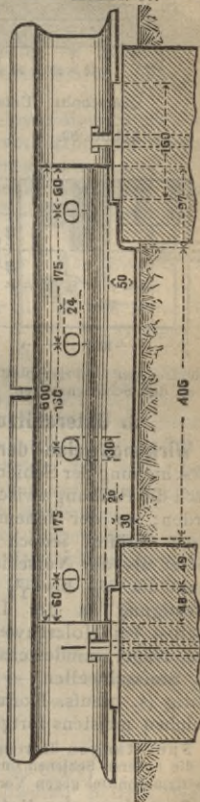
Unterstützung des Stofses bei Querschwellen jetzt fast stets

Abbild. 79.



Unterlagsplatte und Lasche am Schienenstofs. — Innenseite des Gleises.

Abbild. 80.

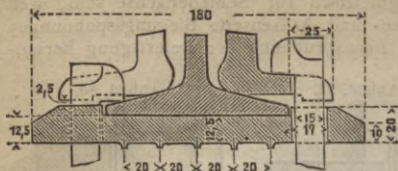


Unterlagsplatte und Lasche am Schienenstofs. — Außenseite.

*) S. Centralbl. d. Bauverw. 1886. S. 63.

„schwebend“ (vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 11); die beiden Stofschweller so nahe, daß die Lasche beiderseits unterstützt ist; lichte

Abbild. 81.



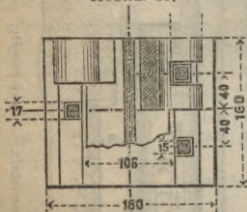
Querschnitt. Unterlagsplatten *)

Abbild. 82.



Grundriß der Unterlagsplatten auf den Zwischenschwellen.

Abbild. 83.



Grundriß der Unterlagsplatten an den Schienenstößen.

Zwischenweite jedoch ≥ 250 bis 300 mm, bei 600 mm Laschenlänge etwa 400 mm (preuß. Norm. 407 mm), damit Stopfen möglich. „Ruhender“ Stofs nur ausnahmsweise, z. B. bei Herzstücken.

Neuerdings schräge Unterlagsplatten (s. Abbild. 85 a. S. 85) und Versuche mit Stofsbrücken, desgl. mit Blattstofs (u. a. bei der linksrh. Bahn), ebenso auch mit stärkeren Schienen.**)

2. Unterstützung und Befestigung der Schienen.

Wirkungsweise der Befestigung. An der Außenseite gegen Verschiebung der Schiene durch wagerechte Kräfte, soweit diese nicht durch die Reibung zwischen Schiene und Unterlage bereits aufgehoben werden; an der Innenseite gegen Kanten der Schiene infolge derselben Kräfte, jedoch ohne Reibungsabzug. Gefahr des Kantens größer als der Verschiebung, deshalb Neigung der Schienen nach innen um $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ üblich und zweckmäßig, auch stärkere Befestigung an der Innenseite des Schienenfußes begründet; daselbst bei Holzschwellen Schrauben zweckmäßig, an der Außenseite Nägel mindestens ebenso wirksam. Deshalb auch — zumal auf Stofschweller — innen zwei, außen ein Nagel (Schraube) richtig (s. preuß. Norm. a. a. O.). — Die Schienenneigung wird in Weichen meistens fortgelassen, so auch bei der preuß. Weichennorm.

Spurstrangen übertragen einen Teil der nach außen wirkenden Seitenkräfte auf die anderen Schienen und veranlassen daselbst auch Beanspruchung der inneren Befestigungsmittel gegen Verschiebung, der äußeren gegen Ausziehen.

Gestaltung der Unterlagen, maßgebend für die Art des Oberbaues. Hiernach folgende Uebersicht:

*) Die kleinen Rippen unter der Platte werden wegen nachteiliger Wirkung auf die Schwellen in der Regel nicht ausgeführt; s. auch Abbild. 85 a. S. 85.

**) Vergl. Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 182.

- | | | |
|--|---|--|
| I. Einzelstützen. | } | Steinwürfel (kaum mehr in Anwendung). |
| | | Gufseiserne Glockenstühle mit Querverbindungen. (Sogen. Topfschwellen [engl. pot-sleepers], in frostfreien Gegenden.) |
| II. Querschwellen. | } | A. Holz. |
| | | B. Flußeisen, gewalzt. |
| III. Langschwellen von Flußeisen, gewalzt. | } | A. Einteilige Systeme (Hartwich, Barlow u. s. w. nicht mehr in Anwendung). Neuere Versuche. |
| | | B. Drei- (auch zwei-) teilige Systeme mit besonderem Kopfstück (Scheffler, Battig de Serres u. A.; nach Einführung der Stahlschienen von geringerem Wert). |
| | | C. Zweiteilige Systeme mit selbständiger Schiene und Langschwelle (Systeme von Hilf mit Abänderungen, Haarmann, Hohenegger u. a.). |
| | | D. Zweiteilige Systeme mit senkrechter Fuge (Haarmanns „Schwellenschiene“; erst in neuester Zeit zur Anwendung gelangt). |

+Kein Teil der Befestigungsmittel und der Stofsverbindung darf an Innenseite der Schiene, auch nach deren größter Abnutzung, in der Breite (67 mm) der Spurrinne weniger als 38 mm unter S.O. liegen. (N. f. K. § 10; T. V. u. Gz. f. N. § 8.) Vergl. das Umgrenzungsprofil des lichten Raumes Abbild. 40.

Beim Querschwellenoberbau beträgt die Entfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte 0,8 bis 1 m; in der Regel 0,9 bis 0,95 m, am Stofs weniger (s. o.); im übrigen meistens gleichmäfsig verteilt (z. B. bei 9 m Schienenlänge am Stofs 0,7, sonst $\frac{1}{9} \cdot 8,3$ m). Verlegen nach Stichmafs. Neuerdings werden bei stark beanspruchten Hauptbahnen 11, auch 12 Schwellen auf eine Schienenlänge von 9 m verlegt, auch mit ungleichen Abständen.

In Deutschland und Oesterreich kommen gegenwärtig nur in betracht: Hölzerne Querschwellen (in Deutschland etwa 80 $\frac{0}{0}$ aller Gleise), eiserne Querschwellen und eiserne Langschwellen.

a. Hölzerne Querschwellen.

Material. Eichen-, Kiefern- (Lärchen-, Fichten-) und Buchenholz. Nadel- und namentlich Buchenholz nicht ohne Durchtränkung*) zu verwenden. Verlängerung der Dauer dadurch etwa

bei Eichenholz . . .	um 25 $\frac{0}{0}$,
„ Nadelholz . . .	„ 100 $\frac{0}{0}$,
„ Buchenholz . . .	„ 400 bis 500 $\frac{0}{0}$,

sofern nicht starke Abnutzung durch schweren Betrieb (Nachkappen, Nachnageln u. s. w.) das Material schon vor dem natür-

*) Vergl. Abschnitt Materialienkunde, Holz. — Ferner Heusinger, Handb. d. spec. Eisenb.-Technik. Bd. I. Kap. V. Vergl. auch Gust. Meyer im Org. f. F. 1885 S. 193 und Funk daselbst 1880.

lichen Vergang zerstört. T. V. u. Gz. f. N. § 13 empfiehlt Durchtränken allgemein.

Abmessungen. Länge 2,5 m, neuerdings bei Hauptlinien 2,7 m; bei Schmalspur 1,7 bis 1,8 der Spurweite. Bei Stuhlschienen 2,8 m üblich. — Höhe in der Regel 160 mm, bei Schmalspur bis zu 120 mm herab. Untere Breite bei Hauptbahnen im Mittel 250 mm, dabei ≥ 120 mm obere Platte. Stofsschwellen bis 300 mm breit (preufs. Norm. 260 mm), ferner möglichst vollkantig, namentlich bei ruhendem Stofs, wo vier Nägel (bezw. Schrauben) nahe neben einander. — Kappung entsprechend der Schienenneigung 1:20 bis 1:16; Breite der Kappung etwa $\frac{1}{3}$ der Schienenfufsbreite. Sehr viel besser ist Vermeidung der Kappung durch keilförmige Gestaltung der Unterlagsplatten, die neuerdings zur Anwendung kommt, s. u.

Befestigung der Schiene auf jeder Schwelle durch je zwei (bezw. drei) gegen einander versetzte Nägel oder Schienenschrauben, letztere nur an Innenseite begründet und jedenfalls rechtwinklig zur oberen Fläche des Schienenfufses oder mit Unterlagsplatte; andernfalls mangelhaftes Aufliegen des Kopfes und bald Verdrückung. — Aufsen besser Nägel. — Schienennägel quadratisch, etwa $0,12 h$ stark und $1,2 h$ lang; Schneide rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes; Kopf mit Ohren oder Achsel zum Ausziehen. — Aufserer Durchmesser d der Schwellenschrauben oben etwa $0,17 h$, unten $\frac{2}{3}$ davon, Länge 5 bis $6 d$, Kopf etwa $2 d$; Ganghöhe $\frac{1}{3} d$. Schrauben haben den Nachteil, das Holz in größerem Umfange zu zerstören, deshalb bei anfänglich größerer Haltkraft später die Erhaltung zu erschweren und zu verteuern. ($h =$ Schienenhöhe.)

Unterlagsplatten, auf jeder Schwelle 10 bis 15 mm stark mit 1 oder 2 Ansätzen, erhöhen die Dauer der Schwellen und die feste Lage des Oberbaues erheblich, wenn groß genug, richtig gelocht und nicht zu schwach bemessen.*) Länge der Platten für Hauptbahnen 150 bis 189 mm; Breite nur 75 bis 85 mm mehr als der Schienenfufs, z. B. 180 mm bei 105 mm Fufsbreite. Bei drei Löchern zwei an der Innenseite, eins aufsen. Ansatz aufsen notwendig, innen eher entbehrlich, sofern daselbst nicht Schrauben beabsichtigt. Richtige Lochung bei einem Ansatz (s. Abbild. 84) $e = b + d$ ohne Spielraum, wobei b die Schienenfufsbreite, d die Nagelstärke; das äußere Nagelloch darf nicht über den Ansatz vortreten. Hauptvorteile der Platten alsdann, daß durch Anliegen des Schienenfufses an dem äußeren Ansatz die inneren Nägel oder Schrauben sofort mit gegen Verschieben wirken, und daß der Hebelarm gegen Kanten vergrößert wird, ferner Schonung

Abbild. 84.



*) S. Sarrazin, Deutsche Bauztg. 1877, S. 465 und 1880, S. 55, 77, 97. Ders. Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 437; 1886, S. 82.

der Schwelle und besserer Stützpunkt für die Nägel. — Platten nur auf einzelnen Schwellen veranlassen Ungleichmäßigkeit in Lage und Erhaltung des Oberbaues.

Platten mit zwei Ansätzen verlangen 1 bis 2 mm Spielraum für den Schienenfuß; Innenkante der Löcher bündig mit den Ansätzen. Preufs. Norm. von 1885: Platten mit zwei Ansätzen auf jeder Schwelle, s. Abbild. 83 a. S. 82.

Platten mit geneigter Oberfläche zur Herstellung der Schienenneigung ohne Kappung der Schwellen sind zweckmäßig und neuerdings u. a. bei den preufs. Staatsbahnen allgemein eingeführt, in der Regel mit zwei Ansätzen, z. B. nach Abbild. 85. Gewicht 3,245 kg.

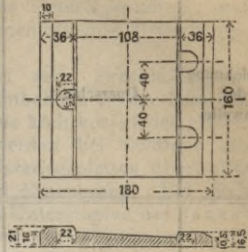
Mittel gegen Längsverschiebung („Wandern“) der Schienen auf den Schwellen: Nur bei Eisenschienen war Nagelung in Ausklinkstellen des Schienenfußes zulässig; bei Stahlschienen Vorstofsplatten (mangelhaft) oder etwas besser Stofswinkel. Wirksamer sind — bei schwebendem Stofs — Winkel- oder Kremplaschen zwischen den Stofsschwellen oder den Befestigungsmitteln (Unterlagsplatten) der Schienen; die lotrechten Ansätze der Kremplaschen ausgeklinkt, um die Stofsschwellen näher legen zu können. Am besten Ausklinkungen auch in den wagerechten Schenkeln, so daß diese die Befestigungsmittel beiderseits des Stofses umfassen, somit zwei Befestigungsstellen (Schwellen) zum Widerstand heranziehen und nach beiden Richtungen wirken (preufs. Norm). Bei eisernen Schwellen dieselben Mittel, bei Haarmannschen Langschwellen treten die Kremplaschen zwischen zwei Befestigungsklammern.

Materialkosten des Oberbaues für Hauptbahnen mit durchtränkten eichenen Querschwellen und 33 kg schweren Stahlschienen f. d. lfd. m Gleis ohne Bettung 18 bis 22 *M.*

β. Flußeiserne Querschwellen.

Erfordernisse für die Gestalt: Widerstandsmoment gegen Biegung. Fassung eines reichlichen Bettungskörpers und Querschluß mindestens an den Enden (durch Umbiegen oder auch Einnieten von L-, L₁- oder T-Eisen), damit Reibung von Kies auf Kies der Drehung und Verschiebung in jeder Richtung entgegenwirkt. Wagerechte untere Ansätze (Vautherin), überhaupt Teilung der Auflagerfläche (Haarmann) nicht zweckmäßig. Bessere Verwendung desselben Materials durch lotrechte Ansätze, z. B. Profil Hilf ohne Mittelrippe mit langen lotrechten Schenkeln (u. a. verwendet von Heindl bei der Arlbergbahn und auf bayrischen Bahnen), auch unten mit kleinem, dreieckigem Verstärkungssaum, welcher kein Auflager bildet, aber gegen Schläge der Stopfhacke

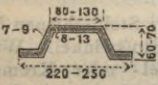

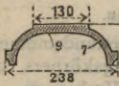
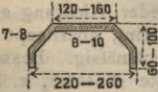
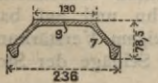
Abbild. 85.



erwünscht ist. So u. a. neuerdings bei preufs. Staatsbahnen viel in Anwendung.

Vorwiegend **übliche Profile** s. nachfolgende Tafel. Hierin zeigt der Quotient $W:F$ den Grad der Materialverwendung zur

Formen eiserner Querschwellen (für Hauptbahnen).

Bezeichnung der Schwelle.	Querschnitt.	Querschnitt F		Gewicht g f. d. lfd. m.	Gewicht d. ganzen Schw.	Widerstandsmoment W .	Wirkungsgrad $W:F$.	Bettungsraum.	Anwendung u. a.
		qcm	kg							qcm	kg
Vautherin		20 bis 30	15 bis 24	40 bis 60	20 bis 36	1 bis 1,34	60 bis 100	Würtemberg. St.-B. Rhein. und Berg- M. B. Main-Neckar-B. u. a. m.	
Haarmann		26	20,4	52	38	1,44	77		Preufs. St.-B. Erfurt-Ritschenhausen. Gewicht f. d. lfd. m. Gleis mit Normalschiene, Profil von 1881, 131 kg.
Küpper		29	23	57	33	1,12	117	Gotthardbahn.	
Hilf ohne Mittelrippe und ähnliche Formen.	 	24 bis 36,7	19 bis 29	50 bis 72	13 bis 44	0,5 bis 1,2	142 bis 200	Hess. Ludw. B. Franz-Joseph B. Oesterr. St.-B. (Arlbergb., 72kg.) Bayr. St.-B. Preufs. St.-B. Elsafs-Lothr. Schweiz.	

Bildung des Widerstandsmoments; jedoch ist dieses nicht allein maßgebend, weil seine Ausnutzung wesentlich von dem vollen und gleichmäßigen Aufliegen des ganzen Profils und von reichlichem Gewicht der Schwelle abhängt, ohne welches eine ruhige Lage des Gleises nicht zu erreichen ist.

Abmessungen s. die Tafel. Stärke der Decke zweckmäßig 9 bis 13 mm (namentlich stark, wenn ohne Unterlagsplatten), weil sonst zu rasche Abnutzung durch Schienenfufs und Befestigungsmittel und dadurch ungenaue Gleislage.

Länge sollte keinesfalls unter 2,5 m sein, zweckmäßig bis 2,7 m. *) **Gewicht** der Schwelle bei Hauptbahnen ≥ 50 , besser 60 bis 72 kg. Preis 120 bis 160 *M.* f. d. t. Die Mehrkosten des großen Schwellengewichts (z. B. von 72 kg) werden bei richtiger Anordnung der Befestigung nebst keiligen Unterlagsplatten übertroffen durch die Ersparnis an Unterhaltung und Erneuerung. Bei reichlicher Länge und Steifheit: gleichmäßiges Unterstopfen der ganzen Schwelle. Neuerdings kommen Schwellen mit Einschnürung des Querschnittes im mittleren Teile (u. a. in der Pfalz und namentlich in der Schweiz) viel in Anwendung, um daselbst die Auflagerfläche zu verkleinern, das Widerstandsmoment zu erhöhen. **)

Herstellung der Schienenneigung. Früher: Biegung der Schwelle im mittleren Teile; veranlaßt Bestreben zur Rückbiegung und dadurch Spurerweiterung, ferner Heraustreten der Schwellenenden aus dem Kies, Erschwerung des Stopfens u. s. w. Dann: Einpressen oder Einwalzen einer geneigten Stelle für den Schienenfufs ***); ersteres veranlaßt ungünstige Zerrung der Fasern an wichtigster Stelle. — Zweckmäßiges Mittel: Anwendung von keilförmigen Unterlagsplatten auf geraden Schwellen. Dadurch zugleich Schutz der Schwelle, also wesentliche Verbesserung der Gleislage und Erhöhung der Schwellendauer (wie bei Holzschwellen) dergestalt, daß Mehrkosten durch Ersparnis an Unterhaltung und Erneuerung überwogen werden.

Lochung der Schwelle. Durch vier rechtwinklige, längliche und meistens nicht versetzte Löcher für die Befestigungsmittel. Gleichbleibende Lochung auch in Bögen. (Verschiedene Lochung für die Spurerweiterung verlangt für jeden Halbmesser andere Schwellen, erschwert die Genauigkeit der Herstellung und veranlaßt Schwierigkeiten für Bau und Erhaltung, ist deshalb zu vermeiden.)

Befestigung der Schienen. Erfordernis: Genau richtige und dauernde Festspannung des Schienenfufses in lotrechtem und wagerechtem Sinne trotz unvermeidlicher Ungenauigkeit der Eisen- teile. — Möglichkeit der Herstellung und sichere Haltung der verschiedenen Spurerweiterungen in Krümmungen ohne Aenderung der

*) Vergl. Zimmermann, Berechnung des Oberbaues, S. 197.

**) S. Dolezalek, Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1883. S. 191.

***) S. Org. f. F. 1885. S. 11; 1887. S. 108.

Schwellenlochung und mit thunlichst wenig veränderlichen Teilen. — Einbringung der Befestigungsmittel (auch beim Auswechseln) von oben ohne Bewegung der Schwelle und der Bettung. — Sichere Uebertragung der Seitendrücke vom Schienenfufs auf die Schwelle durch rechteckige Befestigungsteile und ohne Berührung der Bolzen, um deren Beanspruchung auf Biegung und Ausschleifen zu verhüten. — Einfachheit der Teile wegen genauerer Herstellung.*)

Keilbefestigung — 2 Krampen, Keil und Schlufsstück, dann äufserer Krampen und inneres Schlufsstück veränderlich — zwar einfach im Bau und Erhaltung, veranlaßt aber ungünstige Beanspruchung der Schwellen und der Befestigungsteile, raschen Verschleifs der Lochung bei geringer Sicherheit gegen Lösung des Keils.

Schraubenbefestigung — Bolzen und Klemmplatte mit und ohne Einlage, in sehr verschiedener Ausführung — kann bei richtiger Anordnung obige Anforderungen besser erfüllen. Wichtig ist, dafs die Klemmplatte einen zweifachen Absatz erhält (Befestigung von Rüppell, linksrheinisch. Eisenb.), damit sie den Seitenschub der Schiene ohne Mitwirkung des Bolzens auf die Schwelle überträgt; oder besondere Einlage, welche den Bolzen mit Ausschnitt ohne Berührung umfaßt, den Seitendruck des Schienenfufses mit unterem, in die Lochung der Schwelle eingreifendem Ansatz auf diese überträgt und zugleich allein durch Längenänderung des letzteren die verschiedenen Spurerweiterungen (z. B. bis 24 mm in vier Abstufungen von 4 zu 4 mm) ermöglicht. Die Einlage alsdann einfach und genau herstellbar; auch bei keiliger Unterlagsplatte. (System Heindl**) — Haarmanns Befestigung: Keilförmige Unterlagsplatte mit Haken an Außenseite, eine Klemmplatte mit Bolzen an Innenseite erfordert weniger Stücke auf jeder Schwelle, dagegen bei Spurerweiterung die Aenderung der Haken- und der Klemmplatte, deshalb mehr veränderliche Formen; kommt neuerdings viel in Anwendung.***)

Verhinderung des Wanderns wie bei Holzquerschwellen.

Materialkosten f. d. lfd. m Gleis bei 55 kg schweren Flusseisenschwellen und 33 kg schweren Stahlschienen mit Schraubenbefestigung 22 bis 26 M.

γ. Flusseiserne Langschwellen

u. zw. breite Langschwelle mit selbständiger Schiene.

Gestalt der Langschwelle. Erfordernisse bezüglich des Querschnitts zunächst ebenso wie bei eisernen Querschwellen (s. o.), außerdem genügende Breite der Kopffläche zur Aufnahme der Befestigungsteile. Bei gewissen Formen (Haarmann und Hohenegger)

*) S. Dolezalek, Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1883. S. 191.

**) Franz Heindl, der Oberbau mit eisernen Querschwellen. Wien 1884. Org. f. F. 1888. S. 1 u. 85.

***) Vergl. Org. f. F. 1888. S. 46.

seitliche Ansätze zum Einspannen des Schienenfufses. Ferner von besonderem Wert: Möglichkeit guter Verlaschung der Schwelle. Die Mittelrippe (bei Hilf) steht dem im Wege und veranlaßt ungünstige Teilung des Bettungskörpers. — Gesamtbreite für Hauptbahnen ≥ 300 mm.

Die Widerstandsmomente von Schiene und Schwelle müssen in richtigem Verhältnis stehen.*)

Vorwiegend für Hauptbahnen angewandte Formen s. Tafel S. 90. Davon die Hilfsche mit Mittelrippe und die Vautherinsche — letztere wegen der Fufsansätze — ungünstig und für Neubauten nicht mehr in Anwendung. Bei der Schwellenschiene soll die fehlende Bettungsfassung durch beiderseitiges Verfüllen bis zum Schienenkopf ersetzt werden. Sie ermöglicht Versetzen der Stöße, also Blattstofs.

Uebliche Arten der Schienenbefestigung.

1. Klemmplatten mit Schraubenbolzen; letztere mit rechteckigem Ansatz in die Schwellenlochung eingreifend, oder besser auch hier wie bei Querschwellen: Uebertragung der Seitendrücke des Schienenfufses ohne Berührung des Bolzens durch entsprechende Gestalt der Klemmplatten unmittelbar auf die Schwelle. Einlagen hier unnötig, weil Spurerweiterung auf andere Weise (s. u.).

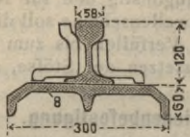
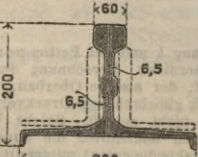
2. Keilförmige Klemmplatten, welche den Schienenfufs zwischen den Ansätzen der Schwelle in veränderlicher Lage einspannen (Hohenegger) und zugleich die wichtige Ausgleichung etwaiger Ungenauigkeiten, u. U. auch die Bildung von Spurerweiterungen gestatten.

3. Klammerhaken in die Langschwelle eingreifend, durch wagerechte Spannschraube fest auf den Schienenfufs geprefst (Haarmann).


Auch bei Langschwellen ist das Einbringen der Befestigungsteile von oben ohne Bewegung der Schwelle und der Bettung durchaus erforderlich.

Herstellung der Krümmung früher durch entsprechend veränderte Lochung der geraden Schwelle (Hilf), diese dann 80 bis 100 mm kürzer als die Schiene (9 m). Jetzt behufs Verlaschbarkeit durch Biegung der Schwelle u. zw. am besten in warmem Zustande; also keine Aenderung der Lochung. Alsdann Schwellen nur 9 bis 25 mm kürzer (Haarmann bezw. Hohenegger); in scharfen Bögen besondere kürzere Bogenschwellen ebenso wie Bogenschienen erforderlich.

*) Ermittlung der Beanspruchung k und des Bettungsdruckes p f. d. qcm unter gewissen Voraussetzungen s. Zimmermann, Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues, Berlin 1888. Ferner Schwartzkopf, der eiserne Oberbau, Berlin 1882. — Bei Berechnungen von k und p wird oft gleichmäßige Druckverteilung über die Breite der Schwelle vorausgesetzt, was nicht zutrifft. Solche Vergleiche sind deshalb nicht allein maßgebend und sollten namentlich nie ohne bestimmte Angabe der Voraussetzungen (u. a. des Bettungskoeffizienten) mitgeteilt werden.

Bezeichnung des Oberbaues.	Querschnitt.	Bezeichnung.	Querschnittsfläche <i>F</i> .		Fassungsraum für die Bettung.
			qcm	kg	
Hilf $h = 120$.		Schiene Schwelle zus.	34,5 37,4 71,9	27,1 29,4 56,5	124
Vautherin $h = 130$ (System der Rheinischen Bahn).		Schiene Schwelle zus.	37 29,4 66,4	29 23 52	122
Haarmann 1884 $h = 125$ (Org. f. F. 1885 S. 184) (Zeitschr. d. hannö. Arch.- u. Ing.-V. 1885 S. 115)		Schiene Schwelle zus.	39,7 32,5 72,2	31,15 25,5 56,65	80
Hohenegger 1883 $h = 125$ (Org. f. F. 1883 S. 1.)		Schiene Schwelle zus.	37,3 37,3 74,6	29,25 29,25 58,5	170
Haarmann Schwellenschiene 1885 (Deutsche Bauztg. 1885 S. 129)			36,6	28,7	39

Trägheitsmoment <i>J</i> .	Faserabstand <i>e</i> .	Widerstandsmoment <i>W</i> .	Wirkungsgrad <i>W: F</i> .	Widerst.-Moment von		Widerst.-Moment am		Gewicht f. d. lfd. m. Gleis einschli. Querverbindungen.	Bemerkungen.
				Schienen-laschung <i>W_l</i> .	Schwellen-laschung <i>W_g</i> .	Schienenstofs.	Schwellenstofs.		
670	6,39	105	—	—	—	—	—	132	Nassausche Staatsb. Berlin-Wetzlar. Moselbahn. Berlin-Breslau u. a. m. Später mit Weglassung der Mittelrippe.
113	5,14	22	0,59	—	—	—	—		
783	—	127	1,77	—	—	—	—		
823	7,16	115	—	—	—	—	—	115	Rechtsrhein. Bahn, u. a. Düsseldorf-Hörde.
160	6,15	26	0,89	—	—	—	—		
983	—	141	2,12	—	—	—	—		
750 ^{*)}	6,88	109 ^{*)}	—	110	—	110	109	135	*) Nach 10 mm Abnutzung 412 bezw. 77. Berlin-Breslau. K. E. D. Hannover. Berlin. Stadtb. (bis 1887) u. a. m. in verschiedenen Abänderungen.
160	4,17	38,4	1,18	—	36	38,4	36		
910	—	147,4	2,04	—	—	148,4	145		
773	6,45	120,4	—	82 ^{**)}	—	—	—	141	**) Mit Rücksicht auf die Lochung. Oesterr. N.-W.-Bahn.
154	5,6	27,5	0,74	—	78,3 ^{**)}	—	—		
927	—	147,9	1,98	—	—	160,3	—		
3679	10,98	335	9,15	172	—	339,5	135,4		Versuchsstrecken der K. E. D. Hannover; Georg-Marienbahn u. a. Neuer Packhof, Berlin. Straßbahnen (schwächere Querschnitte).

Querverbindungen zur Erhaltung von Spur und Schienenneigung: Früher Querschwellen von gleichem Profil wie die Langschwellen unter dem Schwellenstofs, auch wohl ein- bis zweimal dazwischen und außerdem Spurstangen mit schrägen Anlegeplättchen zwischen den Schienen. Erstere, wie alle stützenden Querverbindungen, stören die Gleichmäßigkeit des Gleises. — Sodann besser: Querverbindungen möglichst ohne stützende Wirkung an zwei bis drei Stellen auf 9 m Gleis in Gestalt von Flach-, Winkel-, J- oder -Eisen, letztere auch mit Fortnahme der oberen Platte zwischen den Schwellen (Haarmann).

Befestigung der Querverbindungen an den Schwellen am besten durch je zwei Schrauben (mit oder ohne Klemmplatten) mit Hülfe von schräg gewalzten „Schwellenstühlen“ oder Sattelstücken. — Herstellung der Spurerweiterung durch verschiedene Lochung der Querverbindungen oder durch verschiedene Ansätze der Klemmplatten.

Mangel aller dieser Querverbindungen ist deren tiefe Lage; deshalb außerdem Spurstangen zwischen den Schienenstegen in Bögen meist unentbehrlich, trotz der ihnen anhaftenden Uebelstände, als: erhebliche Schwächung der Schienen, Veranlassung zu Spurveränderungen durch Wärmeausdehnung und Schiefstellen (infolge ungleichen Wanderns), starke Abnutzung der Schienen an den Verbindungsstellen, weil dazwischen Ausbiegungen doch nicht wegfallen u. s. w.

Eine höher liegende Querverbindung, von Haarmann,*) dürfte jedoch die Regelung der Spurweite erschweren.

Stofsverbindung von Schiene und Schwelle. Kräftige Verlaschung des Schienenstofses mit Winkel bzw. Kremplaschen ist auch beim Langschwellenbau durchaus nötig. Ebenso auch kräftige Verlaschung der Langschwelle zur Herstellung der Gleichmäßigkeit des Gestänges unentbehrlich, setzt jedoch Biegung der Schwellen voraus; nur bei Profilen ohne Mittelrippe gut möglich, am vollkommensten und einfachsten bei Hohenegger; Profil der Schwellenlasche übereinstimmend mit dem der Sattelstücke. Querverbindungen alsdann unter oder dicht neben dem Stofs und außerdem 1- bis 2-mal dazwischen für jede Schienenlänge.

Versetzung von Schienen- und Schwellenstofs um 480 mm (Haarmann 1883) bis 600 mm ist vielfach üblich und statisch richtig, erschwert aber die spätere Auswechslung einzelner Schienen ganz wesentlich wegen dann verschiedener Höhe der neuen und der abgelaufenen alten Schienen.

Verhinderung des Wanderns 1) der Schiene auf der Schwelle durch Winkel oder Kremplaschen, ganz wie bei Querschwellen (s. S. 85), 2) der Schwellen in der Bettung (wichtig! besonders in Steigungen) durch die Querverbindungen oder besser durch unter-

*) Vergl. Deutsche Bauztg. 1885, S. 133.

genietete Querschlüsse aus **T**- oder **T**-Eisen in Abständen von etwa 3 m, statt dessen auch Unterschrauben von dreieckigen, zugleich der Entwässerung dienenden Rohrstücken (Haarmann 1885).

Materialkosten des Langschwellenoberbaues f. d. lfd. m Gleis können bei 115 bis 145 kg Gewicht) zu 21 bis 26 *M.* angenommen werden.

Als Mängel, welche noch der Lösung harren, sind namentlich zu bezeichnen: das Fehlen einer genügenden, hochliegenden und stellbaren Querverbindung und damit die Schwierigkeit der Erhaltung von Spur und Neigung auf die Dauer; Schwierigkeit der Auswechslung (s. o.) sowie der Entwässerung; desgl. der Veränderung von Bahnhofsgleisen (Verhau der Langschwellen u. s. w.). Jedenfalls hat sich eine kräftige hohe Schiene als unerlässlich bewiesen; geringere Höhen als bei Querschwellen haben sich kaum bewährt.

δ. Haarmanns Schwellenschiene.*) S. S. 90.

Vorzug versetzter Stöße, großer Einfachheit und hochliegender Querverbindung. Verbindung beider Hälften anfangs durch Nieten, jetzt durch Schrauben. Auswechslung nach Ablauf des Kopfes dürfte Schwierigkeiten verursachen.

3. Die Bettung.

Die Bettung bezweckt Druckverteilung und Trockenhaltung, damit Sicherung der Lage des Gestänges und gute Erhaltung des Oberbaues. Deshalb erforderliche Beschaffenheit des Bettungsmaterials: genügende Festigkeit der einzelnen Stücke gegen Zerdrücken; vollkommene Beständigkeit gegen Frost und Verwittern; Durchlässigkeit, deshalb Freisein von erdigen Bestandteilen; Stopfbarkeit, deshalb Korngröße nicht zu fein und nicht allzu groß (etwa Erbsen- bis Hühnereigröße) und womöglich scharfkantige Gestalt.

Am besten Steinschlag (nicht über 5 cm), weil eckig und deshalb festliegend, aber schwerer stopfbar. Sodann Flusksies, meist fest und rein, wenn auch rund. Grubenkies bedarf u. U. erst der Reinigung durch Sieben. Sand nur im Notfalle. — Schlacke in manchen Fällen brauchbar, wenn fest genug und frostbeständig. — Packlage — jedoch nur auf fester Unterlage — zu besserer Entwässerung unter feinem Kies wünschenswert; unter grobem Kies oder Steinschlag höchstens zur Ersparung an solchem von Nutzen. Herstellung und Erhaltung vollkommenster Entwässerung namentlich bei Eisenschwellen durchaus notwendig, u. U. mit Hülfe von Sickerschlitzen in der Bettung**); am schwersten bei Langschwellen erreichbar. Sehr zu beachten sind die Untersuchungen hierüber von Schubert.***)

*) S. u. a. Org. f. F. 1885, S. 134 und Deutsche Bauztg. 1885, S. 129, auch Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1885, S. 115.

**) Vergl. Lewald und Riese, der eiserne Oberbau. Berlin 1881.

***) S. Schubert, Umbildung des Planums, Zeitschr. f. Bauwesen 1889. S. 555 und 1891. S. 61.

In den oberen Lagen zwischen den Schwellen kann feineres Material (Füllkies) verwendet werden. Dieses darf jedoch nicht aufstäuben und muß vor dem Nachstopfen jedesmal beseitigt werden.

Stärke der Bettung unter den Querschwellen ≥ 200 mm (N. f. K. § 4; T. V. § 3) unter Langschwellen ≥ 300 mm; in feuchten Einschnitten*) und über unregelmäßigem Fels stärker, auf frischen Erddämmen anfangs etwas schwächer. Bei Nebenbahnen genügt 150 mm, auch 130 mm, wenn $V \leq 30$ km i. d. Std., bei Schmalspur 100 mm unter den Unterlagen. (Gz. f. N. u. L. § 3.) Abwässerung des Planums unter der Bettung, s. Unterbau S. 57.

Materialbedarf f. d. lfd. m Gleis bei 0,4 m mittlerer Bettungsstärke unter Schwellenoberkante für eingleisige Bahnen 1,8 bis 2,2 cbm; für zweigleisige Bahnen 3,0 bis 3,75 cbm.

IV. Weichen und Kreuzungen.**)

a. Gestaltung der Teile.

Zungen- oder Lenkvorrichtung. Uebliche Form bei Weichen in Hauptgleisen: gleich lange Zungen von mindestens 5 m Länge, mit der Spitze unter den Kopf der Backenschiene unterschlagend oder scharf anschließend und gegen deren Anfang um etwa 0,5 m oder mehr zurücktretend. Endigung der Zungen zweckmäßig $\geq 0,6$ bis 0,7 m vor dem Ende der Backenschienen, und beide Stöße schwebend, so daß auch die Zungenwurzel durch zwei besonders nahe gelegte Schwellen unterstützt wird und nötigenfalls von unten zukömmlich bleibt.

Preufs. Norm.***): Zungenlänge 5,8 m bei 1:10, 5 m bei 1:9; Backenschiene 1,2 m länger. (In England ist der Unterschied zwischen Zungen- und Backenlänge meist erheblich größer, z. B. 3,6 m bei 5,5 m Zungenlänge.) Bei 1 m Spurweite z. B. Weichen 1:7 mit 3,5 m Zungen-, 6 m Backenlänge.†)

Profil der Zungen kann so gestaltet sein, daß die Hobelung nur an der anschlagenden Seite nötig ist, die Leitkante dagegen die Walzfläche behält, und daß die regelmässige gerade Bahnschiene ohne Bearbeitung überall als Backenschiene benutzbar ist. Diese wird dann an Seite des krummen Stranges vom Stofs an ent-

*) Vergl. Lewald und Riese, der eiserne Oberbau. Berlin 1881.

**) Zu IV. u. V.: Ohne besondere Bemerkung nur auf Hauptbahnen und solchen nahestehende, vollspurige Nebenbahnen bezüglich.

***) Preufs. Norm. bedeutet hier und in folgendem: **Weichennormen der Preussischen Staatsbahnen**, vergl. die bei der linksrheinischen Eisenbahn erschienenen Zeichnungen. Erstes Heft (1886): Einfache und Kreuzungswweichen 1:10 und 1:9 auf Holz- und Eisenschwellen, 42 Bl. nebst Text. — Zweites Heft (1888): Doppel- und Zweibogenweichen 1:10 und 1:9 u. s. w. — S. auch Glasers Ann. 1887. S. 203 und Org. f. F. 1888. S. 10.

†) Vergl. Glasers Ann. 1890. Heft 305 u. 306.

sprechend schräg gelegt oder von der Zungenspitze an seitwärts abgelenkt. Diesen Anforderungen entspricht u. a. das unsymmetrische Klotzprofil der (früheren) Köln-Mindener Eisenbahn, welches zugleich Durchführung der Kopfneigung in der Weiche ermöglicht.*) Freilich wird die Spitze sehr dünn und kann bei anderen Profilen (linksrh. Bahn, Gotthardbahn u. a.) stärker gestaltet werden; diese erfordern jedoch beiderseitiges Behobeln. Auch bei der preufs. Norm. ist aus gleichem Grunde ein (symmetrisches) Zungenprofil mit beiderseitiger Hobelung gewählt und außerdem die Backenschiene (nach einer Neigung 1:5) unterhobelt. Jedenfalls starkes Profil aus Stahl u. zw. mit der Unterkante über dem Schienenfuß, so daß, diesen mit Nase übergreifend, die Gleitplatten bis dicht an den Schienensteg reichen können.

Herstellung des Zungendrehpunkts mit Laschen oder Drehzapfen, oder beides vereinigt. Bei den preufs. Norm. ist der Drehzapfen aus dem unteren Teile des Zungenkerns gebildet. — Besondere Schwierigkeiten verursacht die lotrechte Niederhaltung der Zunge, die nur am Drehpunkt erfolgen kann. Auch bei den preufs. Norm. geschieht sie nur durch kleinen wagerechten Splint.**)

Unterstützung der Lenkvorrichtung am besten mittelst durchgehender Blechplatte (preufs. Norm.: 370 mm breit, 13 mm stark) auf hölzernen oder eisernen Querschwellen.

Aufschlagen der Zungenspitzen ≥ 100 mm. (N. f. K. § 14; T. V. § 41.) In der Regel mehr, z. B. 152 mm (preufs. Norm.).

Spurkranzrinne zwischen Zunge und Backenschiene ≥ 54 mm (preufs. Norm. 65 mm) an dem äußeren Bogenstrange; am inneren kommt etwa 13 bis 15 mm Spurerweiterung hinzu, welche vor dem Herzstück wieder aufhört (T. V. § 41); am Stofs vor der Zunge Spurerweiterung bis 10 mm. Die Zunge des krummen (äußeren) Stranges erhält zweckmäfsig (vor der Hobelung) eine Biegung. (Preufs. Norm. 245 m Halbmesser bei 1:10, 190 m bei 1:9). Dadurch sanfterer Uebergang an der Spitze (z. B. nur $0^{\circ} 27'$ bezw. $33'$) und bereits gröfserer Winkel am Zungenende ($1^{\circ} 40\frac{1}{2}'$ bezw. $1^{\circ} 54\frac{1}{2}'$), mithin gröfserer Halbmesser für die folgende Weichenkrümmung. Alsdann liegt die engste Stelle der Spurkranzrinne (60 mm) schon vor dem Ende der Zunge. (Dasselbst 65 mm.)

Lenkstange und Weichenbock mit Gegengewicht, damit Anschluß sicher. Hub z. B. 140 mm (preufs. Norm.) = Bewegung der Zunge am Angriffspunkt der Lenkstange. Gegengewicht in der Regel zum Umlegen, auch verschliefsbar. Bei Einlauf- und sonst wichtigen Weichen, Verschlufs und mechanische Verbindung des Gewichtes mit

*) Vergl. Abresch, im Org. f. F. 1871. S. 173 u. 221: dasselbe auch in Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1871. S. 155. Weichenwinkel 1:10.

**) Vergl. Abresch a. a. O., ferner Org. f. F. 1881. S. 8; Winklers Vorträge über Eisenbahnbau, Heft II. 3. Aufl. von Steiner 1883.

Signal-Scheibe bezw. -Laterne am Bock selbst oder auch auf weitere Entfernung. Spitzenverschlüsse feste und aufschneidbare. *)

Zusammenführung der Weichenbewegung („Stellwerk“) durch Stangen- oder Drahtleitung mit Winkelhebelübertragung u. s. w. entweder nur für Rangierzwecke ohne Verbindung mit Signalen, oder zur Sicherung der Zugbewegungen bei Ein- und Auslauf; dann in Verbindung mit der Signalgebung derart, daß Bewegung der Signale nur möglich ist nach vorgängiger Bewegung bezw. Verschlufs gewisser Weichen. *)

Herzstück von Eisenhartgufs oder besser Flufsstahl sogen. „Blockherzstücke“. Umlegbarkeit nicht bewährt. Spitze allmählich ansteigend; Flügelschienen so, daß das Rad stetig unterstützt bleibt ohne Auflauf des Spurkranzes. — Anschlufs der Schienen ausfen mit Winkellaschen, innen mittelst eingelegtem oder am Herzstück angegossenem Keilstück. — Schienenherzstücke mit eingelegter Gufstahlspitze (auf Grundplatte oder Eisen-Querschwellen) viel angewandt. **) — Spurkranzrinne ε am Knie und zwischen Spitze und Flügelschiene 49 mm, nur am Auslauf durch Abrundung der Flügel sich erweiternd.

Länge des Blockherzstücks vor dem Knie dadurch bedingt, daß mindestens die halbe Laschenlänge ($\geq 0,3$ m) Platz findet; zwischen Knie und Spitze = $\varepsilon : \sin \alpha$, hinter der Spitze so, daß der Schienenanschlufs keine oder nur geringe Bearbeitung der sich berührenden Schienenfußbreiten verlangt. (Preufs. Norm.: Länge des Herzstücks 790 + 1460 mm bei 1:10, 740 + 1460 mm bei 1:9.)

Zwangsschiene oder **Radlenker** hat die (vom Knie bis zu erreichter Stärke der Herzstückspitze) fehlende Führung des einen Spurkranzes durch rückseitige Führung des anderen Rades zu ersetzen, und so das erste von der Spitze abzuziehen. Deshalb ist maßgebend: die Entfernung der Zwangsschienen-Leitkante von der Herzstückspitze = 1394 mm mit einer durch Abnutzung zulässigen Verminderung um 4 mm. (T. V. u. Gz. f. N. § 41.) Somit beide Zwangsrinnen 41 mm weit auf 1 m Länge, der führungslosen Stelle des Herzstücks gegenüber, dann beiderseits bis auf 52 mm zu erweitern und mit schlankem, etwa 0,25 m langem Auslauf zu endigen; demnach ganze Länge der Zwangsschiene etwa 3,5 bis 3,7 m.

Höhe der Radlenker kann bis 50 mm über die Fahrschiene hinaufreichen; Absteifung gegen letztere durch gufseiserne Zwischenstücke.

Bemerkung. Sogen. Kletterweichen mit Uebersteigung der Schiene durch den Spurkranz bei der Weichenzunge und an Stelle des Herzstücks, also ohne Unterbrechung der Schienen des Hauptgleises, namentlich nach Blaue's Anordnung***) zur Abzweigung von Anschlufgleisen auf freier Strecke geeignet.

*) Vergl. Kollé, Stellwerke, Berlin 1888. S. 145 u. f. Auch Georg Meyer, Eisenbahnmaschinenbau, III. Bd. 1886.

**) Vergl. Rüppell im Org. f. F. 1884. S. 39.

***) Vergl. Org. f. F. 1880. S. 171 u. 9. Suppl.-Bd. S. 143. Ferner Glasers Ann. 1884. S. 122. Auch Prices Weiche, Centralbl. d. Bauverw. 1886. S. 13.

Gleiskreuzungen bestehen aus zwei Herzstücken und zwei Kreuzstücken (letztere auch „Doppelherzstück“ genannt); nur bei rechtwinkliger Kreuzung werden beide einander gleich. Bei den hauptsächlich vorkommenden Kreuzungen unter dem Weichenwinkel (oder einem nahezu gleichen) sind die beiden Herzstücke nebst Radlenkern wie bei den Weichen; das Kreuzstück enthält dagegen zwei Spitzen und einen selbständigen, innenliegenden Radlenker, welcher jedoch bei spitzem Winkel (unter rd. 16°) die gegenüber fehlende Führung des Spurkranzes nur teilweise ersetzt, im übrigen eine führungslose Stelle bestehen läßt (letztere z. B. bei 1:10 etwa 0,5 m lang). Besonders hier ist die Ueberhöhung der Radlenker zweckmäßig (preufs. Norm. 50 mm). Material wie bei Herzstücken.

Kreuzungsweichen erfordern an der Zungenspitze ohne jede Veränderung der Herz- und Kreuzstücke den zum Aufschlagen nötigen Raum zwischen den zusammenlaufenden Schienen. Beiderseitige Kreuzungsweichen beanspruchen mindestens 400 mm Lichtraum (preufs. Norm. 454 mm), einseitige können mit der Hälfte auskommen, werden jedoch meist mit gleichem Abstand wie die ersteren gebildet, um verschiedene Formen zu vermeiden. Dadurch bestimmt sich die Entfernung der Zungenspitze von der mathematischen Herzstückspitze (bei 1:10 etwa 4,5 m, also von dem Herzstückanfang oder Schienenstofs etwa 6 m). Die Zungenvorrichtung ist wie bei der Normalweiche zu nehmen, damit neue Formen vermieden werden. — Zur Umstellung meist ein Bock an einem Ende, sofern nicht mit Stellwerk verbunden. — Halbmesser zwischen den Lenkvorrichtungen z. B. bei preufs. Norm. 245 m und 230 m bei 1:10 u. 1:9.

b. Geometrische Anordnung der Weichen.

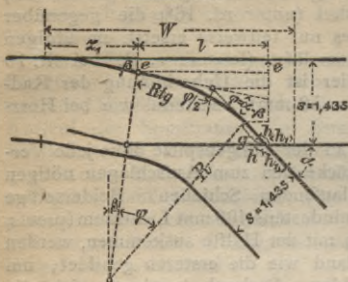
Normalweiche ist die Abzweigung aus gerade fortlaufendem Gleise. Maßgebende Größen (sofern die Zungenvorrichtung mit α , ϵ und β bereits feststeht):

1. Der beabsichtigte Weichenwinkel α (z. B. $\text{arc tg } \frac{1}{10}$).
2. Der am Zungenende bereits erreichte Winkel β (s. S. 95). Demnach bleibt zu überwinden zwischen Zunge und Herzstück der Winkel $\varphi = \alpha - \beta$.
3. Die wegen sicherer Fahrt und verminderter Abnutzung erforderliche gerade Länge g vor der mathematischen Herzstückspitze (Schnittpunkt der Schienenleitkanten), welche mindestens zu 1 m anzunehmen ist (preufs. Norm. $g = 2,315$ m), jedoch schon vor dem Anfang des Blockherzstücks beginnt, da letzteres nicht unnötig lang gemacht wird.

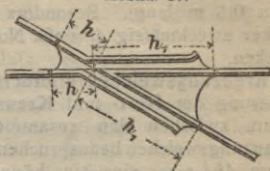
Der Schienenstrang zwischen Zungenende und Herzstückanfang, dessen Länge l_1 im krummen und geraden Strange sich nur etwa um 50 bis 60 mm unterscheidet, soll aus einigen bestimmten Schienenlängen herstellbar sein.

Nach Abbild. 86 u. 87, worin die einfachen Linien die Leitkanten der Schienen darstellen, und s die Spurweite, e den Abstand der Leitkanten am Zungenende gleich Spurkranzrinne + Zungenkopfbreite (z. B. $65 + 58 = 123 \text{ mm}^*$), $s - e = 1435 - 123 = 1,312 \text{ m}$) bezeichnen, ist bei der Normalweiche:

Abbild. 86.



Abbild. 87.



$$e + R(\cos \beta - \cos \alpha) + g \sin \alpha = s,$$

$$R(\sin \alpha - \sin \beta) + g \cos \alpha = l.$$

Bezeichnet man die in Zahlenwerten gegebenen Summen $\cos \beta - \cos \alpha$ mit A , $\sin \alpha - \sin \beta$ mit B , so ergibt sich:

$$\text{I.)} \quad \dots \quad l = g \cos \alpha + (s - e - g \sin \alpha) \frac{B}{A},$$

$$\text{II.)} \quad \dots \quad R = \frac{s - e - g \sin \alpha}{A}.$$

Man kann mit Hülfe der Zeichnung vorläufig g annehmen, damit l aus Gl. I. und somit auch $l_1 = l - h$ ermitteln, indem h aus der Gestalt des Herzstücks bekannt ist:

$$h = \text{Spurkranzrinne} \cdot \text{ctg } \alpha + \text{halbe Laschenlänge}.$$

Diese vorläufig berechnete Länge l_1 wird dann durch Zusammensetzung aus Schienenlängen (mit Zwischenräumen) thunlichst passend gebildet und danach l genau festgestellt, sodann die genaue Länge von g aus Gl. I. und der Halbmesser R aus Gl. II. berechnet.

Ist dagegen R bereits festgesetzt, so ergeben sich g und l sofort aus den beiden ersten Gleichungen.

Die gerade Länge h_1 von der mathematischen Herzstückspitze bis zum Herzstückende (Schienenstofs oder Weichenende) beträgt

*) Ueber die Berechnung und Anwendung der Weichenformen s. u. a. Susemihl, Gleisberechnungen. Berlin 1879, Julius Springer. — Ferner Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, Heft II. 3. Aufl. von Steiner 1883; Prag, Dominicus.

bei 58 mm Kopf- und 105 mm Fufsbreite der Schiene ohne Bearbeitung der letzteren (in mm):

$$h_1 = (58 + 105) \operatorname{ctg} \alpha = 163 \operatorname{ctg} \alpha; \quad \text{z. B. } 1,63 \text{ m bei } 1:10.$$

Bei der preufs. Norm.-Weiche ist diese Länge durch Bearbeitung der zusammensetzenden Schienenfüße um 170 mm gekürzt.

Die ganze Weichenlänge, vom vorderen Schienenstofs bis zum Ende des Herzstückes, ist:

$$W = z_1 + l + h_1,$$

worin z_1 die Länge vom Weichenanfang (Schienenstofs vor der Zungenspitze) bis zum Zungenende bezeichnet. (Preufs. Norm. 6,3 m u. 5,5 m.)

Bei der preufs. Norm. folgt hinter dem Herzstück noch je eine „Pafschiene“ für jede Richtung (3,72 bzw. 3,81 m lang im geraden und krummen Strange bei 1:10; 3,61 bzw. 3,71 m lang bei 1:9), um das Ende der 9 m langen Aufsenschienen zu erreichen. Als Regel ist die Länge p (s. d. nachfolgenden Abbildungen) einschl. Pafsstück unberührt zu halten. In Notfällen kann jedoch (unter Verschnitt der Aufsenschienen) der Anfang einer folgenden Weiche auch bis auf das Maß b an den Knotenpunkt herangerückt werden.

Mittellinien der Normalweiche (Abbild. 88 und 89):

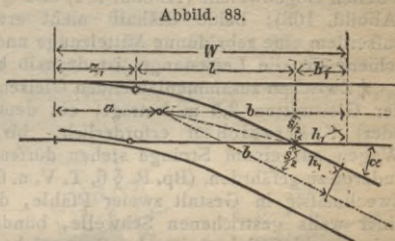
$$a = W - b;$$

$$b = \frac{1}{2} s \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \alpha + h_1; \quad \text{nahezu: } b = 1,6 \operatorname{ctg} \alpha \text{ in m;}$$

z. B. für $\operatorname{ctg} \alpha = 10$ ist $b = 1,6 \cdot 10 = 16 \text{ m (rund)}$.

† Spurerweiterung in der Weichenkrümmung bis 30 mm gestattet (N. f. K. § 5; T. V. u. Gz. f. N. u. L. § 2), üblich 15 mm (preufs. Norm.) im mittleren Teile der Krümmung, vor dem Herzstück wieder auslaufend. Vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 41.

* Krümmungshalbmesser $\geq 180 \text{ m}$ für Weichen, welche von ganzen Zügen durchfahren werden; bei Ein- und Auslaufweichen in Hauptgleisen größer (T. V. u. Gz. f. N. § 40). Bei 1:10 und gekrümmten Zungen 270 m erreichbar, 245 m genügend. — Für Lokalbahnen s. Gz. f. L. § 25.



Andere Weichenformen mit gleicher Zungenvorrichtung: Unsymmetrische (konvexe) Bogenweiche, auch Zweibogenweiche genannt (Abbild. 100), mit Anwendung einer neuen Herzstückform.

Verschränkte Doppelweiche unter Anwendung zweier Normalherzstücke und des bei der unsymmetrischen Bogenweiche vorkommenden als Mittelherzstück (Abbild. 99).

Einseitige und beiderseitige Kreuzungsweiche ohne neues Herzstück (Abbild. 94 u. 95).

Konkave Bogenweiche (auch mit normalem Herzstück) zur Abzweigung aus krummem Gleise nach der inneren Seite (Abbild. 102).

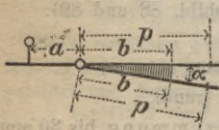
Andere Zungenvorrichtungen werden erforderlich bei der symmetrischen Bogenweiche (Abbild. 104) und symmetrischen Doppelweiche (Abbild. 103); beide deshalb nicht erwünscht. Letztere bedingt außerdem eine sehr dünne Mittelzunge und Durchbohrung der Hauptschiene für die Lenkstange, ist deshalb besser zu vermeiden.

† Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist da, wo die Entfernung der Gleismitten 3,5 m beträgt, ein deutlich erkennbares („Merk-“ oder) Sperrzeichen erforderlich, bis zu welchem höchstens Wagen auf einem Strange stehen dürfen, ohne die Durchfahrt im anderen zu gefährden. (Bp. R. § 6, T. V. u. Gz. f. N. § 44, Gz. f. L. § 36.) Zweckmäßig in Gestalt zweier Pfähle, dicht an der Schiene, oder einer weifs gestrichenen Schwelle, bündig mit der Kiesoberfläche. Bei Anschlußgleisen ist das Sperrzeichen da anzubringen, wo der Gleismittenabstand 4 m beträgt (T. V. u. Gz. f. N. § 31). Hiernach ist also (s. Abbildungen) $d = 3,5 \text{ ctg } \alpha$ bzw. $4,0 \text{ ctg } \alpha$ in m.

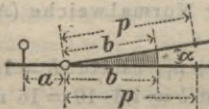
e. Mittellinien der gebräuchlichsten Formen zur Anwendung beim Entwerfen von Gleisplänen.*)

1. Die **Normalweiche** (Rechtsweiche Abbild. 90, Linksweiche Abbild. 91). Uebliche Weichenwinkel sind namentlich $\text{ctg } \alpha = 10$ und $\text{ctg } \alpha = 9$; für Rangierbahnhöfe und Nebenbahnen

Abbild. 90.



Abbild. 91.



Abbild. 92.



auch wohl $\text{ctg } \alpha = 8$ oder 7 . Mögliche (abgerundete) Längenmaße (in m) unter Annahme gekrümmter Zungen:

*) Ueber die praktische Anwendung der Mittellinien und die dabei vorkommenden Rechnungen s. Goering, Geometrische Anordnung der Gleisverbindungen. II. Aufl. Berlin 1885. (Umdruckkommission der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.)

In den folgenden Abbild. sind die Zeichen für Weichenanfang (Stoß der Backenschiene) und Weichenbock in eins zusammengezogen. Das Maß a bezieht sich stets auf den Weichenanfang (wie in Abbild. 88 u. 89 a. S. 99).

$\text{ctg } \alpha =$	8	9	10	11	12
$W =$	24,0	25,5	27,5	29,0	31,5 m
$a =$	11,0	11,0	11,5	11,5	11,5 "
$b =$	13,0	14,5	16,0	17,5	20,0 "
$R =$	160	210	270	350	400 "

Preufs. Norm. von 1886 } $\text{ctg } \alpha = 9$; $a = 8,89$; $b = 14,42$; $p = 18,0$; $R = 190$.
 } $\text{ctg } \alpha = 10$; $a = 10,45$; $b = 15,85$; $p = 19,6$; $R = 245$.

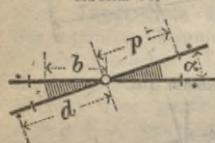
2. **Weichenverbindung** zwischen Parallelgleisen im Abstände w (Abbild. 92). Ganze Länge $= w \text{ctg } \alpha + 2a$; Länge zwischen den Knotenpunkten $= w \text{ctg } \alpha$; Entfernung d vom Knotenpunkt bis zum Sperrzeichen $= 3,5 \text{ctg } \alpha$ in m.

Bei einem Gleisabstand von $w = 4,5$ m ist

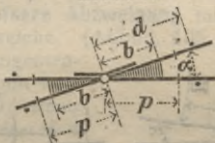
für $\text{ctg } \alpha =$	8	9	10	11	12:
$w \text{ctg } \alpha =$	36,0	40,5	45,0	49,5	54,0 m.

3. **Gleiskreuzung** (stets beiderseits in gerader Strecke) unter dem Winkel α (Abbild. 93).

Abbild. 93.



Abbild. 94.



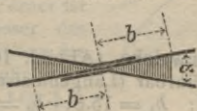
Abbild. 95.



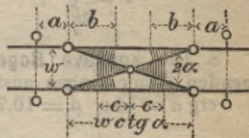
Abbild. 96.



Abbild. 97.



Abbild. 98.



4. **Kreuzungsweiche**, unter dem Winkel α : einseitige Abbild. 94, beiderseitige Abbild. 95. — **Gleisverschlingung** ohne Weiche und Kreuzung (Abbild. 96), sowie solche ohne Ausführung des einen geraden Stranges (Abbild. 97), welche beide den späteren Ausbau zur vollen Kreuzungsweiche gestatten, können u. U. zweckmäßig sein.

(Zu 3. und 4.: Größen b und d wie oben zu 1. bzw. 2.; Größe p ist bei der preufs. Norm. 19,4 m für 1:10 und 16,6 m für 1:9.)

5. **Weichenkreuz** (Abbild. 98), symmetrisch anzuordnen.

$$c = \frac{1}{2} s \text{ctg } \alpha + h; \text{ bei } \text{ctg } \alpha = 10 \text{ ist } c \text{ etwa} = 8 \text{ m.}$$

Beispiele aus der preufs. Norm. von 1888 giebt folgende Tafel (Längenmaße in m):

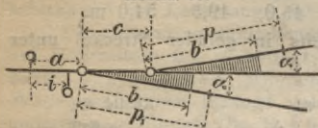
6. Verschränkte **Doppelweiche**,*) Abbild. 99.

7. Unsymmetrische (konvexe) **Zweibogenweiche**,*) Abbild. 100.

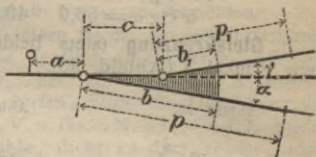
7a. Dieselbe mit Uebergang bis α beiderseits, Abbild. 101.

Nr.	ctg α	a	b	b_1	c	p	p_1	R	i	tg γ	f
6. {	9	8,9	14,4	—	9,5	18,1	16,4	190	9,5	—	—
	10	10,5	15,8	—	11,0	19,6	18,0	245	11,0	—	—
7. {	9	8,9	11,3	6,0	5,3	13,4	8,1	180; 190	—	0,066	—
	10	10,5	12,5	6,7	5,8	14,6	8,8	235; 245	—	0,056	—
7a. {	9	8,9	11,3	—	9,5	—	—	180; 190	—	—	10,4
	10	10,5	12,5	—	11,0	—	—	235; 245	—	—	12,1

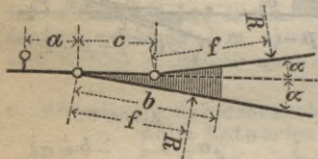
Abbild. 99.



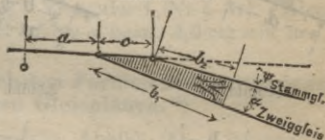
Abbild. 100.



Abbild. 101.



Abbild. 102.



8. Die **konkave Bogenweiche** (Abbild. 102) ist z. B. mit folgenden Abmessungen ausführbar (Längenmaße in m):

$$\text{ctg } \alpha = 10; \quad a = 10,7; \quad b_1 = 15,8; \quad b_2 = 11,17; \quad c = 4,1; \\ \text{tg } \psi = 0,0283;$$

im Stammgleis $R_1 = 630$, im Zweiggleis $R_2 = 180$ m.

9. Die symmetrische Doppel- bzw. Bogenweiche (nicht ratsam, s. o.) wurde z. B. früher für $\text{ctg } \alpha = 10$ von der Rhein. Bahn mit folgenden Abmessungen verwendet.

Abbild. 103.

Doppelweiche:

$$a = 9,4; \quad b = 16; \quad R = 228 \text{ m.}$$

Bogenweiche mit beiderseitigem Uebergang zu $\text{ctg } \alpha = 10$:

$$a = 9,4; \quad b = 8,0; \quad f = 11,2; \\ R = 228 \text{ m.}$$

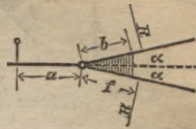


*) Bei Nr. 6 und 7 wird das Mittelherzstück in der Krümmung ohne Gerade ausgeführt.

Die Anwendung anderer als der angeführten (für jede Verwaltung festzusetzenden) Formen verlangt besondere Herstellung für den Einzelfall und ist deshalb beim Entwerfen der Gleispläne möglichst zu vermeiden.

Die Längenmaße ändern sich bei anderer Bauart für dieselben Weichenwinkel nur unbedeutend; so lange diese gleich bleiben, genügt deshalb die Innehaltung der vorstehenden abgerundeten Zahlen (namentlich mit Einschluss der Pafsstücke) beim Entwerfen der Gleispläne für alle Fälle, um zu grofse Annäherung der Weichen zu verhüten. Bei den genauen Absteckungsplänen sind später diese Längen den alsdann bekannten Weichen- und Schienenlängen anzupassen. — Auch für etwas gröfsere Weichenwinkel können obige Längenmaße, dann als jedenfalls reichliche, vorläufig benutzt werden. Dagegen sind die Richtungen stets durchaus genau zu zeichnen und die Schnittpunkte der Mittellinien (Knotenpunkte) von Weichenstrafen mit Parallelgleisen stets durch Abmessung von $w \operatorname{ctg} \alpha$ bzw. $n w \operatorname{ctg} \alpha$ sorgfältig festzulegen und einzukreisen ($w =$ Gleisabstand, $n =$ Zahl der Parallelgleise).

Abbild. 104.



d. Anwendung der Mittellinien bei Abzweigung aus der Krümmung.

1. **Tangentiale äußere Abzweigung** mittelst der Normal- oder der konvexen Bogenweiche. (Abbild. 105, 106.)

Erforderliche Tangentlänge t gleich $g + a$ (mit Vorgerade) oder gleich b , wenn $b > g + a$, bzw. $g + a + c$ bei der Bogenweiche. (Die Pafsstücke können in der Krümmung liegen.) Ferner ist der kleinste Halbmesser des Stammgleises, bei welchem die Anordnung noch möglich:

$$R = t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \alpha \text{ bzw. } t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \gamma.$$

(Winkel γ s. Abbild. 100), oder genau genug:

$$R \geq 2 t \operatorname{ctg} \alpha \text{ bzw. } 2 t \operatorname{ctg} \gamma.$$

Z. B. $\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $g = 10 \text{ m}$;
 $a = 10,5 \text{ m}$ (Abbild. 105).

Dann muß sein:

$$R \geq 2 \cdot 20,5 \cdot 10 = 410 \text{ m.}$$

Oder z. B.

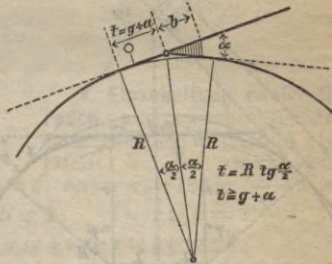
$g = 0$; $\operatorname{tg} \gamma = 0,056$;
 $a + c = 10,5 + 5,8 = 16,3 \text{ m}$
(Abbild. 100 u. 106). Dann:

$$R \geq 2 \cdot 16,3 : 0,056 = 582 \text{ m};$$

nach der anderen Seite wäre $\operatorname{ctg} \alpha = 10$, $t \geq b = 12,5$, mithin:

$$R \geq 2 \cdot 12,5 \cdot 10 = 250 \text{ m.}$$

Abbild. 105.



Abbild. 106.



2. **Tangentiale innere Abzweigung** mittelst der konkaven Bogenweiche (Abbild. 107). Erforderliche Tangentenlänge $t = g + a + c$.

Abbild. 107.



Kann die Vorgerade g wegfallen (in solchem Falle meist zulässig), so ist $t = a + c$ oder $t = b_2$, wenn letzteres größer. Alsdann ist der kleinste Halbmesser des Stammgleises, bei welchem die Anordnung noch möglich:

$$R \geq t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \psi \text{ oder genau genug } = \frac{2t}{\psi} \left(\text{z. B. } \frac{2 \cdot 14,8}{0,0283} = 1046 \text{ m} \right).$$

3. **Einschaltung einer Geraden** von der Länge $l = g + W$ (wo g unter Umständen = 0). (Abbild. 108). Außer l ist gegeben R des Stammgleises, r der Anschlusskrümmungen ≥ 180 m. Dann ist:

$$\sin \varphi = \frac{l}{2(R-r)}; \quad t = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi, \text{ oder nahezu } = \frac{1}{2} r \varphi;$$

$$T = R \operatorname{tg} \varphi; \quad d = \frac{1}{2} l \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi, \text{ oder nahezu } = \frac{1}{4} l \varphi.$$

Z. B.:

$$l = 10 + 26,5 = 36,5 \text{ m}$$

und

$$R = 300 \text{ m}, \quad r = 180 \text{ m}$$

gibt

$$\sin \varphi = \frac{36,5}{2 \cdot 120} = 0,152,$$

demnach

$$\varphi = 8^\circ 44' = 8,734^\circ$$

und

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,154;$$

$$\frac{1}{2} \varphi = 0,077;$$

$$t = 180 \cdot 0,077 = 13,86 \text{ m};$$

$$T = 300 \cdot 0,154 = 46,2 \text{ m};$$

$$d = 36,5 \cdot 0,0385 = 1,41 \text{ m}.$$

Die ganze Länge der Gleisänderung beträgt:

$$L = 2 R \varphi = 2 \cdot 300 \cdot 8,734 \cdot 0,01745 = 91,4 \text{ m}.$$

Soll φ eine bestimmte Richtung (z. B. $\varphi = \alpha$, 2α oder dergl.) ergeben, so ist danach r zu bestimmen:

$$r = R - \frac{l}{2 \sin \varphi}.$$

4. **Einschaltung eines flacher gekrümmten Stückes** oder (das-selbe) zweier Tangenten unter bestimmtem Winkel φ . (Nr. 3 ist Einzelfall hiervon für $\varphi = 0$). Zweckmäßiger, sofern R unter der

in Nr. 1. und 2. gegebenen Grenze liegt. (Abbild. 109.) φ ist gleich α bei Anwendung der Normalweiche, gleich γ oder ψ bei der konvexen bzw. konkaven Bogenweiche (Abbild. 100 und 102). Die Tangentlänge l ist bestimmt durch die grösste der beiden Schenkellängen.

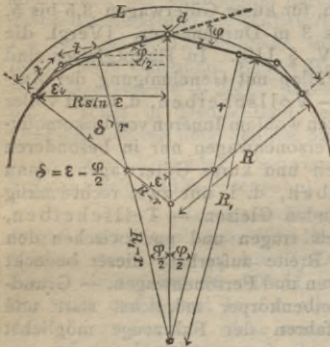
Dann ist:

$$R_1 = l \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varphi \text{ oder nahezu } = \frac{2l}{\varphi}; \quad \sin \varepsilon = \frac{R_1 - r}{R - r} \sin \frac{1}{2} \varphi;$$

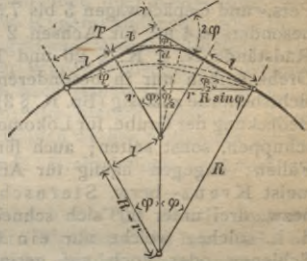
$$t = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta = r \operatorname{tg} \frac{2\varepsilon - \varphi}{4}; \quad L = 2R\varepsilon;$$

$$d = R \sin \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon - t (\sin \varepsilon + \sin \frac{1}{2} \varphi) - l \sin \frac{1}{2} \varphi.$$

Abbild. 109.



Abbild. 110.



5. Einschaltung zweier Geraden mit zwischenliegendem schärferen Bogen. (Abbild. 110). (Meist weniger zweckmässig.)

Gegeben in der Regel R , l und 2φ , ferner $r \geq 180$ m. — Es ist:

$$r = R - l \operatorname{ctg} \varphi; \quad T = R \operatorname{tg} \varphi; \quad t = r \operatorname{tg} \varphi = T - l;$$

$$d = T \sin \varphi - (R \sin \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi + r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi \operatorname{tg} \varphi).$$

6. Praktische Regel: Man zeichne die Weichenmittellinien im Maßstabe des Gleisplanes (1:1000 oder 1:500) nach obigen Angaben, jedoch mit reichlich verlängerten Schenkeln und mit genau richtigen Winkeln auf Pausleinwand, schiebe diese so über die betreffenden gekrümmten Gleise, daß die erforderlichen Längen der Mittellinien als Tangenten möglich werden und übertrage in dieser Lage die letzteren mittelst Durchstechen. Nötigenfalls folgt dann die Rechnung. Für das Entwerfen von Gleisplänen genügt es (bei Winkelgrößen bis etwa $\frac{1}{5}$) fast immer, mit Gleichsetzung von \sin , tg und arc zu rechnen, so daß die Umsetzung in Grade und Minuten, sowie die Benutzung der Tafeln u. s. w. — namentlich bei Anwendung des Rechenstabes — überflüssig wird. Unbekannte oder schwer zu berechnende Winkel können durch die

Zeichnung in der angegebenen Weise hinreichend genau gefunden (deren tg auf der Zeichnung gemessen) und, so festgesetzt, der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt werden. Erst für die Absteckung wird genauere Rechnung stellenweise erforderlich.

V. Drehscheiben und Schiebebühnen.

a. Bau der Drehscheiben.*)

1. **Größe und Anordnung.** Durchmesser D für Lokomotiven mit Tender bei Hauptbahnen mindestens 12 m. (N. f. K. § 15.) Ueblich 12,5 bis 14,5 m; zweckmäÙig so groß, daß der gemeinsame Schwerpunkt von Lokomotiven und Tender**) bei Drehung über dem Mittelzapfen liegen kann. Drehscheiben für zwei- und dreiaxige Pers.- und Gepäckwagen 5 bis 7,5 m, für kurze Güterwagen 3,5 bis 5, besonders 4,4 m; für Achsen 2 bis 3 m Durchmesser. (Vergl. die Radstände N. f. K. § 26 und T. V. § 119). In Hauptgleisen sind Drehscheiben nur in besonderen Fällen mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde zulässig (Bp. R. § 3). — Vollscheiben, d. h. mit voller Bedeckung der Grube, für Lokomotiven wohl im Inneren von Lokomotivschuppen, sonst selten; auch für Personenwagen nur in besonderen Fällen; dagegen häufig für Achsen und kurze Güterwagen, dann meist Kreuz- bzw. Sternscheiben, d. i. mit zwei rechtwinklig bzw. drei unter 60° sich schneidenden Gleisen. — Teilscheiben, d. h. solche, welche nur ein Gleis tragen und nur zwischen den Schienen oder noch auf geringe Breite außerhalb dieser bedeckt sind, bilden die Regel für Lokomotiven und Personenwagen. — Grundbedingungen für den Bau: Scheibenkörper möglichst starr und leicht beweglich, Auf- und Abfahren der Fahrzeuge möglichst stofffrei.

2. **Material.** Kleine Drehscheiben für Achsen und kurze Wagen (bei Erdförderung u. dergl.) aus Gußeisen in einem Stück oder zusammengesetzt. † Bei mittleren und größeren Drehscheiben, namentlich für Hauptbahnen, sind die Hauptträger stets aus Schweißseisen (Flusseisen) oder Stahl (N. f. K. § 15, T. V. u. Gz. f. N. § 45). Holz nur für Uebergangszwecke.

3. **Bauarten.** Nach Art der Unterstützung und Führung zu unterscheiden:

I. Mittelzapfen nur führend, Umfang allein tragend;

II. Mittelzapfen tragend, Umfang nur führend oder führend und tragend;

III. Mittelzapfen allein führend und tragend.

*) Vorträge über Eisenbahnbau, begonnen von Winkler; Heft III, Drehscheiben und Schiebebühnen von Fränkel, 2. Aufl. 1876. Prag, Dominicus.

Georg Meyer, Grundz. d. E.-M.-B., Bd. III 1886. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn.

**) Hierbei die Veränderlichkeit des Schwerpunktes je nach dem vorhandenen Wasserinhalt von Tender und Kessel zu berücksichtigen.

Bei I und II zu unterscheiden:

- a) Scheiben mit Rollenlagern fest an der Scheibe;
- b) " " " " am Fundament;
- c) " " Rollen (oder "Kugeln), unabhängig von Scheibe und Fundament beweglich.

Bei c) sind die Rollen (250 bis 300 mm Durchm., 70 bis 100 mm breit) in einem besonderen Rahmen oder mittelst Radialstangen so gelagert, daß sie sich um die lotrechte Scheibenachse im Kreise bewegen können; oder es sind die Kugeln in einer ringförmigen Rinne zwischen Fundament und Scheibe beweglich. Die Bauarten Ia und Ib nur für untergeordnete oder vorübergehende Zwecke; Ic für Achsen-Drehscheiben (Scheibe von Weickum: $D = 2$ m, 18 Hartgufs-Kugeln von 60 bis 70 mm Durchmesser). Bei II ist Nachstellbarkeit der Zapfenhöhe durch Schrauben oder Keile nötig, weil davon die Belastung der Rollen (bezw. Kugeln) abhängt. Anordnung IIa ist die für Lokomotiven und grössere Wagen üblichste; IIb für kleinere Scheiben; Bauart IIc für Wagen-Vollscheiben mit einer Rollenzahl $n = 4 + 2D$. Scheiben nach Bauart III u. a. in Oldenburg, sonst in Deutschland selten; die hierhin gehörigen Kran-Drehscheiben mit tiefgehendem Mittelzapfen werden nicht mehr gebaut.

Anderer Vorschlag: Schwimmende Drehscheiben (Entwurf zur Tehuantepek-Schiffs-Eisenbahn).

Bau der Lokomotiv-Drehscheiben (IIa) üblich etwa wie folgt: Zwei Hauptträger (Blechträger: Blechwand 10 mm stark, auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{10}D$ hoch, an den Enden etwa $\frac{1}{8}D$ hoch, Gurtwinkel $90 \cdot 90 \cdot 11$ mm, Gurtplatten $220 \cdot 25$ mm) in der Mitte durch zwei 15 mm starke Querträger in 450 bis 500 mm Abstand verbunden; diese erfassen mittelst 10 oder 12 Schrauben von 26 mm Durchmesser in ihrer durch 12 bis 13 mm dicke Blechplatten verstärkten Mitte ein Gufsstück, die Führungshülse, welche mit zwei 90 bis 105 mm starken Schraubenbolzen und Keilen an einem Druckhaupt hängt. Letzteres liegt mit dem Spurzapfen (Stahl) auf der stählernen Spurpfanne des gusseisernen Königstuhls. Zwischen den Hauptträgern Querverbindungen in 1,2 bis 1,5 m Entfernung und außen Kragstücke aus Winkeleisen von etwa 1 m Ausladung. An den Enden der Hauptträger verlängerte Querträger zur Aufnahme des äußeren Auflagers der Achsen der vier Laufäder. Diese Achsen, aus Flußstahl, nach dem Scheiben-Mittelpunkte gerichtet, etwa 1,4 m lang von M. zu M. Auflager. Laufkranz der Räder walzen- oder etwas kegelförmig, aber nicht ballig, ohne Spurkranz. Räder für Lokomotiv-Drehscheiben 0,6 bis 1,0 m Durchm., Kranz 120 bis 130 mm breit; für Wagen-Drehscheiben 0,4 bis 0,8 m Durchm., Kranz 70 bis 100 mm breit. Abdeckung der Scheibe mit Riffelblech (8 mm) verschraubt mit den Trägern, ersetzt den Diagonalverband. Die Fahrschienen sind durch Klemmplatten und Schrauben an den Hauptträgern befestigt. Die Lauf-

schiene am Umfange der Scheibe aus Brücken- oder gewöhnlichen Breitfußschiene gebildet.

4. Drehvorrichtung. Bei kleinen Scheiben überflüssig; bei mittleren und größeren mittelst Drehbäumen, 2,5 m lang, 0,15 m Durchm., welche in den mit der Scheibe fest verbundenen schrägen Baumhülsen stecken und an ihrem freien Ende rd. 1,2 m über S.O. liegen. (Druck eines Arbeiters 25 bis 30 kg.) Bei Lokomotiv-Drehscheiben in der Regel Handkurbel-Winde, die auf einen mit der Grubeneinfassung fest verbundenen Zahnkranz oder auf ein oder zwei — genügend belastete — Laufräder, oder auch auf je zwei wagerechte Reibungsrollen wirkt, welche an den Kopf der Umfangschiene durch einen umlegbaren Gewichtshebel mit verschieblichem Gewicht seitlich angepresst werden.*) Bei sehr häufiger Benutzung Antrieb durch eine kleine Gas- oder Dampfmaschine (von etwa 4 PS, bei 2 qm Heizfläche des stehenden Röhrenkessels), auf der Scheibe angebracht, oder mittelst einer den Mittelzapfen umgebenden Ketten- oder Seilscheibe durch Wasserdruck**), oder auch durch Elektrizität. Drehung muß stets nach beiden Richtungen möglich sein. Umfangsgeschwindigkeit bis 30 m i. d. Min.

5. Feststellvorrichtung. Bei Wagen-Drehscheiben sichert an jedem Ende der Scheibe ein Klinkhaken, bei Lokomotiv-Drehscheiben in der Gleismitte je ein von der Scheibe aus durch Hebel oder Handrad wagerecht bewegter Schubriegel die Scheibe gegen Bewegung beim Auf- und Abfahren der Fahrzeuge, u. zw. durch Eingreifen in die Umfassung der Grube. Mit dem Schubriegel passend ein **Signal** auf oder vor der Scheibe verbunden, auch wohl **Vorlegeklötze** und **Klappschuhe** (Gleissperren), welche für die Scheibe und zugehörigen Gleise erst mit Eintritt der Riegel in die Verschlussrülsen freie Fahrt geben. — Zur Vermeidung des Schlagens (beim Auf- und Abfahren der Fahrzeuge) bei Bauart II und III, namentlich bei größeren Scheiben bisweilen **Entlastungsvorrichtungen** an den Enden der Scheibe, so daß stoßfreie Druckübertragung auf den Unterbau erfolgt. Keile, Excentriks, Kniehebel angewendet; wenig bewährt.

6. Bewegungswiderstand. Bezeichnet:

G das Gewicht des auf der Scheibe befindlichen Fahrzeuges in kg,

g das Eigengewicht des Scheibenkörpers in kg,

W den Widerstand am Umfange des Laufradkranzes in kg,

W'' „ „ „ „ der Scheibe in kg,

R den Halbmesser der Drehscheibe in cm,

R_1 „ „ „ Laufräder in cm,

R_2 „ „ „ Umfangschiene in cm,

r_1 „ „ „ des (größeren) Zapfens der Laufradachsen in cm,

*) Vorrichtung von Schnabel und Henning, s. G. Meyer, Gr. d. E.-M.-B. Bd. III, S. 237.

**) S. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 491. — Org. f. F. 1890, S. 49.

r_2 den Halbmesser des Spurzapfens in cm,
 μ_1 „ Reibungs-Koeffizienten für die Laufradzapfen,
 μ_2 „ „ „ „ den Spurzapfen,
 f „ Koeffizienten der rollenden Reibung in cm,
 μ „ „ „ „ gleitenden „ zwischen Laufrad und Schiene,

so ist rechnungsmäßig:

$$W = \frac{G + g}{R_1} (\mu_1 r_1 + f) \text{ für Bauart Ia und Ib (vergl. 3);}$$

$$W = \frac{G + g}{R_1} f \text{ für Bauart Ic.}$$

Sind bei Bauart II die Laufräder (Kugeln) mit Q_1 , der Mittelzapfen mit Q_2 belastet, also $Q_1 + Q_2 = G + g$, so ist:

$$W = \frac{\mu_1 r_1 + f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2 \text{ für Bauart IIa und IIb;}$$

$$W = \frac{f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2 \text{ für Bauart IIc;}$$

Ferner ist:

$$W_u = \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R} (G + g) \text{ für Bauart III.}$$

Erfolgt bei Bauart IIa die Bewegung durch Antrieb von ein oder zwei Laufrädern, so muß der Druck Q'_1 der letzteren auf die Umfangsschiene sein:

$$Q'_1 \geq \frac{W}{\mu}.$$

In Wirklichkeit ist der Widerstand, namentlich für Bauart IIc, größer als die Formeln angeben, da sie die Unvollkommenheit der Ausführung nicht berücksichtigen.

Berechnungs-Annahmen: G für schwere Lokomotiven nebst Tender 65 bis 70 t; $g = 1000$ bis 1400 D in kg für Lokomotiv-Drehscheiben; $g = 140$ bis 180 D^2 für Wagen-Teil- bzw. Vollscheiben, wobei D der Scheibendurchmesser in m; $\mu_1 = \mu_2 = 0,1$; $\mu = \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$; $f = 0,05$ cm. Bei Bauart IIa für Lokomotiven sind die Träger am besten so zu berechnen, daß der Mittelzapfen allein tragen darf; Ueberhöhung des Zapfens dann unschädlich. Zulässige Belastung des Spurzapfens (nach Fränkel) 1200 kg f. d. qcm bei Flußstahl, 700 kg f. d. qcm bei Schweis-, Fluß- oder Gußeisen.

Lokomotiv-Drehscheibe nach preuß. Norm. von 1890: Bauart s. unter 3. $D = 14,067$ m; Durchmesser der Grube 14,2 m; Tiefe 1,6 m; Höhe des 2 cm starken I-förmigen Umfassungskranzes der Grube 0,66 m; Höhe der Hauptträger in der Mitte 1,35 m (auf 5,215 m Länge), an den Enden 0,44 m; nur ein Laufrad mit Handwinde angetrieben oder Zahnkranzantrieb; zwei Baumhülsen sind vorgesehen; $R_1 = 40$ cm; $R_2 = 668$ cm; $r_1 = 6$ cm; $r_2 = 6$ cm; $g = 19800$ kg.

7. Unterbau. Umfangsring mit Laufkranz und Mittelzapfen („Königstuhl“) werden bei Lokomotiv-Drehscheiben stets, bei Wagen-

Drehscheiben in der Regel vom gewachsenen Boden auf kräftig in Cement untermauert, weil genaue Höhenlage beider Teile behufs leichter Beweglichkeit unerlässlich ist. Der Laufkranz ist aus Brücken- oder gewöhnlichen Breitfußsschienen derart zu bilden, daß bei Ruhelage der Drehscheibe kein Rad auf einem Schienenstofs steht, um das Ingangsetzen nicht zu erschweren. Befestigung der Laufschiene auf der Grundmauer mit Unterlagsplatten, deren Höhenlage genau einzuwiegen und durch Untergießen mit Cement zu sichern. Aufbringen des Scheibenkörpers erst nach vollständigem Setzen des Unterbaus. — Obere Einfassung der Grube durch Mauerwerk mit Quaderabdeckung oder durch einen zusammengesetzten Ring von Schweifs- oder Gufseisen, auf dessen oberem Rande die Schienenenden zu befestigen sind. Gute Entwässerung der Grube nach einer den Königstuhl umgebenden Rinne mit Abfallschacht, Thonrohr u. s. w. Abdeckung der Grube zwischen Laufkranz und Königstuhl durch Bekiesung, Pflasterung oder Backsteinlage, u. U. mit Asphaltbelag.

Bei Wagen-Drehscheiben in hoher Aufschüttung wird Untermauerung bisweilen durch eingespülte Sandlage ersetzt; darauf Beton und Eisenplatten unter dem Königstuhl und unter dem eisernen Umfassungsring.*) Für kleine Drehscheiben hat man auch durch eiserne Schalen- oder Rippenkörper („Tellerdrehscheiben“) die Untermauerung ersetzt oder doch den Druck des Mittelzapfens durch Druckstreben und centrische Zugstangen auf den Umfangsring zu übertragen gesucht.**) Für größere Scheiben sind derartige Anordnungen jedoch kaum anwendbar. — In Oldenburg sind Wagen-Drehscheiben von 7 m Durchm. ohne alle Mauerung durch stopfbare Holzschwellen unterbaut.***)

b. Geometrische Anordnung der Drehscheibengleise.

1. Strahlengleise. (Abbild. 111.)

Durchschneidungen der Schienen, also Herzstücke, deren mathematische Spitzen im Abstände $\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3$ vom Mittelpunkte liegen, entstehen, sobald der Scheibenhalbmesser ϱ unter folgenden Grenzen liegt:

$$\text{Einfache Durchschneidung } \varrho_1 = \frac{s}{2 \sin \frac{1}{2} \delta} \text{ sehr nahe } = \frac{s}{\delta},$$

*) Beispiel solcher Wagen-Drehscheiben von $D = 7,5$ m auf dem Anhalter Bahnhofe in Berlin, s. Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-Vereins 1884.

**) s. Georg Meyer a. a. O. S. 249. Anwendungen nicht bekannt.

***) s. Org. f. F. 1869.

Zweifache Durchschneidung $q_2 = \frac{s}{2 \sin \delta}$ sehr nahe $= \frac{s}{2 \delta}$,

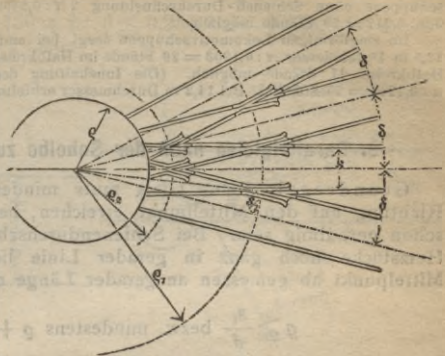
Dreifache „ „ $q_3 = \frac{s}{2 \sin \frac{2}{3} \delta}$ „ „ $= \frac{s}{3 \delta}$;

daher q kaum unter letzterer Grenze, sofern mehr als drei Gleise einmünden.

Hierbei ist ein gleicher Einlaufswinkel δ vorausgesetzt; ist die reine Spurweite $= 1,435$ m. Damit die Schienenköpfe am Umfang noch hinreichend stark, ist besser für die Grenzwerte

$S = s + 0,058$ m (eine Schienenkopfbreite mehr) oder rund 1,5 m zu rechnen.

Abbild. 111.



Scheibendurchmesser m		keine	einfache	zweifache
		Schienendurchschneidung.		
14,2	arc $\delta =$	0,211 660	0,105 831	0,070 553
	tg $\delta =$	0,214 885	0,106 227	0,070 671
	= rd.	1 : 4,65	1 : 9,4	1 : 14,15
	$q_1 =$	—	13,56	20,5
	$q_2 =$	—	—	10,25
12,5	arc $\delta =$	0,240 580	0,120 290	0,080 193
	tg $\delta =$	0,245 336	0,120 875	0,080 365
	= rd.	1 : 4	1 : 8	1 : 12
	$q_1 =$	—	11,96	17,9
	$q_2 =$	—	—	8,95
7,5	arc $\delta =$	0,402 712	0,201 356	0,134 237
	tg $\delta =$	0,425 998	0,204 123	0,135 052
	= rd.	1 : 2,35	1 : 5	1 : 7,5
	$q_1 =$	—	7,175	10,70
	$q_2 =$	—	—	5,36
4,4	arc $\delta =$	0,695 952	0,347 967	0,231 984
	tg $\delta =$	0,835 389	0,362 735	0,236 236
	= rd.	1 : 1,2	1 : 2,75	1 : 4,25
	$q_1 =$	—	4,14	6,2
	$q_2 =$	—	—	3,12
	Herzstückwinkel =		δ	δ und 2δ

Bei gegebenem ρ finden sich alsdann die Grenzwerte für δ durch Umkehrung vorstehender Gleichungen. Hiernach die Tafel (S. 111) für die kleinsten Winkel δ und die zugehörigen Abstände der mathematischen Herzstückspitzen vom Mittelpunkt bei vier üblichen Scheiben-Durchmessergrößen.

Danach z. B. bei 12,5 m Durchmesser im Vollkreis eines runden Lokomotivschuppens ohne Schienen-Durchscheidung $2\pi : 0,24058 = 26$, bei 14,2 m desgl. $2\pi : 0,212 = 29$ Stände möglich.

Im ringförmigen Lokomotivschuppens desgl. bei einfacher Durchscheidung und 12,5 m Durchmesser $\pi : 0,1203 = 26$ Stände im Halbkreise oder bei wenig überhöhtem Halbkreise 27 Stände möglich. (Die Innehaltung des Herzstückes 1:8 ergäbe $\pi : 0,1244 = 25$ Stände.) Bei 14,2 m Durchmesser erhielt man $\pi : 0,1058 = 29$ Stände.

2. Parallelgleise nach der Scheibe zusammenlaufend.

Grundregel: Jedes Gleis muß mindestens am Umfang die Richtung auf den Mittelpunkt erreichen, besser 3 bis 6 m vorher schon geradlinig sein. Bei Schienendurchscheidungen müssen die Herzstücke noch ganz in gerader Linie liegen. Hiernach vom Mittelpunkt ab gemessen an gerader Länge nötig:

$$g \geq \frac{s_1}{\delta} \text{ bzw. mindestens } \rho + 3 \text{ m;}$$

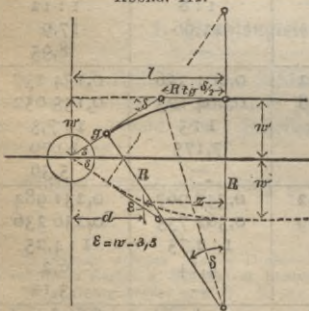
dabei $s_1 = 1,6$ m (bis Aufsenkante Schienenfuß) zu setzen. Es genügt hier wegen Kleinheit der Winkel der Ersatz von \sin und \tan durch arc ; damit folgende Näherungsformeln:

a) **Drei symmetrische Gleise** (Abbild. 112).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{2}, \text{ und } d = l - \sqrt{2R(w - 3,5) - (w - 3,5)^2},$$

$$\delta \leq \sqrt{2 \frac{w - s_1}{R}} \text{ (anderenfalls Gegenkrümmung nötig).}$$

Abbild. 112.



Hierbei ist der Gleisabstand w in der Regel 4,5 m. Der Halbmesser $R \geq 180$ m, für Wagengleise wohl bis 150 m herab, dem entspricht $\delta \leq \frac{1}{6}$ bzw. $\frac{1}{5}$; d bezeichnet den Abstand der Sperrzeichen von der Scheibenachse.

b) **Bei fünf symmetrischen Gleisen** wird $\delta \leq \sqrt{\frac{w - s_1}{R_1}}$,

wo R_1 sich auf die äußeren, am schärfsten gekrümmten Gleise bezieht.

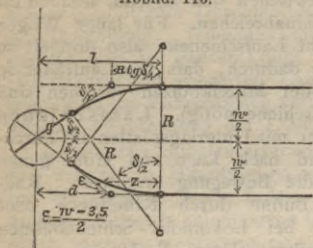
c) Zwei symmetrische Gleise ohne Mittelstrang (Abbild. 113):

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{4} \quad \text{und} \quad d = l - \sqrt{2R\varepsilon - \varepsilon^2};$$

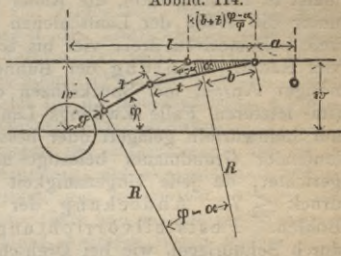
$$\delta \leq 2 \sqrt{\frac{w - s_1}{R}} \quad \text{und} \quad \varepsilon = \frac{w - 3,5}{2}.$$

Für $R=180$ und 150 m ist $\delta \leq 0,254$ bzw. $0,278$, also zweckmäßig $\delta=1:4$ bzw. $1:3,6$.

Abbild. 113.



Abbild. 114.



d) Bei vier symmetrischen Gleisen ist $\delta \leq \sqrt{\frac{4}{3} \frac{w - s_1}{R_1}}$.

3. Drehscheibe und Weiche. (Abbild. 114.)

Grenzwert für φ ist:

$$\varphi \leq \sqrt{\frac{2(w - s_1 - b\alpha)}{R} + \alpha^2}.$$

Bei $w=4,5$ m, $\alpha = \frac{1}{10}$ und $R=180$ bzw. 150 m ist

$$\varphi \leq 0,1563 \quad \text{bzw.} \quad 0,165,$$

ferner $g=5,04$ bzw. $9,7$ m.

e. Bau der Schiebebühnen.*)

Länge der Schiebebühnen mindestens gleich dem größten darauf zu bewegendem Radstand + 0,5 m. Ueblich für Lokomotiven mit Tender 12 bis 14,5 m, für Personenwagen 4 bis 8 m. Preufs. Norm. von 1890: Schiebebühne für Lokomotive mit Tender 14,0 m, mit vier Laufschiene, wovon die beiden mittleren verdoppelt sind; desgl. für Lokomotiven ohne Tender in Werkstätten 8,0 m; für Wagen desgl. 8,0 m auf vier Laufschiene. Material der Träger wie bei Drehscheiben (T. V. u. Gz. f. N. § 46); vergl. S. 106.

*) Vergl. Fränkel a. a. O.; desgl. Georg Meyer a. a. O.

1. Schiebebühnen mit Laufgrube.

Grube höchstens 0,5 m tief, in Hauptgleisen unzulässig. (Bp. R. § 3; T. V. u. Gz. f. N. § 46; Gz. f. L. § 37.) Für Entwässerung der Grube ist zu sorgen. Unterstüzung der Schienen durch zwei Längsträger, diese befestigt an Querträgern, welche an den Achslagern der Räder aufgehängt sind. Räder wegen leichter Bewegung möglichst groß (preufs. Norm. 0,8 m Durchmesser), deshalb außerhalb der Längsträger u. zw. außerhalb des freien Profils. Querträger meist in Zwillingsform, die Räder zwischen sich fassend, können bis unter die Höhe der Laufschiene hinabreichen. Für lange Wagen und Lokomotiven drei, vier bis acht Laufschiene; also doppelt so viel Räder. Führung der Bühne dadurch, daß die Laufräder in nötiger Anzahl mit Spurkränzen oder Mittelkränzen versehen sind (im letzteren Falle Zwillings-Laufschiene nötig). Laufschiene auf Steinwürfeln gelagert oder besser mit Unterlagsplatten auf durchlaufender Grundmauer befestigt und nach Lage und Höhe genau gerichtet, da jede Ungenauigkeit die Bewegung erschwert. Radruck $\leq 7t$. Abdeckung der Bühne durch Riffelblech oder Bohlen. Feststellvorrichtung bei Lokomotiv-Schiebebühnen durch Schubriegel, wie bei Drehscheiben. (Vergl. S. 108.)

Bewegungsvorrichtung. Kleine Wagen-Schiebebühnen durch Pferde oder Arbeiter gezogen bzw. gedrückt, auch gehaspelt. Für größere Bühnen Antrieb durch Uebertragung einer Kurbel-Drehbewegung auf ein oder zwei Laufräder; Kurbel von Handwinde, Gasmaschine oder Dampfmaschine bewegt, welche auf der Bühne angebracht wird. Auch Antrieb durch Wasserdruck oder elektrische Kraft, namentlich aber Seilbetrieb, von einer ohnehin vorhandenen Dampfmaschine aus bewegt. Das Drahtseil ohne Ende läuft stetig um und wird durch Reibungsräder je nach Bedarf für die Bewegung der Bühne verwertet. Mit der Bewegungsvorrichtung ist u. U. eine Windtrommel verbunden zum Heranziehen der Wagen mittelst Seil. Anwendung von Zahnrad und Zahnstange oder von gegen den Kopf einer Laufschiene gedrückten Reibungsrädern als Stützpunkte für das Fortbewegen der Bühne weniger zweckmäßig. Bei älteren Bühnen auch Bewegung durch vorgespannte Lokomobile.

Geschwindigkeit der Schiebebühnen bis 30 m i. d. Min.

2. Schiebebühnen ohne Laufgrube (fast nur für Wagen).

Bauart gekennzeichnet durch Lage der Räder zu den Längsträgern und Aufhängung der Bühne an den Rädern. Danach folgende

Uebersicht der Bauarten.

- I. Schiebebühnen nur mit Innenrädern (Dunn, Prüssmann u. A.).
- II. Schiebebühnen mit Außenrädern.

a) Mit schmalen Unterbrechungen der Fahrschienen durch Schlitz für die Querträger.

b) Desgl. mit Hebung der Querträger unter dem aufgeschobenen Fahrzeug. Nicht bewährt, deshalb nicht mehr in Anwendung.

c) Ohne Unterbrechung der Fahrschienen mit aufsenliegenden Längsträgern, welche über dem Fahrzeug gegen einander abgesteift sind.

III. Schiebebühnen mit Innen- und Aufsenrädern (Klett, Nollau u. A.).

Die Bühnen nach Bauart I verursachen wegen der kleinen Räder (≤ 330 mm Durchmesser) viel Widerstand, sind deshalb wenig in Anwendung. Jedenfalls müssen die Laufschiene sehr genau liegen, also in ganzer Länge untermauert sein. Versetzte Räder (Hülfsräder) auf gepaarten Laufschiene (Prüsmann) wegen Ueberschreitung der Fahrschiene und der für die Spurkranzrinne erforderlichen Unterbrechung der Laufschiene wünschenswert.

Bauart IIa mit Unterbrechungen der Fahrschiene auf 50 bis 100 mm ist in Hauptgleisen unzulässig, auf Werkstättenbahnhöfen für Wagen und leere Lokomotiven gut anwendbar; sie gestattet kräftige, seitwärts aufgebogene Querträger und deshalb grofse Aufsenräder, also leichte Bewegung. Die Langträger liegen alsdann über den Querträgern. Beispielsweise bei 5,6 bis 8 m Bühnenlänge vier Laufschiene, Räder von 0,8 bis 0,9 m Durchmesser in 4,3 m Achsenabstand; je zwei Räder in 1,28 bis 2 m Abstand auf einer Achse. Auch für Lokomotiven im Dienst, so bei Kopfstationen z. B. auf dem Potsdamer Bahnhof in Berlin mit Wasserdruck-Betrieb, acht Laufschiene.*) Preufs. Norm. für Lokomotive ohne Tender und für Wagen in Werkstätten, beide 8 m lang; Räder 0,8 m; vier Laufschiene.

Nach Bauart IIc die für leere Lokomotiven ohne Tender benutzte Schiebebühne von Borsig mit hohen äußeren Gitterträgern. Als Querträger dient ein voller Blechboden, der konsolenartig an den Gitterträgern befestigt ist, welche oberhalb des freien Raumes gegeneinander abgesteift und auswärts mittelst umgekehrter Konsolen auf die Achslager der (vier) Räder gestützt sind. (Bemerkenswert, weil unversenkte Schiebebühne für Lokomotiven, ohne Hebung oder andere besondere Vorrichtung, wahrscheinlich einziges Beispiel derart). In anderer Weise, mit cylindrischen Blechträgern, die bogenförmig verbunden, für Wagen, bei der französischen Nordbahn.**)

Nach Bauart III vielfach Schiebebühnen für Personen- und Güterwagen, auch für Rangierzwecke, dann wohl mit Dampftrieb; nötigenfalls ohne jede Veränderung der Fahrschiene, also auch für Hauptgleise geeignet. Zwischen den Fahrschiene der Bühne zwei kleine Räder von etwa 0,3 m Durchmesser; aufserhalb zwei gröfsere

*) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1875. S. 505.

**) S. Georg Meyer a. a. O. S. 285.

von z. B. 0,4 m Durchmesser. Dann der Querträger über der Fahrschiene nur auf etwa 0,6 m ohne Stütze, aus wagerechtem Flacheisen bestehend.

Hebung der Fahrzeuge bei Auflauf auf die Bühne ist möglichst zu beschränken, wird vermittelt durch federnden Ansatz, der vom ankommenden Rade auf die Schiene niedergedrückt wird, sonst darüber schwebt. Auch hier u. U. Bewegung durch vorgelegte Lokomobile oder andere mechanische Vorrichtung.

3. Bewegungswiderstand.

Bezeichnet:

Q das Gesamtgewicht der Bühne und der zu verschiebenden Last in kg,

Q' die Belastung der als Triebräder benutzten Laufräder in kg,

W den Bewegungswiderstand am Umfange der Laufräder in kg,

R „ Halbmesser der Laufräder in cm,

r „ „ Zapfen der Laufräder in cm,

μ_1 „ Koeffizienten der Zapfen-Reibung der Laufräder,

μ „ „ gleitenden Reibung zwischen Rad und Laufschiene,

f den Koeffizienten der rollenden Reibung in cm,

so ist:

$$W = \frac{\mu_1 r + f}{R} Q,$$

und

$$Q' \geq \frac{W}{\mu}.$$

(Mittelwerte: $\mu_1 = 0,1$; $\mu = \frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ und $f = 0,05$ cm.)

C. Gesamtanordnung der Bahnhofsanlagen.*)

a. Uebersicht und Anwendung der Grundformen.

Nach Lage der Bahnhöfe zum Bahnnetz sind zu unterscheiden:

Endbahnhöfe,

Zwischenbahnhöfe,

Anschlufs- oder Trennungsbahnhöfe,

Kreuzungsbahnhöfe.

Daneben Knotenpunkt-Bahnhöfe, mit mehrfachem Anschlufs mit kreuzenden Betriebsrichtungen oder ohne solche. — Kreuzung der Hauptgleise selbst ist durch Ueberbrückung aufserhalb der Station herzustellen. (N. f. K. § 13.)

*) Vergl. Handbuch der spec. Eisenbahntechnik Bd. I. Kap. IX, XII, XIII. — Deutsches Bauhandbuch Bd. III. 1879. — Zur Nieden, Dr., Bau der Strafsen und Eisenbahnen. Berlin 1878. — Schmitt, Dr. Ed., Vorträge über Bahnhöfe und Hochbauten auf Lokomotiv-Eisenbahnen. Leipzig 1873 und 1880.

Nach der **Grundriffsform**, bedingt durch Lage der Hauptgleise gegen Haupt-Bahnsteig und Empfangsgebäude, unterscheidet man:

- Kopfform („Kopfstation“),
- Durchgangsform,
- Keilform,
- Inselform.

Kopfform bei Personenbahnhöfen unbedingt zweckmäfsig nur für Endbahnhöfe und auch dann nur, wenn eine Fortsetzung der Betriebsrichtung ausgeschlossen oder wenn örtliche Verhältnisse (Eindringen in grofse Städte) dazu drängen. Ebenso für Anschluss- und Knotenpunkt-Bahnhöfe nur in letzterem Falle (Frankfurt a. M., München, Stuttgart u. a. m.). Dann Verbindungsgleise für durchfahrende Züge, namentlich Güterzüge. Dagegen häufig Durchgangsform in Verbindung mit Kopfform (Zungensteige) für daselbst endigende Zweigbahnen. (Vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 37, 38 und N. f. B.; B. 15.)* — Größere Güter- und Rohgutbahnhöfe fast immer in Kopfform, d. h. mit stumpf endigenden Gleisgruppen.

Durchgangsform bildet die Regel für Zwischenbahnhöfe (in Verbindung mit Kopfform auch für Zweigbahnanschlüsse; s. o.). Dieselbe Form bei mehrfachen Zwischensteigen mit schienenfreien Zugängen auch für grofse Anschluss- und Kreuzungsbahnhöfe (Hannover, Bremen, Münster, Charlottenburg, Schles. Bahnhof Berlin, Mainz, Strafsburg u. a.). Dasselbe zugleich mit Zungensteigen für einzelne Richtungen.

Keilform geeignet für Anschluss etwa gleichwertiger Bahnen bei gleichzeitigem Ortsverkehr; dann Zugang vom Ort im Zwickel, nötigenfalls mit Ueber- oder Unterführung des Zufuhrweges.

Inselform geeignet für Anschluss- und Kreuzungsbahnhöfe; bei größerem Ortsverkehr mit schienenfreiem Zugang namentlich mittelst Unter- oder Ueberführungen zur Giebelseite des Hauptgebäudes wie bei Keilform (Halle, Duisburg u. v. a.) oder mittelst Fußgänger-Tunnels von einer Langseite aus, dann meist mit Vorgebäude aufser dem Inselgebäude (Hildesheim, Düsseldorf, Erfurt, Köln).** Dabei zu unterscheiden, ob Umschließung des Hauptbahnsteigs nur an einem oder an beiden Enden durch Hauptgleise. Im ersten Falle Trennung der Bahnen durch den Inselbahnsteig, Betrieb wie bei der Keilform, daher „Inselform mit Keilbetrieb“, namentlich geeignet für getrennte Verwaltungen. — Im anderen Falle Trennung der Fahrrichtungen durch den Inselbahnsteig, daher: „Inselform mit Inselform“ (Lehrte, Köln) geeignet für gemeinsame Verwaltung; gestattet bei folgerichtiger Durchführung

* N. f. B. bedeutet „Normen für die Aufstellung von Bahnhofprojekten“ vom 27. Juli 1873; preufs. Ministerium d. öffentl. Arb. Diese Normen zerfallen in A. formelle, B. sachliche Vorschriften.

** Die angeführten Beispiele beziehen sich auf neuerlich eröffnete oder noch im Bau befindliche Anlagen. Vergl. u. a. Grüttesien, Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 349 u. f.

Verlegung aller Trennungsweichen hinter den Halteplatz der Züge sowie Vermeidung jeder Schienenkreuzung von Hauptgleisen beim Zugeinlauf (ja u. U. überhaupt jeder Hauptgleiskreuzung), also Erreichung größter Betriebssicherheit*) und zugleich einfachste Art der Zerlegung und Vereinigung von Personenzügen.

Legt man bei Kreuzungsstationen die Bahnsteige der Personengleise neben die Ueberbrückung, also in verschiedene Höhe, so können sie durch Treppen zu einer „Brücken-“ oder „Treppenstation“ verbunden werden, während die Gleisanlagen als zwei getrennte Zwischenstationen in Durchgangsform bestehen bleiben. (Die Bezeichnung dieser Anordnung als „Turmstation“ entbehrt der Begründung.)

***Trennung der Anlagen** für Personen- und Güterverkehr auf größeren Bahnhöfen bei Hauptbahnen notwendig, jedoch bequeme Beförderung des Eilguts mit Personenzügen erwünscht. (T. V. § 35.)

Anlagen für den inneren Betriebsdienst (Maschinen und Rangierbahnhöfe) können abgetrennt für sich liegen, jedoch zweckmäßig durch eigenes Verbindungsgleis dem Bahnhof anzuschließen. — Eine derartige Lage des Rangierbahnhofs ist oft wegen Platzmangels erforderlich, sonst nur zweckmäßig, wenn Uebergangsverkehr der Güterwagen an Knotenpunkten von mehreren Bahnlagen den Ortsverkehr erheblich überwiegt.

Bezüglich der Verkehrsgröße ist in Preußen (durch Minist.-Erl. vom 28. Dez. 1885) folgende Unterscheidung aufgestellt:

1. „Station“ ist die Bezeichnung für alle Aufenthaltsstellen.
2. „Bahnhöfe“ sind Stationen mit bedeutenderem Verkehr.
3. „Haltestellen“ sind Stationen mit mindestens einer Weiche für den öffentlichen Verkehr.
4. „Haltepunkte“ sind Stationen ohne solche.

b. Längen-, Krümmungs- und Neigungsverhältnisse.

† Als **kleinste Entfernung** der Bahnhöfe bzw. Ausweichstellen kann vom R. E. A. 8 km verlangt werden. (N. f. K. § 12.)

Gerade Länge thunlichst die Entfernung der Endweichen in den Hauptgleisen ganz einschließend; andernfalls zweckmäßig: Gekrümmtes Mittelstück (an den Bahnsteigen u. s. w.) ohne Weichen mit beiderseits anschließenden Geraden für die Weichenentwicklung (z. B. Bahnhof Liblar, linksrheinische Bahn).

***Halbmesser** der Bahnhofsgleise und der Weichenkrümmungen für ganze Züge ≥ 180 m, in den Einfahrtsweichen größer. — Zwischengerade der Gegenkrümmungen bei Verbindungsgleisen ≥ 6 m lang. — Spurerweiterung in den Weichenkrümmungen bis 30 mm zulässig, preufs. Norm. 15 mm; Ueberhöhung entbehrlich. (T. V. u. Gz. f. N. § 40. Für Lokalbahnen vergl. Gz. f. L. § 25 u. 34.)

Halbmesser der Weichenkrümmungen thatsächlich meistens größer; notwendig bei allen rasch von Zügen durchfahrenen

*) Vergl. Goering, Aufsatz über „Bahnhöfe“ mit zwei Tafeln in der Encyclopädie des Eisenbahnwesens, Bd. I. 1890 und in Meyers Konversationslexikon, Supplementbd. 1891. — Ders. Ueber Kreuzungsbahnhöfe; Wochenblatt für Arch. und Ing. 1881. S. 58.

Weichen, dann thunlichst groß, 270 m bei Herzstückwinkel 1:10 erreichbar, 245 m ausreichend, s. S. 101 u. f.

Entfernung der Endweichen (in den Hauptgleisen, wenn spitz befahren) von den Enden der Einlaufsbögen ≥ 10 m, desgl. von den Enden der Neigungen (Ende der Ausrundung der Gefällwechsel) ≥ 10 m; von Schienenübergängen ≥ 20 m. (N. f. B.; B. 4 bis 6. T. V. u. Gz. f. N. § 40 verlangt nur 6 m Gerade vor der Weiche.)

† **Größte Güterzuglänge** 150 Wagenachsen, größte Personenzuglänge 100, Militärzüge bis 110 Wagenachsen. (Bp. R. § 23.) Durchschnittliche Zuglänge kann bei letzteren für die Wagenachse bis 4,1 m betragen. Dazu zwei Maschinen zu je 14 bis 15 m. So große Zuglänge jedoch nur bei schwachen Neigungen (unter 3,5 bis 4 ‰) möglich, s. S. 30 u. f. Bei Güterzügen durchschnittliche Länge für die Achse meist kleiner. (T. V. u. Gz. f. N. § 145 gestattet ausnahmsweise bis 200 Achsen, Gz. f. L. 120, bei Schmalspur 80.)

Nutzbare Gleislänge ist begrenzt durch die Sperrzeichen („Merkzeichen“, T. V. u. Gz. f. N. § 44. Gz. f. L. § 36.); vergl. S. 100.

Wagerechte Länge (wenn irgend thunlich) zwischen den Sperrzeichen der Endweichen gleich der größten Zuglänge der betreffenden Bahnstrecke. — Erwünscht ist, im unmittelbaren Anschluss an die Bahnhöfe etwa auf Zuglänge, Neigungen über 5 ‰ zu vermeiden.

Folgt dem Bahnhof in geringer Entfernung ein starkes Gefälle (und umso mehr, wenn der Bahnhof selbst im Gefälle liegt), so muß durch Gleissperren oder Ablenkungsweichen ein Ablaufen von Wagen mit Sicherheit verhütet werden. Geht dem Bahnhof bereits ein starkes Gefälle voraus, so sind solche Ablenkungsweichen mit stumpfem, stark ansteigendem Gleise („Rettungsgleis“) umso mehr dringend zu empfehlen.

† **Größte zulässige Neigung** auf den mit Ausweichgleisen zum Kreuzen und Ueberholen der Güterzüge versehenen Bahnhöfen, sowie auch auf kleineren Stationen für ein Gleis zum etwaigen Abhängen von Wagen (T. V. u. Gz. f. N. § 36), ist — abgesehen von Rangierköpfen und Abzweiggleisen — 2,5 ‰ (1:400). (N. f. K. § 12. T. V. u. Gz. f. N. § 35.) Wo sehr lange Züge kreuzen, können die Endweichen auch in stärkere Neigungen gelegt werden. (T. V. u. Gz. f. N. § 35 Satz 3.) — Für Lokalbahnen s. Gz. f. L. § 31.

Weichen in stärkeren Neigungen als 2,5 ‰ sind bei Hauptgleisen in Preußen in der Regel nur derart zulässig, daß Thalfahrt der Züge gegen die Spitze ausgeschlossen bleibt. (N. f. B.; B. 5.)

Neigung der Ausziehgleise bis 12,5 ‰ (1:80) nicht selten, bei Rangierbahnhöfen auch erheblich steiler.

† **Ausrundung der Gefällwechsel** vor Bahnhöfen mindestens mit 2000 m Halbmesser (N. f. K. § 8). Also bei dem Neigungsunterschied von s ‰ ist die Ausrundungslänge jederseits des Brechpunktes $\geq s$ m. — Desgl. auf freier Strecke Ausrundung mit ≥ 5000 m Halbm. nach N. f. K. § 8; ≥ 2000 m Halbm. nach T. V. u. Gz. f. N. § 28. Gz. f. L. § 24.

c. Anordnung der Gleise und Gleisverbindungen.

Innerhalb des Bahnhofes ist jede durchgehende (Haupt-) Bahn zweigleisig mit Beobachtung der Fahrrichtungen („Rechts“ s. Bp. R. § 21), endigende Bahnen in der Regel desgl. Bei sonst eingleisigen Strecken findet oft Versetzen der Gleise derart statt, daß die Einfahrt (gegen die Spitze) geradlinig, nur die Ausfahrt durch die Weichenkrümmung geschieht. Für durchfahrende Schnellzüge wird jedoch gerade Durchführung eines Hauptgleises vorgezogen.

* Unnötiges Durchfahren von Weichenkrümmungen überhaupt zu vermeiden. (T. V. § 36.)

Weichen gegen die Fahrrichtung, sogen. Spitzweichen (abgesehen von den beiden bei eingleisiger Bahn notwendigen „Teilungsweichen“, den bei Trennungs- und Kreuzungsbahnhöfen ebenso notwendigen „Trennungsweichen“ und den zur Ablenkung der Güterzüge aus den Hauptgleisen unentbehrlichen „Spaltungsweichen“) sind thunlichst und namentlich beim Einlauf der Züge zu vermeiden und in jedem einzelnen Falle als für den sachgemäßen Betrieb unentbehrlich nachzuweisen, oft durch einseitige Kreuzungsweichen zu umgehen. Dies besonders wichtig auf kleinen Durchgangsstationen, wo Schnellzüge nicht halten, ebenso auch auf großen Stationen in weiterer Entfernung von den Halteplätzen der Züge, wo Geschwindigkeit erheblich.

Die Vermeidung der Spaltungsweichen mittelst Zurücksetzens langer Güterzüge zumal mit Durchkreuzung eines Hauptgleises wird nicht mehr als zweckmäßig erachtet, auch oft durch nahe steile Neigungen erschwert bzw. verhindert. Ueberhaupt werden Spitzweichen bei guter Ausführung und Deckung durch Stellwerk als weniger gefährlich angesehen. Die Bestimmung in N. f. B.; B. 3 vom Jahre 1873 ist hier nicht mehr streng maßgebend.

Auch auf kleineren Bahnhöfen ist zwischen den Hauptgleisen und etwaigen Betriebsgebäuden, Güterschuppengleisen u. s. w. mindestens der Raum für zwei längere Gütergleise frei zu lassen, auch wenn solche nicht gleich ausgeführt werden sollen.

Ausziehgleise (zweckmäßig in Verlängerung der Ueberholungs- gleise) notwendig zur Vermeidung des Rangierens in den Hauptgleisen. (N. f. B.; B. 10.) (Letzteres namentlich im Einlaufgleise gefährlich.)

† **Kreuzung** zweier Bahnen bei Neubauten nicht in Schienenhöhe, sondern durch Ueberbrückung. Verbindung der Bahnen, welche in einen gemeinsamen Bahnhof einlaufen, so, daß Uebergang ganzer Züge von der daselbst „zulässigen größten Stärke rasch und leicht möglich“. (N. f. K. § 13.)

Kreuzungen von Hauptgleisen mit Güter- oder anderen Nebengleisen müssen thunlichst beschränkt, namentlich aber am Einlauf der Züge, wenn irgend möglich, ganz vermieden werden. (Wie das ausführbar s. Goering a. a. O.)

Bei Zusammenlauf verschiedener Bahnen sind die Gleisanlagen so zu gestalten, daß gleichzeitiger Einlauf von allen Richtungen gefahrlos; demnach jedes Einlaufgleis für sich mit besonderer Bahnsteigkante durchzuführen. (Vergl. auch N. f. B.; B. 11.) Ferner sind die Uebergangsverbindungen (Trennungswweichen) thunlichst so zu legen, daß sie erst nach dem Halten durchfahren werden. (Inselbetrieb s. S. 117.) Ueberkreuzung regelmäfsiger Zugrichtungen in Schienenhöhe möglichst zu vermeiden.

* Gleiskreuzungen mit oder ohne Kreuzungswweichen unter thunlichst grossem Winkel, in Hauptgleisen (besser überhaupt) nicht unter 1:10, womöglich 1:9 (T. V. u. Gz. f. N. § 43 und N. f. B.; B. 9). Da andererseits bei gröfserem Winkel der Halbmesser der Kreuzungswweichen (mindestens für Hauptgleise) sehr klein wird (s. S. 100), so ist hierdurch der Winkel 1:10 oder höchstens 1:9 als Norm für Kreuzungswweichen in Hauptgleisen gegeben.

Derselbe Winkel ist thunlichst für alle Gleiskreuzungen und Weichen desselben Bahnhofs bzw. der ganzen Bahnlinie (abgesehen von Rangierbahnhöfen) festzuhalten, damit unnötige Gegenkrümmungen vermieden, die Uebersicht und Auswechslung erleichtert werden.

Entgegengerichtete Weichenspitzen, nach derselben Seite des Stammgleises abzweigend, erfordern mindestens 6 m Zwischenraum. (N. f. B.; B. 7.) — Auch sonst zwischen Weichenspitzen womöglich 6 m, in Notfällen mindestens 3 m Entfernung einzuhalten.

Gleich gerichtete Weichen können höchstens bis auf volle Weichenlänge ($W = a + b$, von dem Schienenstofs vor der Weiche bis zum Ende des Herzstücks, s. S. 100) einander genähert werden. Als Regel ist jedoch zu betrachten, daß auch noch die dem Herzstück etwa folgenden Pafsschienen bis zum nächsten regelmäfsigen Stofs des Gleises von Weichen frei bleiben. Diese Mehrlänge beträgt nach der preufs. Norm. bei der einfachen Weiche 1:10 und 1:9 rund 3,8 und 3,7 m; bei der Zweibogenweiche 2,2 und 2,1 m. Nur bei Anwendung der verschränkten Doppelweiche ist gröfsere Annäherung möglich, dann aber auf ein ganz bestimmtes Mafs (s. S. 102, Abbild. 99, $c = 11$ bzw. 9,5 m).

† Schiebebühnen mit Laufgrube („versenkten Gleisen“) in Hauptgleisen unzulässig; Drehscheiben daselbst nur ausnahmsweise mit besonderer Genehmigung gestattet. (Bp. R. § 3. T. V. u. Gz. f. N. § 45. 46. Gz. f. L. § 37.)

Stumpf endigende Gleise sind durch **Prellböcke** mit festen oder besser federnden Buffern abzuschliessen, auch bei Kopframpen. An wichtigen Stellen (Personengleise in Kopfstationen) haben sich Prellböcke mit Wasserdruckbremsung (in England) gut bewährt; vier solcher sind 1891 a. d. Potsdamer Bahnhof in Berlin ausgeführt. *)

*) Ueber Wasserdruck-Prellböcke s. Centralbl. d. Bauverw. 1890 S. 116 bis 124., 186 und besonders 398.

Gleissperren,*) verstellbar, zur Verhinderung ungewünschten Eintritts von Wagen in andere Gleise oder des Ablaufs auf nahem Gefälle; im ersten Falle ≥ 3 m vor dem Sperrzeichen der betreffenden Weiche (T. V. u. Gz. f. N. § 31).

d. Gleisabstände und Bahnsteige.

Normalprofil des freien Raumes für Bahnhöfe s. S. 36, Abbild. 39 rechts. — Für durchgehende Hauptgleise Innehaltung des Profils der freien Bahn zu empfehlen, s. daselbst links. (N. f. K. § 1; T. V. u. Gz. f. N. § 34.)

Entfernung der Gleismitten auf Bahnhöfen überall $\geq 4,5$ m; für einen Zwischensteig ≥ 6 m, auch wenn solcher nicht gleich ausgeführt wird. (N. f. B.; B. 2.) Für lebhaften Verkehr ist jedoch 6 m kaum genügend, 8 m und mehr erwünscht. (T. V. § 39 läßt 5 m statt 6 m für kleine Stationen zu, Gz. f. N. § 39 sogar 4,5 m, Gz. f. L. § 33 4 m, dies ist jedoch thunlichst zu meiden.) — Herstellung der schlanken Erweiterung mindestens mit 300, besser 1000 m Halbmesser; zweckmäßig nur durch Krümmung eines Gleises u. zw. an der Seite des Hauptbahnsteigs, damit die Nebengleise ohne Raumverlust gerade bleiben. — Durch Anlage eines Gegen-, statt eines Zwischensteigs können bei Haltestellen Gegenkrümmungen vermieden bzw. ermäßigt werden, was für Schnellzüge wünschenswert. Auch dann sollte indes der Gleisabstand keinesfalls unter 4,5 m sein, um Unglücksfällen vorzubeugen. Auch feste Einfriedigung zwischen beiden Hauptgleisen zweckmäßig, wenn starker Verkehr. (T. V. § 35 Nr. 8.**)

Bahnsteigbreite bei Hauptbahnen vor dem Gebäude $\geq 7,5$ m, also Abstand zwischen Gebäude und Gleismitte ≥ 9 m; auf großen Bahnhöfen mehr. (T. V. § 48.)

†**Säulen auf dem Bahnsteig** (oder sonstige feste Gegenstände daselbst bis 2,5 m über S.O.) erfordern ≥ 3 m Lichtabstand von der Gleismitte. (N. f. K. § 16. T. V. u. Gz. f. N. § 48.)

Bahnsteighöhe über S.O. 210 mm; zulässig bis 380 mm (N. f. K. § 16. T. V. u. Gz. f. N. § 48); Abstand von der Gleismitte dem Normalprofil entsprechend, in der Regel 1,5 m.

Bahnsteiglänge durch größte Länge und Anordnung der Personen- (bzw. gemischten) Züge der betreffenden Strecke bestimmt. Auf kleinen Stationen genügt oft 50 bis 100 m; auf großen 150 bis 500 m.

Verschiebung des Zwischensteigs gegen den Hauptsteig — sofern nicht schienenreife Verbindung vorhanden — mit der Zugrichtung, so daß Ueberschreitung des ersten Gleises hinter dem haltenden Zuge erfolgt. (N. f. B.; B. 14.)

Uebersicht der Hauptgleise vom Bahnsteig aus nicht durch zu nahe Stellung der Gebäude zu versperren. (N. f. B.; B. 18.)

*) S. Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaus III. S. 188.

**) Vergl. Centralbl. d. Bauverw. 1888. S. 89.

e. Verkehrsanlagen.

* **Wartesäle und Gepäckabfertigung** in unmittelbarer Verbindung mit den Bahnsteigen. (T. V. § 52.)

Durchgang vom Hauptbahnsteig zum Schalterflur, auch wohl zugleich als Ausgang, ist auf größeren und Uebergangs-Bahnhöfen notwendig, bei lebhaftem Ortsverkehr auch auf kleineren Bahnhöfen.

* **Trinkbrunnen** in Nähe der Bahnsteige erforderlich. (T. V. u. Gz. f. N. § 51.)

† **Aborte** von den Bahnsteigen nicht zu entfernt, weithin deutlich bezeichnet. Auch im Gebäude selbst oder in bedeckter Verbindung damit sind Abtritte anzuordnen. Wasserspülung dringend erwünscht. (N. f. K. § 17; T. V. § 53.)

† **Güterschuppen.** Fußboden und Ladebühne $\leq 1,12$ m über S.O. (N. f. K. § 19); 1,67 m von der Gleismitte, jedenfalls außerhalb des freien Profils. Ladestraße 0,8 bis 1,1 m (entsprechend dem ortsüblichen Fuhrwerk) unter dem Fußboden. — In Deutschland vorwiegend Schuppen mit äußeren Ladesteigen an beiden Langseiten von 0,6 bis 2 m Breite und mit Thoren in den Langwänden, sowie Dachvorsprung mindestens 3,8 bis 4,0 m breit; selten mit Innengleisen (Hannover) oder mit innerer Ladestraße (Lehrter Güterbahnhof, Berlin). Größere Steigbreite als 0,6 m ist namentlich dann erwünscht, wenn Längsbewegung von Gütern darauf erforderlich, also an Bahnseite bei langen Schuppen, wo Thor von Wagen und Schuppen nicht immer passen können; 1,5 m wird meistens genügen. Bei großem Orts- und Umladeverkehr Anordnung mit Drehscheiben und kurzen Quersteigen zum unbehinderten Anschieben jedes einzelnen Wagens zweckmäÙig. (Rheinische Formen, Köln, Frankfurt a. M. u. a.) Desgl. Sägeform mit Weichenzufahrt für kleinere Gruppen von Wagen, u. a. auf Nebenbahnen in Oesterreich ausgeführt.*) — Für feuergefährliche Gegenstände sind getrennt liegende Schuppen anzulegen. (Vergl. T. V. § 56.) — Belastung der Güterböden etwa 1500 kg f. d. qm.

Auf großen Personen-Bahnhöfen (namentlich für lebhaften Marktverkehr mit Milch, Obst, Gemüse u. s. w.) besondere Eilgutschuppen gleicher Anordnung wie die Güterschuppen.

Besondere **Umladeschuppen** auf großen Güterbahnhöfen nicht selten, werden jedoch wenig benutzt, wenn sie gesondert vom Güterschuppen liegen, weil Trennung des Schuppengeschäfts vom Umladen (oft bei ein und demselben Wagen) unbequem ist. Besser dafür zwischen dem ersten und zweiten Schuppengleis ein Zwischensteig (u. U. überdeckt) bei 6 bis 7 m Gleisabstand (zur Not genügt 5 m). Diese Einrichtung auch sonst zweckmäÙig, weil sie in Zeiten starken Schuppenverkehrs das „Durchladen“ zwischen Schuppen und zweitem Gleise (durch die Wagen des ersten Gleises hindurch)

*) S. Centralbl. d. Bauverw. 1888. S. 409.

erleichtert. Dagegen sind auf größeren Rangierbahnhöfen besondere Umladeschuppen notwendig.

* **Ladekrane** (feste etwa bis 15 t, bewegliche bis 10 t Tragkraft) erforderlich für schwere Lasten. Tragkraft anzuschreiben und zeitweise zu prüfen. (T. V. § 59.) — † **Lademais** für überstehendes Sperrgut auf Güterbahnhöfen erforderlich. (N. f. K. § 20. T. V. u. Gz. f. N. § 57. Gz. f. L. § 40.) Umgrenzungslinien für Güter- und außergewöhnliche Wagen s. T. V. Bl. 11 u. 13, für erstere auch unter II. Betriebsmittel.

† **Rampen** zur Verladung vor Kopf und nach der Seite, höchstens 1,12 m über S.O. — Preuß. Vorschrift v. 27. Jan. 1888 und v. 17. März 1890: Rampen, welche für Militärzwecke benutzbar, bei Seitenverladung nur 1,02 über S.O. — Feste oder bewegliche Rampen auf Bahnhöfen, wo Bedarf zu erwarten, anzulegen und zu schleuniger Benutzung bereit zu halten. Bei Seitenverladung muß gleichzeitige oder schrittweise Vorführung von 20 Wagen vor eintretender Rückbewegung möglich oder derartige Vorkehrung durch Verlängerung anstandslos erreichbar sein. (N. f. K. § 18.) — Neigung fester Rampen $\leq \frac{1}{12}$, besser $\frac{1}{10}$. (T. V. u. Gz. f. N. § 58.) Ansteigung für Militärpferde nicht steiler als 1 : 4, Minist.-Erl. v. 20. Febr. 1889. — Höhe an Stirnseite zum Laden über die Buffer 1,235 m erwünscht. (T. V. u. Gz. f. N. § 58. Gz. f. L. § 41.)

Rohgutbahnhöfe pflegen durch wiederholte Gruppen von je zwei Gleisen (in 4,5 m Abstand) mit zwischenliegenden Ladestraßen (bei 12 bis 15 m Gleisabstand) gebildet zu werden. Die Gleise bei größerer Länge ohne Endverbindung, da solche doch nicht nutzbar. In Entfernungen von 80 bis 100 m Ueberfahrtstellen zwischen den Ladestraßen. Auch Rheinische Formen mit Sternscheiben in 40 bis 60 m Entfernung und kurzen Strahlengleisen 20 bis 50 m lang, unter 60°. — Außerdem besondere Anlagen für die einzelnen Zwecke, als Kohlenrutschen oder -Trichter, Vieh- und Langholzrampen und Ausrüstung mit Kranen, Brückenwagen u. s. w.

* **Brückenwage**, für Eisenbahn- und u. U. auch Frachtfuhrwerk zugänglich, für Feldfrüchte, auch für Kohlen und anderes Rohgut zum Nachwiegen, also in der Nähe der Rohgutplätze. (T. V. u. Gz. f. N. § 60.) — Grundfläche des Wagehäuschens ≥ 2 auf 3 m; ein solches ist indessen entbehrlich. — Brückenwagen **ohne Gleisunterbrechung** zu empfehlen für Gleise, die von Lokomotiven befahren werden. (T. V. u. Gz. f. N. § 60. Gz. f. L. § 42.)

f. Wasserversorgung.*) Löschgruben.

1. Wasserstationen.

Stationen ohne Speisung von Lokomotiven erhalten ihren Wasserbedarf aus Brunnen mit Handpumpen, auch aus Quellenleitungen

*) In folgendem bedeutet Gz. W. eine Bestimmung der „Grundzüge für Erbauung und Erweiterung von Wasserstationen, aufgestellt vom preuß. Ministerium der öffentl. Arbeiten, Dezember 1890. — Vergl. ferner: Schmitt, Bahnhöfe und Hochbauten für Lok.-Eisenb., Teil II, 1880; Georg Meyer, Grundzüge des Eisenb.-Maschinenbaus, Teil III, 1886.

bezw. durch Anschluß an (städtische) Wasserwerke. Stationen mit Speisung von Lokomotiven (und zumal solche mit Lokomotivschuppen, Werkstätten) bedingen die Anlage besonderer Wasserstationen, welche eine reichliche und sichere Versorgung der Lokomotiven mit gutem Speisewasser ermöglichen (T. V. u. Gz. f. N. § 61). Erforderliche Wassermenge kann von der Aufsichtsbehörde festgestellt werden (N. f. K. § 21). Wirkung des Frostes überall zu berücksichtigen.

Wasserentnahme kann erfolgen: α) aus Quellen und durch diese gespeiste Sammelteiche, β) aus Flüssen, Bächen, Teichen und Seen, γ) aus Brunnen oder anderen Grundwassersammlern, δ) aus städtischen Wasserwerken, ε) während der Fahrt aus etwa 500 m langen Kanälen zwischen den Schienen (nach Ramsbottom; England, Nordamerika).

Bei α) und β) meist Abklärung durch Filteranlagen nötig; chemische Reinigung von schädlichen löslichen Bestandteilen im großen wenig bewährt (Gz. W.); bei α) und γ) ist die Veränderlichkeit der vorhandenen Wassermenge zu beachten und bei δ) der Einfluß eines möglichen Versagens der Wasserwerke auf die Betriebssicherheit der Bahn zu beseitigen.

Wasserbeschaffenheit. Gutes Kesselspeisewasser enthält etwa 0,1 bis 0,2 g, ziemlich gutes 0,2 bis 0,3 g, eben brauchbares 0,3 bis 0,5 g feste Verdampfungsrückstände (Kesselstein) auf 1 l klaren Wassers. Wasser mit größerem Verdampfungsrückstand, unreines Wasser und solches mit unorganischen Säuren ist zur Kesselspeisung unbrauchbar (Gz. W.).

Wasserbedarf. Wasser wird verbraucht: durch die Lokomotiven im Betrieb und beim Auswaschen des Kessels, durch Dampfkessel auf den Bahnhöfen und in den Werkstätten, für Gebäude, Werkstätten und Aborte, für Reinigung und Besprengung der Personen-, Güter- und Viehwagen, der Bahnsteige und Vorplätze, bei Militärtransporten, für Feuerlöschzwecke, u. U. für Verwaltungsgebäude u. s. w.

Eine Tenderfüllung = 7 bis 10 cbm (etwa 1 cbm weniger als der Wasserraum). Im Flachlande ist, je nach der Größe der Tender, nach Anzahl und Lage der Zwischenstationen und je nach den Steigungsverhältnissen der Bahn, Ergänzung des Tenderwassers nötig nach einer voll belasteten Fahrt von

- 100 bis 180 km bei Schnellzug-Lokomotiven,
- nach 70 bis 100 km bei Personenzug-Lokomotiven,
- nach 30 bis 45 km bei Güterzug-Lokomotiven,
- nach 25 bis 30 km bei Tender-Lokomotiven;

bei Bahnen mit anhaltend starken Steigungen schon nach 50 km bei Personenzug-, nach 25 km bei Güterzug- und nach 15 bis 20 km bei Tender-Lokomotiven (Gz. W.).

Eine Schnellzug- bzw. Güterzugmaschine verbraucht demnach (im Flachlande) 60 bis 200 l Wasser f. d. km.

Entfernung der Wasserstationen richtet sich nach Vorstehendem, ist also in der Regel von der Verwendung von Güterzug- bzw. Tender-Lokomotiven abhängig; im Mittel etwa 25 bis 30 km, bei Gebirgsbahnen weniger, bis 8 km (Gotthardbahn) herab.

Größenverhältnisse dem täglichen Wasserbedarf anzupassen; letzterer nach rund 50, 100, 200, 400, 600, 800 und 1000 cbm

abzustufen. Tagesbedarf unter 50 und über 1000 cbm nur ausnahmsweise vorkommend (Gz. W.).

Pumpstation (falls nicht natürliches Gefälle benutzbar) da anzulegen, wo nach vorherigen Untersuchungen reichliches, gutes Wasser vorhanden ist. **Brunnen**, 2 bis 3 m Durchmesser und womöglich 4 bis 5 m vom nächsten Bauwerk entfernt; abgedeckt. **Pumpen** (s. Näheres im sechsten Abschnitt, Arbeitsmaschinen), meist mit Dampftrieb als Kolbenpumpen (einfach und doppelt wirkend); auch Pulsometer und Injektoren für kleinere Stationen. Betrieb der Kolbenpumpen auch durch Gas- und Luftmaschinen, durch Menschenkraft und durch Windräder*) in windreichen Gegenden. Auch unmittelbare Füllung des Tenders aus Brunnen mittelst Pulsometer oder Injektoren, durch Lokomotivdampf betrieben. Leistungsfähigkeit der Pumpstation so einzurichten, daß der 24-stündige Tagesbedarf in etwa 10 Tagesstunden gepumpt werden kann; bei aufsergewöhnlichem Bedarf (Militärtransporte) ist mit 20-stündigem Betrieb (Nachtbetrieb) auszuhelfen (Gz. W.). Saughöhe der Pumpen 6 bis 7 m, Saugrohrleitung nicht zu lang zu wählen; u. U. ist die Pumpe (Pulsometer) deshalb im Brunnen anzubringen. Kolbenhub meist doppelt so groß als der Kolbendurchmesser, Kolbengeschwindigkeit 0,15 bis 0,5 m i. d. Sek.

Anlage von Reserve-Pumpen und -Dampfkesseln zur Sicherung des Betriebes bei etwaigen Notfällen besser als Anlage von Wasserstationen in halber Entfernung. Doch können zwischen den Hauptwasserstationen kleine Hilfs-Wasserstationen mit Pulsometer, Handpumpe, Windrad oder einer (geeignetenfalls von einem Wanderheizer bedienten) Kleinkraftmaschine ausgerüstet, u. U. bei bestimmten Betriebsverhältnissen vorteilhaft sein (Gz. W.).

Wasserbehälter sind, gleichviel ob in der Nähe oder entfernt von der Pumpstation, in der Nähe bzw. in der Mitte der Hauptverbrauchsorte aufzustellen. Bei Neuanlagen ist zweckmäÙig ein großer (nicht mehrere kleinere) Behälter anzuordnen und bei einer zukünftig erforderlichen Erweiterung ein zweiter Behälter in der Nähe einer anderen Verbrauchsstelle zu erbauen und mit dem älteren Behälter durch die Kranrohrleitung zu verbinden. Bei großen und wichtigen Stationen, bei denen Personen-, Güter-, Rangier- und Werkstätten-Bahnhof getrennt und weit aus einander liegen, kann jedoch von vorn herein je ein besonderer Behälter für jedes Bahnhofsgebiet erbaut werden (Gz. W.).

Ausnahmsweise können zwei und mehrere kleinere, runde oder rechteckige Behälter auf demselben Unterbau (Gz. W.) durch Verbindungsrohre vereinigt werden; letztere zur Reinigung und Ausbesserung der Behälter absperrbar. Auch muß dann Zu- und Abfluß für die einzelnen Behälter abgeändert werden können; Zu- und Abflußstelle möglichst von einander entfernt. — Der Behälter-

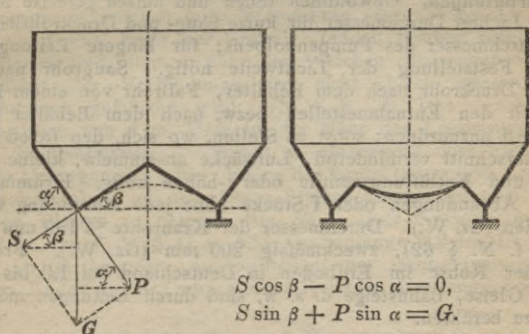
*) Vergl. Uhlend, Praktischer Maschinenkonstrukteur 1885, S. 9.

inhalt einer Wasserstation soll beim stärksten gewöhnlichen Bedarf mindestens 14 Stunden, bei Militärtransporten mindestens 4 Stunden ausreichen. Bei kleineren Hülfswasserstationen, bedient von einem Wanderwärter, muß der Inhalt für die Zeit, in welcher nicht gepumpt wird, ausreichen (Gz. W.). — Behälter am besten rund, aus genieteten schweiß- oder flusseisernen Blechtafeln, im oberen Teile 3 bis 4, im unteren 4 bis 8 mm stark. Höhe meist gleich dem halben Durchmesser. Empfehlenswerte Behältersorten (Gz. W.):

Durchmesser d . . .	4	5	6,5	8	9	10	11 m;
Seitenhöhe h . . .	2	2,5	3,25	4	4,5	5	5,5 m;
Nutzbarer Inhalt . .	25	50	100	200	300	400	500 cbm.

Boden aus Blechen (6 bis 9 mm stark), kugelförmig (Ab-rundungs-Halbmesser = d), auch kegelförmig, in beiden Fällen ent-weder hängend oder stützend. Auflagerung auf einzelnen gufs-eisernen Stützen. Da hierbei die wagerecht wirkenden Seitenkräfte des Wasserdrucks den Auflagering stark auf Druck bzw. Zug be-ansprechen, so empfiehlt Intze*) die Anwendung von Gegen- oder Stützböden (s. Abbild. 115), kugel- oder kegelförmig u. zw. hängend oder stützend, welche den obigen Kräften entgegenwirkende Seitenkräfte hervorrufen. Bei vollständiger Entlastung des Auf-lageringes muß die Mittelkraft der Spannungen S und P (wie das-gesamte Behältergewicht G) lotrecht wirken, also muß sein:

Abbild. 115.



$$S \cos \beta - P \cos \alpha = 0,$$

$$S \sin \beta + P \sin \alpha = G.$$

Der Auflagering erhält hierbei einen kleineren Durchmesser, und damit der **Wasserturm** einen kleineren Grundriss. Druckhöhe, d. i. Unterkante Behälter bzw. Abflufs-Oeffnung über S.O. nicht unter 10 m; bei sehr langen Leitungen und namentlich in Rücksicht auf Feuersgefahr (bei Werkstätten u. s. w.) Druckhöhe erheblich

*) Vergl. Schillings Journal für Gasbeleuchtung, 1884, S. 705; ferner Reuleaux, Der Konstrukteur, IV. Aufl. S. 1064 u. f.

größer (z. B. 20 m in Leinhausen). Sind entfernt vom Wasserturm Wasserkrane für Lokomotiven der durchgehenden Personen- und Schnellzüge zu speisen, so rechnet man für je 200 m der 800 m übersteigenden Entfernung 1 m Druckhöhe mehr (Gz. W.) — Wasserstand in den Behältern durch Schwimmer mechanisch oder elektrisch angezeigt. Gegen Ueberfüllung sind Ueberlaufrohre anzuordnen; auch sperrt man hierzu mit einem, durch Schwimmer oder durch ein (mit Ueberlaufwasser beschwertes) Gefäß selbstthätig bewegten Ventil die Druckleitung der Pumpe ab und bringt gleichzeitig in der Druckleitung ein Sicherheitsventil mit Alarmpfeife oder Manometer an, vom Wärter leicht bemerkbar. — Tropfboden (aus Zinkblech) unter dem Behälter erforderlich, wenn darunter Wohn- oder Lagerräume u. dergl.; jedenfalls muß der Behälter-Boden von unten sichtbar und der Behälter überall bei Ausbesserungen leicht zukömmlich sein.

Die Behälter sind zu überdachen und, wo das Klima ein Einfrieren befürchten läßt, zu umbauen und u. U. im Winter durch Vorwärmer oder Oefen zu erwärmen (Gz. W.).

Ist in der Nähe des Hauptwasserbedarfs einer Station eine natürliche Höhe vorhanden, so ist die Anlage eines gemauerten, überwölbten Behälters (Wasserkeller) von runder oder viereckiger Form in der entsprechenden Druckhöhenlage zweckmäfsig. Inhalt thunlichst den zwei- bis dreitägigen Bedarf umfassend (Gz. W.).

Rohrleitungen. Gewöhnlich innen und ausen geteerte Muffenrohre. Lichter Durchmesser für kurze Saug- und Druckrohrleitungen $\approx \frac{2}{3}$ Durchmesser des Pumpenkolbens; für längere Leitungen ist genaue Feststellung der Lichtweite nötig. Saugrohr nach der Pumpe, Druckrohr nach dem Behälter, Fallrohr von einem Punkte aus nach den Entnahmestellen bezw. nach dem Behälter stetig steigend anzuordnen; sonst an Stellen, wo sich, den freien Durchflufs-Querschnitt vermindernd, Luftsäcke ansammeln, kleine Windkessel und Entlüftungsventile oder -hähne nötig. Krümmer mit kleinen Abrundungen oder T-Stücke ohne jede Abrundung sind zu vermeiden (Gz. W.). Durchmesser der Kranrohre ≥ 150 mm (T. V. u. Gz. f. N. § 62), zweckmäfsig 200 mm (Gz. W.). Frostfreie Lage der Rohre im Erdboden in Deutschland bei 1,3 bis 1,6 m Tiefe. Gleise, Bahnsteige u. s. w. sind durch Leitungen möglichst wenig zu berühren.

2. Wasserkrane.

†Jeder Wasserkran muß mindestens 1 cbm Wasser i. d. Min. liefern können, und in der Ruhelage feststellbar sein. Ausgufshöhe $\geq 2,85$ m über S.O. (N. f. K. § 21; T. V. u. Gz. f. N. § 62.) Stellung der drehbaren Ausgufsröhren im Dunkeln durch Signale kenntlich zu machen (Bp. R. § 47). Möglichkeit vollständigen Ablassens des Wassers aus den Kranen wegen Frost erforderlich.

Freistehende Krane*) sind ein- und mehrgleisigen Kranauslegern (Wandwasserkranen) vorzuziehen (T. V. u. Gz. f. N. § 62). Ausleger meist wagerecht, weniger oft lotrecht drehbar; selten schlauchförmig. Behälter-Wasserkrane mit einem Behälter-Inhalt für mindestens eine Tenderfüllung und mit Vorwärmer, wenig gebräuchlich.

Aufstellung der Krane für durchgehende Personenzüge ohne Lokomotiv-Wechsel in der Nähe der Bahnsteige thunlichst so, daß die Lokomotiven in beiden Fahrrichtungen, ohne vom Zuge abkuppeln zu müssen, Wasser nehmen können; für durchgehende Güterzüge ohne Lokomotiv-Wechsel sollen an den Ausfahrtsgleisen befindliche Krane ohne mehrfaches Hin- und Herfahren und ohne Zeitverlust zu erreichen sein. Für größere Rangierbahnhöfe empfiehlt sich u. U. die Aufstellung eines Wasserkranes in der Nähe des Haupt-Ausziehgleises (Gz. W.). Krane im Inneren der Lokomotivschuppen entbehrlich, dagegen neben einem der Einfahrtsgleise ein solcher erforderlich, z. B. nächst der Kohlenladebühne.

Bemerkung. Auf Nebenbahnen, welche nach der B. O. betrieben werden und strategische Bedeutung haben, sind die für die Wasserversorgung der Hauptbahnen aufgestellten Grundsätze ebenfalls maßgebend; andernfalls sind nur die örtlichen Verhältnisse für die Anlage der Wasserstationen bestimmend (Gz. W.).

3. Feuerlöschgruben

(auch „Reinigungsgruben“) 0,7 bis 1 m tief und 1,2 m breit, sind in den Hauptgleisen so anzulegen, daß das Ausschlacken des Feuers bezw. die Untersuchung der Lokomotive zugleich mit dem Wassernehmen möglich (also Wasserkran etwa 13 bis 14 m hinter dem vorderen Ende der Grube). Jedoch Gruben nicht vor den Bahnsteigen und nicht zu nahe den Weichen (Sperrzeichen), so daß Durchfahrt der Verbindungsgleise nicht durch wassernehmende Lokomotiven gefährdet wird. (N. f. B.; B. 19.) — Außerdem Löschgruben von 1 m Tiefe in der Nähe der Lokomotivschuppen bezw. Kohlenbühnen. — Bauart in Mauerwerk oder Eisen; Holz nur für Uebergangszwecke. Boden der Grube (unter dem Lokomotiv-Aschenkasten) ist mit feuerfesten Steinen auszusetzen oder mit gußeisernen Platten zu belegen (Gz. W.). Gute Entwässerung nötig. (T. V. u. Gz. f. N. § 47 u. 63.) Grubenlänge (12 bis 15 m) möglichst groß; bequeme Zugänglichkeit der Grube (wenigstens an einem Ende) durch Treppen oder Rampen zu ermöglichen.

g. Lokomotiv- und Wagenschuppen.

Lage der Lokomotivschuppen so, daß bequeme Verbindung namentlich mit den Halteplätzen der Personenzüge. In Verbindung mit den Lokomotivschuppen Räume für Beamten, Material u. s. w.

Anzahl und Größe derart, daß etwa $75\frac{2}{3}\%$ aller Betriebslokomotiven, bei Bahnen ohne Nachtdienst alle Lokomotiven Stände finden.

*) Vergl. Preufs. Norm. von 1890, erschienen bei der E.-B.-D. Köln (linksrh.). Taschenbuch der Hütte. 15. Aufl. II. Abteilung.

Gestalt: Rechteckige Schuppen — bei großer Standzahl mit Schiebebühne im Inneren — sind im allgemeinen am billigsten; sie sind am leichtesten zu erwärmen, runde wegen großer Höhe am schwersten. Deshalb und wegen Erweiterungsfähigkeit bei gleichzeitig bequemer Zukömmlichkeit die Ringform bei beschränktem Raum häufiger als die Rundform. Ringform in der Regel mit besonderem Thor für jedes Gleis; neuerdings auch für je zwei Gleise ein Thor (Sommerfeld, Suhl, Potsdamer Bahnhof in Berlin u. a. m. *) Thorweite 4,7 m).

Innere Länge bei einer Lokomotivlänge von l m (≤ 15 mit Tender) für einen Stand $l + 3$ m (18 m); für zwei Stände hintereinander $2l + 4$ m (34 m); für drei Stände $3l + 5$ m (50 m). Mehr als drei Stände auf einem Gleise erfordern beiderseitigen Zugang; schon drei Stände mit einseitigem Thor unbequem.

Innere Weite: Wandabstand von Gleismitte 3,25 bis 3,5 m. Gleisabstand 5 bis 5,5 m ($\geq 4,7$ ohne Zwischenstützen); in Werkstätten 6 m erwünscht.

***Thore** $\geq 4,80$ m hoch, $\geq 3,35$ (T. V. u. Gz. f. N. § 63), besser 3,5 bis 3,7 m weit. Danach bei Ringform Abstand der Gleisachsen in der Thorflucht $\geq 4,15$ m bei gemauerten, $\geq 3,65$ m bei schweiß-eisernen Pfeilern. (Sommerfeld: gusseiserne Pfeiler nur 0,45 m breit.)

Schornsteine aus Schweiß- oder Gufseisen, auch Thonrohre mit Schmelzübergang, entsprechend der Stellung der Lokomotiv-Schornsteine an dem Dachbau sicher und ohne Feuersgefahr zu befestigen. (Auch vereinigte Rauchableitung.**) — In der Nähe der Schornsteine befindliche Holzteile des Daches $\geq 5,80$ m über S.O. (T. V. u. Gz. f. N. § 63.) Schornstein-Unterkante $\geq 4,60$ m über S.O.

Dunstabzüge in reichlicher Größe, durchaus notwendig im höchsten Teile des Daches; ≥ 10 bis 15 qm Luftgitterfläche für jeden Stand.

Arbeitsgruben, 0,7 bis 0,85 m tief und 1,2 m breit, für jeden Stand in ganzer Länge der Maschine mit Tender. Sollen bequem zugänglich sein; gut zu entwässern durch Längsgefälle oder (bei großer Länge besser) durch Quergefälle mit seitlicher Längsrinne nach einem Kanal, der zweckmäßig im Inneren des Schuppens quer vor den Gruben liegt und zukömmlich (z. B. mit Platten abgedeckt) ist.

Wasserzuleitung mit reichlichem Druck, zweckmäßig im Entwässerungs-Kanal angebracht, zum Auswaschen (und Wassernehmen) der Lokomotiven, Zweigrohre von 60 bis 70 mm zu den Schlauchhähnen, von denen mindestens einer zwischen zwei Gleisen.

Beleuchtung durch große Fenster bis nahe zum Fußboden herab; bei größerer Raamtiefe (z. B. mehr als zwei Gleisen jedenfalls) außerdem Oberlicht, ebenso bei runden Schuppen; auch bei Ringform, sofern nicht Fenster in oder über den Thoren. Licht-einfall am besten zwischen den Maschinen, nicht in deren Längsachse.

*) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1882, S. 136.

***) S. Org. f. F. 1881.

(Vergl. T. V. u. Gz. f. N. § 63 Nr. 4.) — Heizung durch Oefen (u. U. bewegliche); bei großen Anlagen Gesamtheizung.

Fufsboden aus Klinkerpflaster oder festen natürlichen Steinen. Am besten in Höhe der S.O., mit Entwässerung von den Schienen abwärts nach Mittelrinnen.

Wagenschuppen, nur für Personenwagen; namentlich auf End- und größeren Anschlussbahnhöfen erforderlich, sonst meist entbehrlich. Bequeme Verbindung mit den Hauptgleisen erwünscht, manchmal durch unversenkte Schiebebühne. * Thore 4,8 m hoch und $\geq 3,35$ m weit; Gleisentfernung $\geq 4,40$ m (T. V. u. Gz. f. N. § 64), besser 4,7 bis 5 m. Wandabstand ≥ 3 m. — Lichte Länge bei einer Wagenlänge l m für einen Stand $l + 2,5$ m; für zwei Stände $2l + 3$ m; für drei Stände $3l + 3,5$ m. Wagenlänge in der Regel nicht über 11 m. — Heizvorrichtungen und Wasserleitung erwünscht.

Außerhalb der Schuppen jedenfalls noch einige Gleislängen zum Aufstellen von Wagen im Freien erforderlich.

h. Rangierbahnhöfe.

Das Ab- und Ansetzen von Wagen der Güterzüge auf kleineren Bahnhöfen wird von der Zugmaschine während des Aufenthalts besorgt. Die Auszieh- und Nebengleise dazu derart anzuordnen, daß die Zugmaschine die Wagen stets hinter sich hat, die ankommenden also rückwärts abstoßen, die abgehenden dem Vorderende des Zuges anfügen kann. — Für größere Rangierbewegungen: Auflösen und Zusammenstellen bezw. Neuordnen ganzer Züge, sind besondere Rangiergleisgruppen bezw. Rangier-Bahnhöfe erforderlich, also namentlich bei Endbahnhöfen, größeren Trennungs- und Kreuzungs-, sowie Knotenpunkt-Stationen. Gesonderte Lage derselben und Verbindung mit dem Hauptbahnhofe s. S. 118.

Vorgang.

a) Ankunft: Die Güterzüge fahren von jeder Richtung in ein besonderes Gleis, „Einlaufgleis“; die Zugmaschine geht sogleich zum Schuppen. Eine Rangiermaschine zerlegt den Zug in seine Hauptgruppen; das sind namentlich: „Durchgang“ d. s. unverändert weitergehende Wagen (u. U. gleich mit Trennung nach verschiedenen Richtungen), ferner „Uebergabe“, wenn mehrere Verwaltungen, endlich „Ortsgut“ für die Station; sodann weiter einzelne der Hauptgruppen in Untergruppen (z. B. das Ortsgut für „Schuppenverkehr“, „Rohgutverkehr“ oder dessen Einzelgruppen, „gewerbliche Anlagen“ u. s. w). Alsdann werden die Untergruppen (nötigenfalls durch eine zweite Rangiermaschine) zu ihren Verkehrsplätzen gebracht.

b) Abfahrt: Die an den Verkehrsplätzen abgefertigten Ortsgutwagen werden (gleichfalls von einer Rangiermaschine zweckmäÙig gleich bei deren Rückkehr) von ihren Verkehrsplätzen zurückgeholt und zunächst ungeordnet in ein Sammelgleis gesetzt. Alsdann werden aus dieser Gruppe und aus den oben als „Durchgang“ bezeichneten Ankunftsgruppen sowie etwaiger „Uebnahme“ die abgehenden Züge gebildet, indem die Wagen zuerst nach Richtungen, sodann nach Stationen innerhalb der Richtungen geordnet werden. Die so geordneten Wagengruppen werden darauf entweder in besonderen Aufstellungsgleisen oder, wenn thunlich, gleich in den „Güter-Auslaufgleisen“ zu fertigen Zügen zusammengestellt, wo sie ihre Fahrzeit abwarten.

Das Ordnen nach Stationen soll nur für die bis zur nächsten gröÙeren Rangierstation folgenden Bahnhöfe geschehen, um unnötige Arbeit zu ersparen.

Gleisbedarf bei voller Ausstattung.

a) Ankunft: Für jede Richtung ein Einlaufgleis von ganzer Zuglänge; für jede Hauptgruppe ein entsprechend langes „Gruppen-“ (oder deren mehrere kürzere, wenn Länge fehlt); für jede Untergruppe ein kürzeres Gruppengleis. Dazu in Verbindung mit sämtlichen einzelnen Gleisen: ein „Ausziehgleis“ von ganzer oder halber Zuglänge, sofern nicht die Einlaufgleise selbst als Auszieh- oder Ablaufgleise dienen.

b) Abfahrt. Für jede der n Richtungen ein Auslaufgleis von ganzer Zuglänge; für die ungeordneten Ortsgutwagen ein langes oder einige kürzere Sammelgleise; u. U. auch ein oder mehrere Uebnahmegleise; sodann zum Ordnen $\geq n$ längere „Richtungsgleise“ und eine gröÙere Zahl kurzer „Stationsgleise“. Am besten auch ein selbständiges Ausziehgleis für die Abfahrtsgruppen.

Zu beiden Gruppen sodann mindestens ein stets zur Durchfahrt frei bleibendes „Durchlaufgleis“ oder Laufgleis (auch Maschinen- oder Passagegleis genannt) für den Verkehr der Maschinen zu den Ausziehgleisen und für die Verbindung mit dem Hauptbahnhof und dessen einzelnen Verkehrsplätzen. Die eigentlichen Rangiergleise (Gruppen-, Richtungs-, Stationsgleise) sowie die Ausziehgleise andererseits können stumpf endigen und sind alsdann mit Prellböcken zu versehen (s. S. 121).

Bei lebhaftem Verkehr werden beide Hauptteile für Ankunft und Abfahrt vollständig ausgeführt. Bei weniger lebhaftem Verkehr — namentlich vorläufig — können beide Geschäfte nach einander in denselben Gleisgruppen bewerkstelligt werden. Auch können die Richtungsgleise, wenn lang genug, zugleich als Auslaufgleise benutzt werden.

Rangierarten. Neben dem gewöhnlichen Verfahren — wiederholtes Vorziehen und Zurückstoßen in die Weichenstränge durch

die Rangiermaschine — wird mit Vorteil von der Schwerkraft Gebrauch gemacht durch Einlegung von Neigungen in die Ausziehgleise; letztere dann „Ablaufgleise“ genannt.

Ausziehgleise nach dem stumpfen Ende zu ansteigend (10 bis 18 ‰); dann Hinaufdrücken der Wagen, Festbremsen und nach Fortgang der Maschine Ablaufen der einzelnen Wagen durch Lösen der Bremse. Hierbei Nachteil, daß die Geschwindigkeit der Wagen sehr verschieden und daß alle Wagen gebremst sein müssen. Deshalb auch mit flacherer Neigung und Beibehaltung der Maschine am oberen Ende des Zuges, dann jedoch das Loskuppeln schwierig und die Geschwindigkeit der Wagen nicht immer ausreichend. Deshalb besser steile Hebung um 1 bis 1,2 m; sodann eine flache Gegenneigung und dahinter eine Wagerechte von der Länge des Rangierzuges (ganze oder halbe Zuglänge), so daß die Maschine unter langsamem aber stetigem Vordrücken die einzelnen Wagen über den Rücken hinüber zum Ablauf bringt. Dabei kann das Ausziehgleis am Ende wieder in die ursprüngliche Höhe zurückfallen und so die Möglichkeit der Wiederanknüpfung gewinnen. Zweckmäßig erscheint es, die Gütereinlaufgleise selbst zu Ablaufgleisen zu gestalten und womöglich die Gleisgruppen für die einander folgenden Bewegungen in durchweg geneigter Ebene anzulegen (Terre-Noire bei St. Etienne, Edgehill bei Liverpool).*)

Bei Anlage des Ablaufgleises und zweier aufeinander folgender Rangiergleisgruppen mit n bezw. n_1 Gleisen in geneigter Fläche kann man allein durch Ablaufen den Zug nach $n \cdot n_1$ Gruppen ordnen.**)

Neben der Anwendung von Weichengleisen kommt das Rangieren mittelst Drehscheiben und kurzen Strahlengleisen oder mittelst unversenkter Schiebebühnen auf Parallelgleisen nur wenig in betracht, kann aber u. U. durch räumliche Verhältnisse geboten sein. Als dann mechanische Betriebskraft (mit Seil- oder Wasserdruck-Uebertragung bezw. Schiebebühnen mit Dampfkraft erwünscht. — Bewegungen der Wagen durch Seile, welche je nach Bedarf um kleine durch Wasserdruck bewegte Windtrommeln (capstans) und Leitrollen geschlungen und dadurch angezogen werden u. U. zweckmäßig (in England gebräuchlich, s. Schwabe a. a. O.***)

i. Darstellung des Entwurfs.

Lageplan in 1:1000 mit nächster Umgebung, Zufahrtstraßen, Höhenlinien, Böschungen, Entwässerung der Gräben, Nordlinie, Namen der Nachbarstationen u. s. w. — Bei ganz großen Bahnhöfen auch wohl 1:2000 oder 1:1500; oder Beigabe eines Ueber-

*) S. Org. f. F. 1884. S. 42 und Civilingenieur 1890. Taf. 23.

**) S. Schwabe, Engl. Eisenbahnwesen. 1877. S. 91.

***). Weiteres über Rangierbahnhöfe s. u. a.: Org. f. F. 1884. S. 42; auch Org. f. F. Supplmbd. VI.; Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1883. S. 49.

sichtsplanes z. B. in 1:5000. — Für die Absteckung in schwierigen Fällen sogen. Weichenpläne in 1:500 mit genauer Berechnung aller Maße erwünscht.

Darstellung der Gleise und Weichen. Jedes Gleis wird durch eine kräftige Linie dargestellt, die Personenhauptgleise reichlich doppelt so stark als die anderen (bis 1 mm Strichbreite). Die Genauigkeit wird gewahrt durch Einkreisen aller Knotenpunkte sowie Angabe der Anfangs- und Endpunkte aller Weichen, Kreuzungen u. s. w. (s. S. 100 u. f.). Angabe des Weichenwinkels durch Einschreiben oder bei gleichem Winkel durch Bemerkung auf dem Plan. Bogenanfangs- und Endpunkt anzugeben durch kleinen Querstrich in Richtung des Halbmessers. Größe der Halbmesser an den Bögen entlang einzuschreiben. Bahnachse mit Längenteilung, Halbmessern u. s. w. fein einzuzichnen oder zu punktieren. — Gleise, Gebäude und sonstige Anlagen, welche für später vorgesehen sind, werden mit unterbrochenen Linien gezeichnet.

Bei farbiger Ausführung: Bestehende Gleise blau, alles sonst schon vorhandene schwarz, alles neu auszuführende mit Zinnoberlinien anzugeben bezw. zu umrändern. Bahnsteige, Rampen, Drehscheiben, neue Wegeanlagen kräftig gelb, neue Gebäude rot anzulegen. Bei größeren Bahnhöfen mit verschiedenen Bahnen ist es zweckmäßig, zusammengehörige Personen- bezw. Gütergleise durch Färbung des Zwischenraumes bandartig hervorzuheben. — Die Schrift jedesmal in der Farbe des zugehörigen Gegenstandes.

Höhenangaben. Angabe aller Neigungszeiger im Lageplan (seitwärts herausziehen, nicht zu klein!) Einschreiben der Neigungen und Halbmesser bei Wegeverlegungen; der Ordinaten für S.O. Bahnsteige, Vorplätze, für tiefste und höchste Punkte der Wege, der Gräben u. s. w. — Wenn das Längenprofil über dem Lageplan gezeichnet ist, so bleibt die Angabe der Neigungszeiger im letzteren doch erwünscht.

Bezeichnung der Gleise und Weichen zum rascheren Verständnis der Pläne in folgender Weise sehr zu empfehlen:

1) Angabe der Fahrriichtung — und zwar getrennt für Personen- und Güterzüge — durch deutliche und mehrfach wiederholte Pfeile auf (nicht neben) den Gleislينien: einfache Pfeile für Personen-, doppelte für Güterzüge, so daß Art und Lauf jedes Zuges durch den ganzen Bahnhof sofort erkennbar sind.

2) Maßgebende Weichen in folgender Bezeichnung und Bedeutung:

S und **V** „Spaltungs-“ und „Vereinigungs-Weiche“ zur Ablenkung bezw. Wiedereinführung der Güterzüge von und zu den Hauptgleisen (Abbild. 116 und 117).

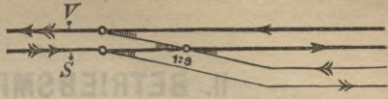
T und **A** „Trennungs-“ und „Anschluß-Weiche“ für eine abzweigende Bahn, ebenso auf Kreuzungsbahnhöfen für Abzweigung und Anschluß der Verbindungen zwischen den Hauptgleisen (Abbild. 118).

TI „Teilungs-Weiche“ zur Ablösung des zweiten Bahnhofshauptgleises bei eingleisigen Bahnen (Abbild. 116).

S und *V* bilden zusammenden „Spaltungspunkt“, *T* und *A* ebenso den „Trennungspunkt“, sofern sie nebeneinander liegen, was bei Inselbetrieb (s. S. 117) nicht erforderlich ist.

Bei Zusammentreffen mehrerer Linien können die maßgebenden Weichen durch Zufügung der den Richtungen entsprechenden Indexbuchstaben (*S_a V_a; T_c A_c* u. s. w.) noch weiter gekennzeichnet werden. — Bei teils eingleisiger Ausführung werden oft mehrere maßgebende Weichen in eine zusammenfallen und sind demgemäß zu bezeichnen (s. Abbild. 120).

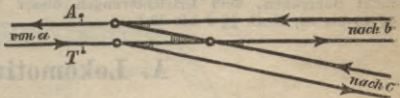
Abbild. 116.



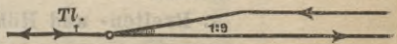
Abbild. 117.



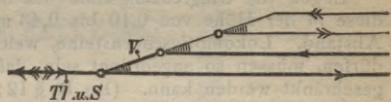
Abbild. 118.



Abbild. 119.



Abbild. 120.



Angabe der Signale und Stellwerke nach den dafür bestehenden Vorschriften. *)

Einzuschreiben ist ferner: Genaue Zweckbezeichnung aller Gleise, besonders auch der Güteraufstellungs-, Durchlauf- und Rangiergleise. Gleisabstände, nutzbare Gleislängen (zwischen den Sperrzeichen), gegebene größte Zuglängen. — Bezifferung der Gleise mit römischen, der Weichen mit arabischen Zahlen; letztere in der Regel von links nach rechts fortschreitend; Gleisnummern zweckmäßig an einer Seite der Hauptgleise mit geraden, gegenüber mit ungeraden Zahlen.

Erläuterungsbericht. Dieser gewinnt bei folgerichtiger Durchführung der vorstehenden Bezeichnungsweise bedeutend an Kürze und kann sich dann auf Begründung der Gesamtanlage und Erörterung besonders schwieriger Einzelpunkte beschränken.

Im übrigen vergl. auch N. f. B.; A. „Formelle Behandlung“ (jedoch schon vom Jahre 1873, deshalb nicht mehr völlig zeitgemäß).

*) S. Centralbl. d. Bauverw. 1885 S. 488; Preussische St. B.

II. BETRIEBSMITTEL. *)

Die für die Betriebsmittel vorhandenen Vorschriften sind auf S. 27 u. 28 unter I (1, 3, 4) und II (1, 2a, 2b, 3, 4) angegeben. Bindende Bestimmungen der Technischen Vereinbarungen (T. V.) sind im folgenden durch zwei Sterne (**) hervorgehoben. Von einer besonderen Hervorhebung der nicht bindenden Vorschriften der T. V., sowie der Reichsvorschriften, wie auf S. 35 angegeben, ist dagegen abgesehen.

Angaben ohne ausdrücklichen Zusatz beziehen sich auf Hauptbahnen.

Für Betriebsmittel von Neben- und Lokal-Bahnen, welche auf Hauptbahnen nicht übergehen, sind Erleichterungen dieser Vorschriften zulässig. (Gz. f. L. §§ 43 bis 83, B. O. §§ 9 bis 19.)

A. Lokomotiven.

I. Allgemeines.

a. Breiten- und Höhenmaße.

Umgrenzungslinie für die festen Teile der Lokomotiven und Tender s. Abbild. 121 auf S. 137.

Gegen die Umgrenzungslinie des lichten Raumes (s. S. 36) hat diese in der Höhe von 0,10 bis 0,43 m über S.O. überall 0,050 m Abstand. Lokomotivschornsteine, welche 4,57 m über S.O. reichen dürfen, müssen so angeordnet sein, daß ihre Höhe auf 4,15 m eingeschränkt werden kann. (Bp. R. § 12; N. f. K. § 23; T. V. ** § 88.)

Es dürfen herabreichen, auch bei größter Abnutzung der Radreifen (niedrigstem Bufferstande):

bis höchstens 0,050 m über S.O.:

Bahnräumer, Bremsklötze und Sandstreuer in Breite des Radreifens;

bis höchstens 0,075 m über S.O.:

Pleuel- und Kuppelstangenköpfe (die dem Federspiel nicht folgenden beweglichen Teile), Sicherheitsketten und Kuppelungen;

bis höchstens 0,010 m über S.O.:

alle übrigen Lokomotivteile; dabei muß seitlich ein Spielraum von mindestens 0,050 m gegen die Umgrenzungslinie des lichten Raumes verbleiben.

*) Die **Normalien für die Betriebsmittel der Preussischen Staatsbahnen** sind mit ministerieller Genehmigung durch den Verein „Hütte“ für die Mitglieder des Vereins veröffentlicht worden.

Unter der Bezeichnung Preufs. Norm. sind in folgendem Abschnitt die obigen Normalien zu verstehen.

b. Hauptabmessungen ausgeführter Lokomotiven.

S. Tafel S. 138.

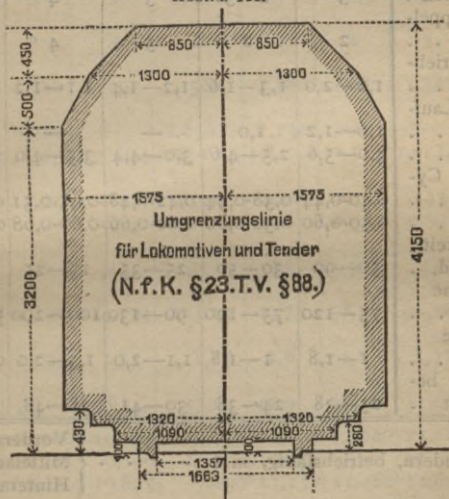
II. Der Lokomotivkessel.

(Allgemeines über Dampfkessel s. Siebenter Abschnitt. IV.)

a. Rostfläche und Heizfläche.

Die Gröfse der Rostfläche wird bedingt durch die in der Zeiteinheit zu verbrennende Menge Brennstoffes und durch dessen Schichthöhe. Diese beträgt für Steinkohlen 60 bis 500 mm, je nachdem Staub- oder Stückkohlen zur Verwendung kommen.

Abbild. 121.



Bezeichnet:

 B die stündlich zu verbrennende Steinkohlenmenge in kg, R die Rostfläche in qm, N die Arbeitstärke der Lokomotive in PS,

so ist:

$$R = \frac{B}{300} \text{ bis } \frac{B}{500} = \frac{N}{130} \text{ bis } \frac{N}{220},$$

wobei der grössere Nenner für Stückkohlen, der kleinere für Staubkohlen gilt. Die Gröfse der Rostfläche wird ferner wesentlich bedingt durch die Lage des Rostes zur Hinterachse.

Heizfläche. Bezeichnet H die gesamte Heizfläche in qm, so ist nach Versuchen, die auf den preussischen Staatsbahnen angestellt wurden,

(Fortsetzung S. 140)

Hauptabmessungen ausgeführter Lokomotiven

	Lokomotiven für Schnell- und Personenzüge.	Lokomotiven für gemischte Züge.	Lokomotiven für Güterzüge.	Lokomotiven für Gebirgsbahnen.	Lokomotiven für Rangierdienst.	Schnellzug-Lokomotive.
Anzahl der Achsen	3	2—3	3	4	2	3
Anzahl der gekuppelten Achsen	2	2	3	4	2	2
Durchmesser d. Trieb- räder in m	1,6—2,0	1,3—1,6	1,2—1,4	1,1—1,2	1,0—1,2	1,960
Durchmesser der Lauf- räder in m	1,0—1,2	1,0	—	—	—	1,130
Radstand in m	4,0—5,6	2,5—4,6	3,0—4,4	3,5—4,0	2,2—2,4	2,0—2,5
Durchmesser der Cy- linder in m	0,40-0,44	0,38-0,44	0,42-0,48	0,45-0,51	0,2—0,4	0,42
Kolbenhub in m	0,50-0,60	0,50-0,60	0,60-0,66	0,60-0,68	0,50-0,60	0,6
Fahrgeschwindigkeit in km i. d. Std.	50—90	30—50	25—35	15—25	—	90
Gesamt-Heizfläche in qm	75—120	75—120	90—130	100—200	50—100	94,02
Gesamt-Rostfläche in qm	1—1,8	1—1,8	1,1—2,0	1,3—2,0	0,7—1,1	2,07
Gesamt-Gewicht, be- triebsfähig, in t	25—38	24—38	30—41	38—48	22—43	39,7

Druck auf die Federn, betriebsfähig, in t	Vorderachse	10,58
	Mittelachse	9,77
	Hinterachse	10,20

Gewicht der Achsen einschl. der nicht abgefederten Teile, in t	Vorderachse	1,67
	Mittelachse	3,98
	Hinterachse	3,50

Druck auf die Schienen, betriebsfähig, in t	Vorderachse	12,25
	Mittelachse	13,75
	Hinterachse	13,70

Gesamtgewicht, leer, in t	36,10
Gesamtlänge (ausschließlich Buffer), in m	7,892
Entfernung von Aufsenkante Bufferbohle bis Mitte Vorderachse, in m	1,842

*) Hinter der Feuerbüchse. **) Sogen. Ruhr-Stieg-Maschine. ***) Vorortzug-Maschine.

†*) In Anlehnung an die Normalen ist die preufs. Verbund-Personenzug-Lokomotive mit drehbarem Vordergestell gebaut, mit 0,44 bzw. 0,63 m Cylinderdurchm., 41,2 t Betriebsgewicht und 1,2 . 2,625 . 2,15 m Radstand.

und ihre Fahrgeschwindigkeiten.

Normallokomotiven der preussischen Staatsbahnen.									
Personenzug-Lokomotive.	Verbund-Personenzug-Lokomotive. (†*)	Personenzug-Lokomotive mit beweglicher Vorderachse. (**)	Güterzug-Lokomotive.	Lokomotive für gemischte Züge.	Personenzug-Tenderlokomotive. (***)	Zweiachsige Tenderlokomotive mit 7 t Raddruck. (†)	Dreiachsige Tenderlokomotive mit 7 t Raddruck. (††)	Zweiachsige Tenderlokomotive mit 5 t Raddruck. (†††)	Dreiachsige Tenderlokomotive mit 5 t Raddruck. (†††)
3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
2	2	2	3	2	2	2	3	2	3
1,730	1,730	1,580	1,330	1,580	1,580	1,080	1,330	1,080	1,080
1,130	1,130	0,980	—	1,130*)	1,130	—	—	—	—
2,0—2,5	2,7—2,3	1,8—2,6	2,0—1,4	1,95—2,55	1,8—2,4	2,5	1,9—1,8	2,5	1,7—1,3
0,4	0,42—0,60	0,42	0,45	0,42	0,42	0,33	0,43	0,27	0,35
0,56	0,58	0,6	0,63	0,6	0,6	0,55	0,63	0,55	0,55
90	90	90	45	75	75	40	45	45	45
103,23	103,23	95,36	124,794	103,23	89,75	57,5	96,18	41,8	60,3
1,87	1,87	1,735	1,53	1,87	1,6	1,0	1,32	0,82	1,3
35,71	39,03	38,0	38,5	37,2	41,9	27,46	41,92	20,49	29,2
9,970	10,500	11,700	10,125	11,140	12,200	11,680	11,540	8,870	8,208
8,372	10,350	10,195	9,100	11,070	10,838	—	10,940	—	7,710
8,999	10,000	9,430	10,875	7,850	11,230	11,480	11,610	8,570	8,237
1,640	1,700	1,250	2,525	2,660	1,700	2,010	2,400	1,390	1,532
3,628	3,060	2,855	3,350	2,830	3,162	—	3,050	—	2,010
3,101	3,420	2,570	2,525	1,650	2,770	2,290	2,380	1,660	1,503
11,610	12,200	12,950	12,650	13,800	13,900	13,690	13,940	10,260	9,740
12,000	13,410	13,050	12,450	13,900	14,000	—	13,990	—	9,720
12,100	13,420	12,000	13,400	9,500	14,000	13,770	13,990	10,230	9,740
31,400	35,400	34,470	33,100	33,600	31,900	20,67	31,00	15,60	21,90
7,793	7,765	7,778	8,176	7,950	8,540	6,789	8,260	5,860	7,000
1,743	1,515	1,763	2,118	2,000	2,140	1,901	2,120	1,513	1,675

†) Rangier-Tendermaschine. ††) Güterzug-Tendermaschine. †††) Lokomotiven für Nebenbahnen.

für Personenzug-Lokomotiven bei Geschwindigkeiten

von 20 bis 80 km i. d. Std. $\frac{N}{H} = 2,7$ bis $5,5$ PS f. d. qm;

für Güterzug-Lokomotiven bei Geschwindigkeiten

von 15 bis 40 km i. d. Std. $\frac{N}{H} = 2,6$ bis 4 PS f. d. qm.

Nach Frank *) ist, wenn v die Geschwindigkeit in m i. d. Sek. bezeichnet:

für preufs. Normal-Personenzug-Lokomotiven . . $\frac{N}{H} = 1,17 \sqrt{v}$;

„ „ „ -Güterzug-Lokomotiven . . . $\frac{N}{H} = 0,8 + \sqrt{v}$;

„ die normale dreiachsige Tenderlokomotive

für Nebenbahnen $\frac{N}{H} = 2 + 0,8 \sqrt{v}$.

Nach Georg Meyer ist annähernd für

Personenzug-Lokomotiven $\frac{N}{H} = 1,75 + 0,18 v$.

Güterzug-Lokomotiven $\frac{N}{H} = 2,0 + 0,18 v$.

Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche findet sich:

bei Personenzug-Lokomotiven $\frac{R}{H} = \frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{70}$ { (preufs. Norm. = 0,0187);

bei Güterzug-Lokomotiven . $\frac{R}{H} = \frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{90}$ { (preufs. Norm. = 0,0122).

Bei gleicher indirekter Heizfläche erzielt man durch eine kleinere Zahl längerer Heizrohre eine günstigere Ausnutzung der Heizgase, durch eine größere Zahl kürzerer Heizrohre eine raschere Dampfentwicklung.

Der **Wirkungsgrad** η_H der Heizfläche, d. i. das Verhältnis der von der Heizfläche nutzbar gemachten Wärme zu der auf dem Roste erzeugten, beträgt:

$\eta_H = 0,60$ bis $0,70$ für Schnell- und Personenzugmaschinen,

$\eta_H = 0,65$ bis $0,75$ für Güterzugmaschinen,

$\eta_H = 0,70$ bis $0,75$ für Gebirgsmaschinen.

b. Feuerbüchse nebst Mantel.

Länge der **Feuerbüchse** 1 bis 2 m, Breite 0,95 bis 1,35 m.

Material meistens Kupfer; Stärke der Rohrwand etwa 26 mm, der übrigen Wände 16 mm, bei 8 bis 12 Atm. Dampfspannung.

Abrundungshalbmesser für die seitlichen Kanten der Decke etwa 200 mm (mindestens 50 mm), für die übrigen Kanten etwa 50 mm (mindestens 20). Decke und Seitenwände gewöhnlich aus einer Blechplatte, welche mit den entsprechend umgebogenen Kanten der vorderen und hinteren Wand durch Nietung verbunden wird.

Material des **Feuerbüchsmantels** Eisenblech von etwa 15 mm Stärke, Abrundungshalbmesser der Kanten mindestens 50 mm. Die

*) Vergl. Org. f. F. 1887, S. 106.

Seitenwände werden etwas geneigt angeordnet, um ein leichtes Aufsteigen der Dampfblasen zu erzielen; ihre Entfernung von der Feuerbüchse unten etwa 60 mm, oben 90 mm.

Decke nach einem Halbkreis abgerundet oder eben.

Ebene Decken der Feuerbüchse und des Mantels müssen durch Deckenanker oder Deckenstehbolzen verstärkt werden. (T. V. § 94.)

Deckenanker werden nur für die Feuerbüchsen-Decke verwandt. Sie liegen gewöhnlich in der Längsachse des Kessels, seltener quer dazu.

Berechnung der Entfernung der Anker nach Abteil. I, S. 336, 10.

Bestimmung der Querschnittsabmessungen nach Abteil. I, S. 334, 8.

Deckenstehbolzen ergeben ein geringeres Gewicht als Deckenanker. Stets aus Eisen. Entfernung 100 bis 110 mm bei einem äußeren Durchmesser von 30 mm.

Verankerung der Seitenwände von Feuerbüchse und Feuerbüchsenmantel durch kupferne Stehbolzen von 22 bis 26 mm Durchmesser im Gewinde, welche in Entfernungen von 100 bis 110 mm angebracht werden. Zur Erkennung von Brüchen werden die Stehbolzen von außen bis etwa 8 mm über die äußere Wandung angebohrt oder ganz durchbohrt. (T. V. § 94.) Durchmesser der Bohrung 3 mm.

Bestimmung der Stehbolzenentfernung s. Abteil. I, S. 367, 7.

Die Vorderwand der Feuerbüchse ist gegen den Langkessel durch kurze Kesselanker unterhalb der Heizrohre zu versteifen. Hinterwand des Feuerbüchsenmantels zweckmäßig im oberen Teile gegen die Seitenwände durch ein wagrechtes Blech versteift.

Geht der ebene Teil der Seitenwände des Feuerbüchsenmantels noch über die Feuerbüchsen-Decke hinauf, so müssen Queranker angebracht werden.

Feuerbüchse und Feuerbüchsenmantel werden am unteren Ende durch einen Schweifseisen-Ring von 60 bis 80 mm Breite und 80 bis 100 mm Höhe, mittelst doppelter Vernietung mit einander verbunden.

Die **Feuerthür** ist meist oval, seltener kreisrund oder rechteckig, etwa 280 bis 320 mm hoch, 370 bis 450 mm breit, wird als Dreh- oder als Schiebethür gebaut und nach innen mit einem Schutzblech versehen.

Der **Rost** wagerecht oder geneigt angeordnet, letzteres dann, wenn eine Achse unter der Feuerbüchse liegt. Spaltenweite für Steinkohlen je nach der Feinheit 3 bis 15 mm, für Koks 6 bis 8 mm, für Holz 5 mm, für Torf 15 mm.

Material der Roststäbe bei Kohlenheizung Gufseisen oder Schweifseisen, bei Koksheizung Schweifseisen. Schweifseiserne Roststäbe mit trapezförmigem oder rechteckigem Querschnitt von 80 bis 90 mm Höhe und 15 mm Breite.

Der **Aschkasten**, aus 8 bis 10 mm starken Blechen erhält an der vorderen (häufig auch an der hinteren) Seite eine vom Führerstande aus stellbare Klappe, welche ein Hauptregelungsmittel für die Dampferzeugung bildet. Bei geöffneten Klappen muß das Herausfallen von Kohlen möglichst verhindert sein. (Bp. R. § 10; T. V. ** § 102.)

e. Langkessel.

Material, bisher meist Schweifseisen, neuerdings auch Flußseisen.

Nach einem Beschlusse von Technikern preussischer Staatsbahnen vom 18. Dezember 1890 stehen der Verwendung von Flußseisen zu Kesseln Bedenken nicht mehr entgegen. Es wird empfohlen, ausschließlic Martineisen, u. zw. für Kessel- (und Rahmen-) bleche von 3600 bis 4000 kg f. d. qcm Zugfestigkeit bei mindestens $25 \frac{0}{0}$ Dehnung vorzuschreiben. (Für alle übrigen Teile von Lokomotiven und Wagen 3600 bis 4200 kg f. d. qcm Zugfestigkeit bei $20 \frac{0}{0}$ Dehnung.)

Anforderungen an die Güte von Kesselmaterial s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

Kesseldurchmesser etwa 1 bis 1,4 m, Länge 3,5 bis 5 m.

Wandstärke. Berechnung s. Abteil. I, S. 364 unten.

Für Schweifseisen sei $k_z = 500$ kg f. d. qcm, also, wenn

d den Kesseldurchmesser,

s die Wandstärke, beides in cm,

p_i den Ueberdruck in Atm. bezeichnet:

$$s = 0,001 dp_i.$$

Die Bleche sind so zu legen, daß die Walzrichtung senkrecht zur Kesselachse steht. Die Längsnähte erhalten doppelte Nietung und dürfen nicht im unteren Teil des Kessels liegen. Die Ausdehnung des Kessels durch die Wärme muß möglichst frei erfolgen können. (T. V. § 93.) Da die Breite der Bleche 1,6 bis 2,2 m beträgt, so genügen drei Schüsse.

Der Kessel der Lokomotive soll so niedrig wie möglich gelegt werden. (T. V. § 93.)

Der **Dom** befindet sich meist auf dem vorderen Teile des Langkessels. Eine mehr nach hinten angeordnete Lage des Domes kann durch die Belastungsverhältnisse der Achsen bedingt werden. Durchmesser etwa 0,6 bis 0,7 m, Höhe etwa 0,9 m. Versteifung des Kessels unter dem Dom durch einen schweifseisernen Ring von gleichem Gewicht wie das herausgeschnittene Stück. Auf Bahnen mit günstigen Steigungsverhältnissen fehlt häufig der Dom.

Heizrohre meist aus Eisen, vielfach mit kupfernen Vorschuben. Außere Durchmesser 40 bis 52 mm bei 2 bis 3 mm Wandstärke. Anzahl der Heizrohre 150 bis 240, Stegstärke zwischen den Rohren 16 bis 23 mm. Die Rohrmittel liegen auf Lotrechten und auf Linien unter 30° gegen die Wagerechte geneigt (s. Abteil. I, S. 739).

Befestigung der Rohre meist in der Weise, daß das Rohrende für die hintere Rohrwand um etwa 1,5 bis 2 mm eingezogen, das andere für die vordere Rohrwand um ebensoviel aufgetrieben wird,

so daß ein leichtes Einbringen und Herausziehen des Rohres stattfinden kann. Dichten der Rohre in den Wänden durch Aufwalzen mittelst besonderer Werkzeuge und nachheriges Aufstauchen.

Tafel über Heizrohre s. Abteil. I. S. 476.

Lage des Langkessels gegen die Feuerbüchse so, daß bei einer Wasserschicht von 150 mm über der Feuerbüchse die Höhe des Dampftraumes im Kessel $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmesser beträgt, je nachdem ein Dampfdom vorhanden ist oder nicht.

Bei nicht überhöhtem Feuerbüchsmantel betrage der **Abstand von der Decke der Feuerbüchse** mindestens:

- 460 mm bei Kesseln ohne Dom mit Dampfsammelrohr,
- 420 mm, wenn ein Dom auf dem Langkessel vorhanden ist,
- 380 mm, wenn der Dom auf dem Feuerbüchsmantel sitzt.

d. Rauchkammer und Schornstein.

Rauchkammer von gleichem oder größerem Durchmesser wie der Kessel. In ersterem Falle ist die (eingebaute) Rohrwand umgebördelt; der Flansch ist entweder nach dem Langkessel oder nach der Rauchkammer (preuß. Norm. d. P.-Z.-L.) hin gerichtet. An den Boden schließt sich zweckmäßig ein leicht verschließbares, zur schnellen Entfernung des angesammelten Kohlenkleins dienendes Rohrstück an. Länge der Rauchkammer ungefähr gleich der der Cylinder. In der Vorderwand eine luftdicht schließende Thür, deren Größe durch die Möglichkeit des Herausziehens und Reinigens der Heizrohre bedingt ist.

Das **Blasrohr** mündet in der Rauchkammer etwas über der obersten Heizrohrreihe. Neigung der Kegelseite des Blasrohrs gegen die Achse $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$. Obere Kante möglichst scharf.

Zur Regelung der Dampferzeugung hat man mehrfach Blasrohre mit verstellbarem Querschnitt angewandt.

Hilfsblasrohr für den Stillstand der Lokomotive angeordnet.

Cylindrische **Schornsteine** meist aus Schweifeseisen, kegelförmige aus Gufeseisen. Für die Zugerzeugung ist die Kegelform die günstigere, weil bei passender Wahl der Abmessungen durch dieselbe Dampfmenge eine 1,15 mal so große Luftmenge durch einen kegelförmigen Schornstein geschafft werden kann, als durch einen cylindrischen.

Es bezeichne, **Steinkohlenfeuerung** vorausgesetzt:

- f_r den Gesamtquerschnitt der Heizrohre,
- f_s den engsten Querschnitt eines kegelförmigen bzw. den Querschnitt eines cylindrischen Schornsteins,
- f_b den Blasrohrquerschnitt.

Dann ist für einen **cylindrischen** Schornstein:

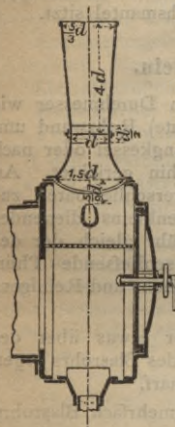
$$\frac{f_b}{f_r} = \frac{1}{32} \text{ und } \frac{f_s}{f_r} = 0,47,$$

für einen **kegelförmigen** Schornstein:

$$\frac{f_b}{f_r} = \frac{1}{23} \text{ und } \frac{f_s}{f_r} = 0,36.$$

Beim Entwerfen eines kegelförmigen Schornsteins berechne man aus dem Verhältnis $\frac{f_s}{f_r}$ den Durchmesser d des engsten Schorn-

Abbild. 122.



Rauchkammer der
preufs. Normal-Güter-
zug-Lokomotive.

steinquerschnittes und lege letzteren um $\frac{1}{2} d$ über Blasrohroberkante.

Der obere größte Schornsteinquerschnitt erhält einen Durchmesser $\frac{5}{8} d$ und liegt um $4 d$ höher als der engste Schornsteinquerschnitt (gewöhnlich 4,15 m über S.O.).

Blasrohroberkante $\frac{1}{2} d$ unter der Unterkante des Schornsteins. Von der engsten Stelle aus nach unten ist die Begrenzung des Schornsteins ein Kreisbogen, so daß der untere Durchmesser etwa $= 1,5 d$ wird. An der engsten Stelle mache man den Schornstein auf einer Höhe von $0,5 d$ cylindrisch.

Zwischen Heizrohren und Blasrohroberkante der meist siebförmige **Funkenfänger** (Bp. R. § 10. T. V. ** § 103), entweder aus einer durchloch-ten Blechplatte oder aus dünnen Flacheisenstäben in etwa 6 mm Abstand hergestellt. Die Blechplatten erhalten Löcher von 8 mm Durchmesser, deren Mitten etwa 13 mm von einander entfernt sind.

e. Kessel-Armatur und Bekleidung.

(Bp. R. § 8, T. V. ** §§ 96 bis 101.)

Jede Lokomotive muß besitzen:

1. **Zwei Speisevorrichtungen**, welche unabhängig von einander in Betrieb gesetzt werden können und von denen jede während der Fahrt das erforderliche Speisewasser zu liefern im stande sein muß. Eine dieser Vorrichtungen muß auch beim Stillstande der Maschine den Wasserstand normal erhalten können.

Ausschließlich (saugende oder nicht saugende) **Injektoren** verwandt (S. Abteil. I. S. 590).

Saugende Injektoren (Dülken, Friedmann, Körting, Strube, Schäffer und Budenberg [Re-starting]) sind stets mit einer Vorrichtung versehen, welche eine sehr langsame und kleine Eröffnung der Dampföse gestattet.

Nichtsaugende Injektoren (Kraufs, Schau, Friedmann, Körting) müssen gegen Einfrieren genügend gesichert werden.

Das Druckrohr mündet vorn in den Kessel. Es ist zweckmäfsig, an dieser Stelle aufser dem Rückschlagventil noch ein Absperrventil anzuordnen. Beim Injektor von Dülken tritt das Druckrohr an der hinteren Wand des Feuerbüchsmantels in den Kessel und wird innerhalb bis zu dem vorderen Teil weitergeführt.

2. Zwei Wasserstandszeiger; entweder zwei Wasserstandsgläser oder ein solches und zwei bis drei Proberhähne. Der niedrigste zulässige Wasserstand mufs durch eine deutlich erkennbare Marke angegeben sein. Den unteren sichtbaren Teil des Wasserstandsglases legt man entweder in die Höhe der Feuerbüchsdecke oder in Höhe des niedrigsten zulässigen Wasserstandes. Die Gläser haben 13 bis 18 mm lichte Weite, 2 bis 2,5 mm Wandstärke, 350 bis 450 mm Länge, je nach den Schwankungen des Wassers. Zweckmäfsig eine Verbindung der beiden Absperrhähne so, dafs diese beim Springen der Gläser von der Seite aus geschlossen werden können. Zum Schutz des Personals gegen Glassplitter ist das Glas mit einem Drahtgitter oder mit einer durchbrochenen Messinghülse zu versehen. Am Wasserstandsapparate mufs eine kleine Laterne angebracht werden können.

3. Zwei Sicherheitsventile. Die Belastung des einen Ventils darf nicht über das bestimmte Mafs gesteigert werden können. Die Belastung mufs den Sicherheitsventilen eine lotrechte Bewegung von 3 mm gestatten. Hebel- oder unmittelbar wirkende Belastung. Hebel werden meist durch eine Feder, seltener durch ein Gewicht belastet.

Gröfse der Sicherheitsventile zweckmäfsig nach früheren Bestimmungen so, dafs die freie Durchlafsoffnung etwa 1:10000 bis 1:12000 der gesamten Heizfläche beträgt. (Vergl. Abteil. I, S. 270.)

4. Ein Manometer. Plattenfeder- und Röhrenfeder-Manometer angewandt. Anordnung eines Maximumzeigers, sowie eines Stutzens für ein Prüfungsmanometer erforderlich. Wassersack zweckmäfsig.

5. Eine Dampfpeife.

Nach § 10 der „Allgem. poliz. Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln“ vom 5. August 1890 mufs ferner die höchste zulässige Dampfspannung, der Name der Fabrik, die laufende Fabriknummer und das Jahr der Anfertigung angegeben sein.

Ablafshähne am unteren Teile der Feuerbüchse; entweder je einer auf jeder Seite oder nur einer in der Vorderwand. Sie erhalten Gewinde zum Anschrauben des Füllschlauches.

Reinigungsöffnungen an der tiefsten Stelle des Langkessels in der vorderen Rohrwand, im Feuerbüchsmantel in Höhe der Feuerbüchsdecke, sowie in seinen tiefsten Punkten. Sie werden ver-

geschlossen durch kegelförmige Messingschrauben oder durch Reinigungs-luken.

Der **Absperrschieber** (Regulator), möglichst hoch liegend, meist als entlasteter Schieber ausgeführt. Beim Oeffnen bewegt sich zunächst nur ein kleiner Hülfschieber, so daß Dampf hinter den Hauptschieber tritt und diesen entlastet. Bei weiterem Oeffnen wird dann der Hauptschieber durch am Hülfschieber angebrachte Knaggen mitgenommen. Der Absperrschieber wird durch eine Feder gegen die Fläche gedrückt, so daß ein Abklappen möglich ist, wenn die Maschine mit Gegendampf arbeitet.

Dampfeinströmungsrohre haben gleichen Querschnitt wie die Einströmungskanäle der Cylinder, etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{8}$ der Kolbenfläche bei gewöhnlichen Schiebern, $\frac{1}{20}$ bei Kanalschiebern. Das gemeinsame Rohr im Kessel erhält den doppelten Querschnitt.

Dampfausströmungsrohre erhalten etwa doppelt so großen Querschnitt wie die Dampfeinströmungsrohre.

Rohre und Armaturteile meist durch Linsen gedichtet.

Kesselbekleidung. Der Kessel wird zum Schutz gegen Abkühlung mit Eisenblech von 2 bis 3 mm Stärke umgeben, welches so weit vom Kessel abstehen muß, daß die Niete des Kessels nicht mit dem Bekleidungsbleche in Berührung kommen.

III. Die Lokomotivmaschine.

a. Zugkraft, Leistung und Reibungsgewicht.

1. Die auf bestimmter Bahn zur Förderung eines Zuges von vorgeschriebener Stärke mit gegebener Geschwindigkeit erforderliche **mittlere Zugkraft** Z (in kg) ergibt sich nach S. 32.

Das Verhältnis der **größten Zugkraft** Z_m während einer Umdrehung der Kurbel zur mittleren Zugkraft beträgt:

$$\frac{Z_m}{Z} = \frac{\pi}{4} \left(\sqrt{2} + \frac{s}{2l} \right),$$

worin s der Hub, l die Länge der Schubstange.

2. Zugkraft Z_a beim Anfahren.

Bezeichnet:

W_a den Widerstand beim Beginn des Anfahrens in kg,

W den der Zugkraft Z entsprechenden Widerstand im Beharrungszustande, in kg,

Q_s das gesamte Zuggewicht einschl. Lokomotive und Tender, in t,

v die Geschwindigkeit im Beharrungszustande in m i. d. Sek.,

t die zum Anfahren nötige Zeit in Sek.,

g die Beschleunigung durch die Schwere, = 9,81 m,

so ist nach Grove die mittlere Zugkraft beim Anfahren in kg:

$$Z_a = \frac{1000 Q_s v}{g t} + \frac{W + 2 W_a}{3}$$

In der Regel nimmt man $Z_a \geq Z + 1000$ (bis 1500) kg.

Die größte Zugkraft Z_{am} beim Anfahren während einer Umdrehung ist:

$$Z_{am} = \frac{Z_m}{Z} Z_a$$

In allen Fällen muß, wenn L_1 das Triebgewicht der Lokomotive und μ (i. M. = 0,15) den Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Schiene bezeichnet: $Z_{am} < \mu L_1$ 1).

(Zugkraft aus dem Reibungsgewicht.)

3. Zugkraft aus der Maschinenleistung.

Bezeichnet:

d den Cylinderdurchmesser in cm,

s den Kolbenhub in cm (s. S. 151),

D den Durchmesser der Triebräder in cm (s. S. 152),

p_i die mittlere indizierte Dampfspannung in kg f. d. qcm,

η den Wirkungsgrad der Maschine (Koeffizienten der Maschinenreibung),

so ist die mittlere Zugkraft, welche die Maschine im Beharrungszustande entwickelt:

$$Z = \eta p_i \frac{d^2 s}{D} \dots \dots \dots 2).$$

(Zugkraft der Maschine.)

Bei gegebener Zugkraft folgt der Cylinderdurchmesser:

$$d = \sqrt{\frac{ZD}{\eta p_i s}}$$

Zur Ermittlung von p_i für eine bestimmte Füllung ϵ aus der absol. Kesselspannung p_0 setze man die absol. Einströmungsspannung:

$p = p_0$ für Güterzug- und Gebirgslokomotiven,

$p = 0,9 p_0$ bis $0,95 p_0$ für Personen- und Schnellzug-Lokomotiven

und benutze folgende Tafel, worin ϵ das Füllungsverhältnis bezeichnet:

	Schnellzug-Lokomotiven.	Personenzug-Lokomotiven.	Güterzug-Lokomotiven.	Gebirgs-Lokomotiven.
$\eta =$	0,70	0,73	0,76	0,80
$p_i : p =$	0,4	0,5	0,6	0,7
$\epsilon =$	0,2	0,3	0,4	0,5

Für **Verbundmaschinen** nimmt man nach von Borries*) am vortheilhaftesten für den Hochdruckcylinder $\varepsilon = 0,25$ bis $0,3$, für den Niederdruckcylinder $\varepsilon = 0,5$; hierbei ist, wenn d den Durchmesser des Niederdruckcylinders bezeichnet:

$$Z = 0,5 \eta p_i \frac{d^2 s}{D}$$

Das Querschnittsverhältnis der Dampfcylinder ist für Lokomotiven mit Schlepptender $= 1:2$, für Tender-Lokomotiven $= 1:2,5$ bis $1:2,3$; $p_i = 0,45$ bzw. $0,42$ des Kesselüberdruckes.

Für das Anfahren muß die Maschine im stande sein, bei der durch die Steuerung bedingten größtmöglichen Füllung (gewöhnlich $\varepsilon_{\max} = 0,7$) die Zugkraft Z_a zu entwickeln.**)

4. Zugkraft aus der Kesselleistung.

Die einer Leistung von N PS der Lokomotive entsprechende Zugkraft:

$$Z = \frac{75 N}{v} \dots \dots \dots 3)$$

ist aufer durch die Abmessungen der Maschine (und das Reibungsgewicht der Lokomotive) beschränkt durch die Heizfläche H des Kessels, insofern N gemäß S. 140 abhängig ist von H und v .

Setzt man z. B. nach Frank $\frac{N}{H} = 1,17 \sqrt{v}$ für Schnellzug-Lokomotiven, so wird

die Zugkraft aus der Kesselleistung:
$$Z = \frac{75 \cdot 1,17 \sqrt{v}}{v} H = 87,75 \frac{H}{\sqrt{v}}$$

nimmt also mit zunehmendem v trotz erhöhter Dampfentwicklung (größerer Leistung der Heizfläche) ab. Da zur Herstellung der Heizfläche H ein bestimmtes Gewicht der Maschine (s. u.) erforderlich ist, so wird — bei Kupplung aller Achsen — die untere Grenze der Geschwindigkeit für Reibungsbetrieb eintreten, wenn die der Kesselleistung entsprechende Zugkraft $Z = \frac{75}{v} \left(\frac{N}{H}\right) \left(\frac{H}{L}\right) L$ größer ist als die dem Reibungsgewicht entsprechende Zugkraft $Z = 0,15 L$. Für geringere v wird zweckmäßig Zahnradbetrieb angewandt.

Bei keiner Geschwindigkeit einer Lokomotive darf die aus der Kesselleistung sich ergebende Zugkraft (entsprechend einem bestimmten Dampfverbrauch***) und daher einer bestimmten Füllung)†) geringer sein, als für diese Füllung die Maschine leistet. Beide Zugkräfte dürfen erst nach einem Zuschlag für Anfahren die Größe der aus dem Reibungsgewicht sich ergebenden, möglichen Zugkraft erreichen.

Werte von $\frac{L}{H}$ der preussischen Normallokomotiven.

1 qm Heizfläche erfordert ein Betriebsgewicht der Lokomotive bei

*) Vergl. Glasers Ann. 1885, ferner Stambke, Ueber Anfahrtsvorrichtungen u. s. w. ebendas. 1890, 1. März.

**) Ueber die im Augenblicke des Anfahrens verfügbare Zugkraft der Maschine für beliebige Kurbelstellungen s. Pfeiffer, Zugkräfte und Leistungen der Lokomotiven, Org. f. F. 1885.

***) Ueber Dampfentwicklung der Heizfläche bei Lokomotiven s. Abteil. I. S. 727.

†) Ueber Dampfverbrauch bei verschiedenen Füllungen s. Abteil. I. S. 678. Ueberschlägig ist $C_n = 8,5 + 12 \varepsilon$ kg f. 1 PS u. 1 Std.

Wirkungsgrad der Maschine n. S. 147: $\eta = 0,70$; Füllung $\varepsilon = 0,2$; damit wird für $p_0 = 11$, $p = 0,9 \cdot 11 = 9,9$ Atm. (s. S. 147) die indizierte Spannung $p_i = 0,4 p = 3,96$ Atm.

$$\text{Cylinderdurchmesser (n. S. 147): } d = \sqrt{\frac{2000 \cdot 190}{0,7 \cdot 3,96 \cdot 58}} = 49 \text{ cm.}$$

(Der empfehlenswerte Ersatz durch Verbundmaschine n. S. 148 zu berechnen.)

Die Zahl der für das Lokomotivgewicht von 48 t erforderlichen Achsen beträgt vier. Wählt man — aus Rücksicht auf die Krümmungen der Bahn — ein drehbares Vordergestell, so sind höchstens erforderlich

$$\frac{2000 + 1000}{0,15} = 20 \text{ t}$$

Reibungsgewicht, also zwei gekuppelte Triebachsen, gemäß T. V. § 92 mit etwa $0,6 \cdot 48 = 28$ t Gesamtlast, während auf das Drehgestell 20 t, also auf eine Achse 10 t entfallen. Aus der verfügbaren Zugkraft von $0,15 \cdot 28000 = 4200$ kg läßt sich nach S. 146 die Zeit bestimmen, in der dem Zuge die vorgeschriebene Geschwindigkeit erteilt wird.

2. Güterzug-Lokomotive.

Das Zuggewicht, welches mit einer Geschwindigkeit von $V = 15$ km i. d. Std. auf einer längeren Steigung von $1:n = 1:300$ befördert werden soll, betrage aussch. Lokomotive und Tender $Q = 750$ t (= 150 Achsen zu 5 t).

Nach S. 32 beträgt der Widerstand für 1 t Zuggewicht:

$$w_0 = 2,4 + 0,001 V^2 + \frac{1000}{300} = 5,958 \sim 6 \text{ kg.}$$

Das Tendergewicht betrage $T = 28,5$ t (preufs. Norm.), das Lokomotivgewicht L sei vorläufig zu 40 t geschätzt; alsdann ist das Gesamtgewicht des Zuges $750 + 28,5 + 40 = 818,5$ t, die erforderliche Zugkraft also $Z = 818,5 \cdot 6 = 4911$ kg.

Für das Anfahren ist hierzu 1000 bis 1500 kg zuzuschlagen, also wird $Z_a = \text{rd. } 6000$ kg.

Leistung der Maschine bei $15:3,6 = 4,17$ m i. d. Sek. Geschwindigkeit:

$$N = \frac{4911 \cdot 4,17}{75} = 273 \text{ PS.}$$

Erforderliche Heizfläche (nach Frank, s. S. 140):

$$\frac{N}{H} = 0,6 + \sqrt{4,17} = 2,64, \text{ woraus:}$$

$$H = \frac{273}{2,64} = 103,4 \text{ qm.}$$

Diese Heizfläche erfordert ein Lokomotivgewicht (s. S. 140):

$$L = 309 \cdot 103,4 = 32 \text{ t.}$$

Das vorläufig geschätzte Gewicht 40 t ist also zu groß; erwünschtenfalls ist eine Berichtigung der Rechnung auszuführen.

$$\text{Rostfläche } R. \text{ Für } \frac{R}{H} = \frac{1}{80} \text{ wird } R = \frac{103,4}{80} = 1,3 \text{ qm.}$$

(Vergl. hierbei das unter 1. Bemerkte.)

Triebbraddurchmesser $D = 0,01 V + 1,0$ m. Für V ist hier die größte Geschwindigkeit auf der Wagerechten = 30 km i. d. Std. zu setzen, also $D = 1,30$ m.

Kolbenhub s (nach S. 151) = $0,8 - 0,13 D = 0,8 - 0,13 \cdot 1,30 = 0,63$ m.

Wirkungsgrad der Maschine n. S. 147: $\eta = 0,76$; Füllung $\varepsilon = 0,4$; damit wird für $p_0 = 10$, $p = 0,95 \cdot 10 = 9,5$ Atm. Die indizierte Spannung $p_i = 0,6 p = 5,7$ Atm.

$$\text{Cylinderdurchmesser (n. S. 147): } d = \sqrt{\frac{4911 \cdot 130}{0,76 \cdot 5,7 \cdot 63}} = 48 \text{ cm.}$$

Die Zahl der (für das Lokomotivgewicht von 32 t) erforderlichen Achsen beträgt drei. Das Reibungsgewicht muß $\geq \frac{6000}{0,15} = 40000$ kg = 40 t; daher ist letzteres Gewicht auszuführen und alle Achsen sind zu kuppeln.

c. Cylinder und Kolben.*)

Die Cylinder sind meist wagrecht am vorderen Ende des Rahmens angebracht; geneigt liegende Cylinder kommen vor bei Lokomotiven mit drehbarem Vordergestell oder bei innenliegenden Cylindern, wenn sämtliche Achsen gekuppelt sind. Neigung etwa $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{15}$.

Bestimmung des **Cylinderdurchmessers** s. S. 147.

Kolbenhub:

$$s = 80 \text{ cm} - 0,13 D.$$

Hierbei muß jedoch $s < D - 0,46 \text{ cm}$ sein, damit die Pleuelköpfe nicht in die Begrenzungslinie für die Betriebsmittel hineinragen.

Wandstärke des Cylinders:

$$\delta = 0,02 d + 1,6 \text{ cm.}$$

In den tiefsten Punkten der Cylinder und Schieberkasten sind **Ablafshähne** so anzuordnen, daß sie gleichzeitig vom Führerstande aus bedient werden können.

Kolben und Kolbenstange meist aus Flußstahl ($K_z > 5000 \text{ kg f. d. qcm}$, Dehnung $> 20 \%$). Verbindung beider durch Verschrauben oder durch Aufpressen mit Wasserdruck. Die schwedischen Kolben mit selbstspannenden Dichtungsringen haben sich gut bewährt. Letztere meist aus Gußeisen, 12 bis 15 mm dick, 25 bis 30 mm breit. Steg zwischen beiden Kolbenringen etwa 15 mm stark.

Trieb- und Kuppelstangen aus Flußeisen mit $K_z > 4000 \text{ kg f. d. qcm}$, Dehnung $> 22 \%$.

d. Steuerungen.**)

Als Lokomotivsteuerungen gewöhnlich Kulissensteuerungen mit einem Schieber angewandt: Stephenson, Gooch, Allan und Heusinger von Waldegg, neuerdings auch Steuerungen ohne Kulisse wie Joy.***)

Mittlere Verhältnisse für die ersten drei Steuerungen; Excentricität $r = 50$ bis 80 mm; äußere Deckung $e = 15$ bis 30 mm; innere Deckung $i = 0$ bis 10 mm; Voreilungswinkel $\delta = 10$ bis 35° .

Die preuß. Normmaschinen haben Allan-Steuerung mit gekreuzten Stangen; bei der Personenzugmaschine Kulisse in der Mitte, bei der Güterzugmaschine unten aufgehängt. Hier ist $r = 64$, $e = 20$, $i = 1,5 \text{ mm}$, $\delta = 30^\circ$.

Querschnitt der Einströmungskanäle bei Kanalschiebern $f = \frac{1}{2} O$, bei gewöhnlichen Muschelschiebern $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{15}$ der Kolbenfläche O .

Länge der Kanäle etwa 50 bis 80 mm geringer als der Cylinderdurchmesser; dadurch ist ihre Breite bestimmt.

*) Angaben über Kolbenstangen, Schubstangen, Kreuzköpfe s. Fünfter Abschnitt, Maschinenteile; Abteil. I. S. 494, 506, 510.

***) Vergl. Siebenter Abschnitt, Kraftmaschinen. III.

****) Ueber die Joy-Steuerung s. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 1052 u. Org. f. E. 1887, S. 19; auch Siebenter Abschnitt, Kraftmaschinen. III.

Schieberweg nach beiden Seiten hin um etwa 5 mm größer als zur vollständigen Öffnung der Kanäle nötig ist.

Schieber von Gußeisen haben sich bei richtiger Härte des Materials sehr gut bewährt. Schieber von Rotguß kostspieliger. Schieber mit Kompositionsausfütterung haben sich teilweise, namentlich auf Strecken mit längeren Gefällen, nicht bewährt. Allgemein zu empfehlende Entlastungsschieber bis jetzt nicht vorhanden. Für die Schieber dauernde Schmierung zu empfehlen.

Die Steuerungen beider Dampfcylinder müssen vom Führerstand gestellt werden können.

Mit Ausnahme der Rangiermaschinen, für welche Hebelsteuerung bequemer, ist Schraubensteuerung zu empfehlen.

Um für das Bewegen der Steuerung in jeder Richtung gleiche Widerstände zu haben, bringt man Gegengewichte an, welche das Gewicht der einzelnen Steuerungsteile bei der Bewegung wirkungslos machen sollen. Bei nordamerikanischen Lokomotiven statt des Gegengewichtes auch Federn angewandt.

e. Trieb- bzw. Kuppelachsen und Gegengewichte.

Form der **Achsen** abhängig von der Lage der Cylinder und der Steuerung. Material für die Achsen meist (weicher) Flußstahl von 0,25 bis 0,30% C-Gehalt, $K_z > 5000$ kg f. d. qcm, Dehnung $> 20\%$; die Räder werden als schweißeiserne Speichenräder hergestellt und durch Aufpressen mittelst Wasserdruckes (von 75 bis 80 t für Hauptbahnen, von 50 bis 60 t für Tender und für Nebenbahnen) mit der Achse verbunden.

Stärke in cm (bei außenliegenden Schenkeln Nabendurchmesser, bei innenliegenden Schenkeln Schenkeldurchmesser) ist näherungsweise für Stahl:

$$d = 1,5 \sqrt[3]{QD},$$

worin Q die Achsbelastung in kg, D den Raddurchmesser in cm bezeichnet. Plötzliche Querschnittsänderungen sind zu vermeiden.

Der **Triebraddurchmesser** D muß so gewählt werden, daß folgende Kolbengeschwindigkeiten und Umdrehungszahlen nicht überschritten werden:

	Lokomotive mit		
	ungekuppelten oder 4 gekuppelten Rädern.	6 gekuppelten Rädern.	8 gekuppelten Rädern.
Kolbengeschwindigkeit in m i. d. Min. . . .	325*)	250	200
Umdrehungszahl d. Trieb- räder i. d. Min. (T.V.108.)	260	200	160

*) Nach N. f. K. ist nur 300 i. d. Min. zulässig.

r_1 den Schwerpunktsabstand der Gegengewichte G_1 und G_2 vom Achsmittel,

r den Kurbelhalbmesser,

Q_t das Gewicht der auszugleichenden Triebmasse,

Q_k das Gewicht der auszugleichenden Kuppelmasse.

$$\text{Dann ist: } G_1 = Q_t \frac{r}{r_1} \frac{a \pm b}{a} \pm Q_k \frac{r}{r_1} \frac{a + b_1}{a};$$

$$G_2 = Q_t \frac{r}{r_1} \frac{b}{a} \pm Q_k \frac{r}{r_1} \frac{b_1}{a}.$$

Beide Gegengewichte eines Triebrades vereinigt man zu einem einzigen, welches dieselbe Centrifugalkraft besitzt, wie die beiden einzelnen zusammen.

Bezeichnet noch:

G das auszuführende Gegengewicht,

φ den Winkel, um welchen G gegen G_1 in der Radebene versetzt ist, dann ist:

$$G = \sqrt{G_1^2 + G_2^2}; \quad \text{tg } \varphi = \frac{G_2}{G_1}.$$

Hierbei ist zu beachten, daß bei aufsenliegenden Cylindern die voreilende Kurbel ein um den Winkel φ voreilendes Gegengewicht und die nacheilende Kurbel ein um den Winkel φ nacheilendes Gegengewicht erhält. Bei Innencylindern findet das Umgekehrte statt.

Die sich drehenden Massen werden hierbei ganz ausgeglichen, während die hin- und hergehenden Massen der Personenzug-Lokomotiven zu etwa $\frac{1}{4}$ und die der Güterzug-Lokomotiven etwa zur Hälfte ausgeglichen werden.

Das Gewicht der Pleuelstange wird zu $\frac{3}{8}$ zu den sich drehenden, zu $\frac{2}{8}$ zu den hin- und hergehenden Massen gerechnet.

Für Maschinen mit Aufsencylindern ist etwa $G = 0,28 F$ kg, wobei F die Kolbenfläche in qcm darstellt.

IV. Das Gestell der Lokomotive.

a. Rahmen.

Hauptrahmen liegen innerhalb oder außerhalb der Räder, sind an der Rauchkammer fest mit dem Kessel verbunden und bestehen entweder aus einer 25 bis 35 mm starken Schweißeisen- oder Martineisen-Platte oder aus zwei 8 mm starken Platten in 50 mm Entfernung von einander. Die Höhe der Rahmen über den Achsbüchsen sei mindestens 250 bis 300 mm. Die Ecken sind zur Vermeidung von Einbrüchen gut auszurunden. Die Verbindung der Rahmen mit dem Feuerbüchsmantel muß eine Längsverschiebung des letzteren gestatten. Unter einander werden die beiden Rahmen

noch mehrfach verbunden, namentlich um eine gute Führung der Achsen zu erzielen.

Die vorderen und bei Tendermaschinen auch die hinteren Enden werden durch die Bufferbohle verbunden, die zur Aufnahme der Zug- und Stossvorrichtungen und der Signallaternenstützen dient. Die hinteren Rahmenenden sind durch den Zugkasten verbunden, in welchem die Kupplungsteile für die Verbindung der Lokomotive mit dem Tender befestigt werden. Weitere Verbindungen durch wagerechte bzw. lotrechte Bleche zwischen den Cylindern, in der Nähe der Triebachse und vor der Feuerbüchse.

Nebenrahmen kommen vor bei Anwendung drehbarer Radgestelle. Diese sollen bei starken Bahnkrümmungen einen längeren Radstand (s. u.) ermöglichen. Sie müssen vorhanden sein bei drei- und mehrachsigen Lokomotiven, deren Radstand die unten angegebenen Grenzen erheblich übersteigt. (T. V. § 91). Der Radstand zweiachsiger Drehgestelle sei mindestens gleich der Spurweite.

b. Radstand und Achsen.

Ein möglichst langer Radstand ist zu empfehlen. Als **größte Radstände** (bei festen Achsen) in Rücksicht auf Schonung des Materials gelten, wenn in freier Strecke vielfach Krümmungen vorkommen von:

180	210	250	300	400	500	600	über 600 m	Halbm.
2,8	3,1	3,5	3,9	4,6	5,2	5,8		6,0 m Radstand.

(T. V. § 89). Bei größeren Radständen drehbare Radgestelle oder verstellbare Achsen erforderlich. (T. V. § 91.)

Güterzug-Lokomotiven mit festen, seitlich nicht verschiebbaren Achsen dürfen höchstens 4,5 m Radstand erhalten. (N. f. K. § 24.)*

Der **Druck eines Rades auf die Schienen** soll 7000 kg nicht übersteigen. (N. f. K. § 29; T. V.** § 67.)

Gekuppelte Achsen sind möglichst gleichmäßig zu belasten; bei dreiachsigen Lokomotiven muß die Vorderachse mindestens $\frac{1}{4}$, bei mehrachsigen mindestens $\frac{1}{6}$ des Lokomotivgewichtes erhalten. Zweiachsige Drehgestelle sollen bei zweifach gekuppelten Lokomotiven mindestens $\frac{1}{8}$, bei dreifach gekuppelten Lokomotiven mindestens $\frac{1}{4}$ des Lokomotivgewichtes tragen. (T. V. § 92.)

Stärke der **Radreifen** mindestens 24 mm, Breite nicht unter 130 und nicht über 150 mm, der lichte Abstand zwischen den Radreifen nicht unter 1357 und nicht über 1363 mm; Neigung der Lauffläche $\frac{1}{10}$ empfohlen. Spielraum der Spurkränze nicht unter 10 mm und nicht über 25 mm, mit Ausnahme der Mittelachse sechsrädriger Lokomotiven, für welche 40 mm zulässig. (Bp. R. § 12; N. f. K. §§ 34, 35, 36; T. V.** §§ 71 bis 73.)

*) Der Hinweis auf eine Bestimmung der N. f. K., des Bp. R. und der B. O. bezieht sich hier und in allen folgenden Fällen auf die (neuen) Verordnungen vom 5. Juli 1892. (S. Nachtrag zum Neunten Abschnitt, S. 679.)

c. Federn und Balanciers.

Die Federn der Lokomotiven meist als Blattfedern hergestellt, unter einander zur Ausgleichung der Stöße und zur besseren Lastverteilung durch Balanciers oder durch Winkelhebel verbunden.

Berechnung s. Abteil. I. S. 371.

Länge der Federn 750 mm bis 1100 mm (preufs. Norm. 950 mm gestreckt) bei einem Profil des Federblattes von 90 · 13 mm. Gewicht der preufs. Normalfeder = 110 kg bei 10 bis 11 Lagen. Federbund 100 mm breit, Pfeil 10 mm.

d. Zug- und Stossvorrichtungen, Bahnräumer, Bremsen.

Die Untergestelle müssen bei Lokomotiven an der vorderen, bei Tendem an den hinteren, bei Tenderlokomotiven an beiden Stirnseiten mit federnden Zug- und Stossvorrichtungen versehen sein. (Bp. R. § 12; B. O. § 15; N. f. K. § 30; T. V.** § 76). Konstruktion wie bei den Wagen (s. S. 168).

Zwischen Tender und Lokomotive ist eine **Haupt-** und eine **Notkupplung** anzuordnen, von denen die letztere erst in Wirkung tritt, wenn die erstere sich gelöst hat. (T. V. § 106.)

An der vorderen Stirnseite der Lokomotiven und an beiden Seiten der Tenderlokomotiven sind über den Schienen in 50 bis 70 mm Abstand von diesen kräftige **Bahnräumer** anzubringen. (Bp. R. § 10; B. O. § 13; T. V.** § 104.) Jede Tenderlokomotive muß außer sonst noch vorhandenen Bremsvorrichtungen mit einer **Handbremse** versehen sein. (Bp. R. § 11; B. O. § 14; T. V.** § 107.)

Personenzug-Lokomotiven für Züge mit Geschw. über 60 km i. d. Std. müssen durchgehende Bremse besitzen (Bp. R. § 11). Lokomotiven für Strecken mit unbewachten Wegübergängen sind mit **Läutewerk** auszurüsten. (B. O. § 12; Gz. f. L. § 63.)

V. Der Tender.

Untergestell entweder wie das der Lokomotiven aus Schweißisen-Platten oder entsprechend den Wagenuntergestellen aus gewalztem I-Eisen hergestellt.

Die Tender erhalten zwei oder drei **Achsen**, letzteres namentlich für raschfahrende Tender zu empfehlen; die Achsbelastungen sind dann zweckmäÙig durch Balanciers auszugleichen. Radstand wie bei den Lokomotiven. (T. V. § 112.)

Achsstärken wie bei den Wagen. (N. f. K. § 38.)

Jeder Tender muß mit einer kräftig wirkenden **Handbremse** ausgerüstet sein, ohne Rücksicht auf etwa vorhandene andere Bremsvorrichtungen. (Bp. R. § 11; T. V.** § 115; B. O. § 14.) Bei dreiachsigen Tendem wirkt die Bremse meistens nur auf Vorder- und Hinterachse. Für genügende Belastung der Hinterachse ist zu sorgen, um Entgleisungen beim Rückwärtsfahren der Lokomotiven vorzubeugen.

An der Hinterwand des Tenders sind **Signallaternenstützen** anzubringen. (T. V.** § 83.) **Bahnräumer** an der hinteren Seite des Tenders sind vorzusehen. (Bp. R. § 10.)

Wasserkasten entweder hufeisenförmig oder prismatisch. Bleche von 5 bis 8 mm Stärke, Decke der prismatischen und Boden der hufeisenförmigen Wasserkasten 8 bis 10 mm stark. Sie müssen 8 bis 15 cbm Wasser fassen können und außerdem genügenden Raum für den Brennstoff freigeben (für Steinkohlen 3000 bis 5000 kg). Größte Höhe des Wasserbehälters 2,75 m über S.O. (N. f. K. § 25; T. V. ** § 114.)

Verbindung mit dem Untergestell muß derart sein, daß bei Zusammenstoßen eine Verschiebung des Wasserkastens nicht eintreten kann. (T. V. § 114.)

Zur Erkennung des Wasserstandes sind geeignete **Schwimmer** oder **Probierhähne** anzuordnen.

Normaltender der preussischen Staatsbahnen.

Die Zahlen beziehen sich auf den älteren Tender von 10,5 cbm, die eingeklammerten Zahlen auf den neueren Tender von 15 cbm Wasserraum.

Untergestell: Länge 5,6 m (5,65 m) zwischen den Aufsenflächen der Kopfstücke bei einem Radstand von 3,3 m (3,35 m).

Länge von Vorderkante Zugkasten bis Mitte Vorderachse: 1,21 m (1,24 m).

Länge von Mitte Hinterachse bis Hinterkante Kopfstück: 1,09 m (1,21 m).

Abstand zwischen den Langträgern: 1,856 m (1,796 m).

Länge des Kopfstückes: 2,6 m (2,8 m.)

Als Profile sind vorgeschrieben: *)

Hauptlangträger: \square 260.90.10 mm; Kopfschwellen: \square 260.90.10 mm; Querträger: \square 145.60.8 mm; Diagonalen: \square 180.70.8 mm; Zugwinkel: \angle 65.65.9 mm.

Wasserkasten: Länge des Wasserkastens 4,45 m, Höhe hinten 0,98 m (1,15 + 0,465 m), Höhe vorn 0,42 m (0,48 + 0,465 m), Breite 3,0 m (3,088 m). Nutzinhalt 10,5 cbm (15 cbm). Länge des vorderen wagerechten Teiles der Decke = 0,6 m, des hinteren = 1,85 m. Stärke der Decke 9 mm, Stärke der übrigen Wände 6 mm (8 mm). Gewicht des Tenders leer 11750 kg (16900 kg), gefüllt mit Wasser und Kohlen rd. 26250 kg (36900 kg).

Die Güterzug-Lokomotiven erhalten jetzt Tender von 12,5 cbm Wasserraum.

B. Wagen.

T. E. bezeichnet in folgendem eine Bestimmung der a. S. 28 unter II. 3. angegebenen Berner Vereinbarungen vom 17. Februar 1887.

Neue Wagen dürfen erst in Gebrauch genommen werden, nachdem sie untersucht und als sicher befunden sind. (Bp. R. § 17. B. O. § 18).

a. Breiten- und Höhenmaße (für Vollbahnen).

Umgrenzungslinie der festen Teile

1. gemäß N. f. K. § 23 s. Abbild. 121 (wie für Lokomotiven).

Nach den vom 1. Januar 1893 ab gültigen N. f. K. ist auf die obere Kante der Umgrenzungslinie noch ein Trapez aufzusetzen, dessen Höhe 130 mm und dessen parallele Seiten 2.400 = 800 mm (unten) und 2.200 = 400 mm (oben) Länge haben. Hiernach Abbild. 121 a. S. 137 zu ergänzen.

Ueber die obere Begrenzungslinie hinaus, bis 4,57 m über S.O. dürfen **überbaute Schaffnersitze** ragen, jedoch in der Breite mit einem Spielraum von mindestens 150 mm gegen die Umgrenzungslinie des lichten Raumes.

Unter 130 mm über S.O. dürfen nur herabreichen (bei mindestens 50 mm seitlicher Entfernung von der Umgrenzungslinie des lichten Raumes)

*) Der 15 cbm-Tender hat Rahmen ähnlich wie die Lokomotiven.

α. Für Wagen mit steifen Achsen und Vereins-Lenkachsen.

In der Entfernung von der Endachse. m	Einschränkung der größten Gesamtbreite in mm									
	zwischen den Endachsen bei dem Radstande von m			über die Endachsen hinaus bei dem Radstande von m						
	6	8	10	2,5	3	4	5	6	8	10
0,5	0	6	14	16	10	1	0	0	0	0
1,0	0	15	30	35	22	5	0	0	2	9
1,5	0	21	44	55	45	35	32	33	41	51
2,0	0	25	55	102	88	75	71	72	82	96
2,5	0	25	63	—	—	117	112	114	126	144
3,0	0	23	68	—	—	—	156	158	173	195
3,5	—	18	70	—	—	—	—	205	222	248
4,0	—	10	70	—	—	—	—	—	275	304
4,5	—	—	66	—	—	—	—	—	330	363
5,0	—	—	60	—	—	—	—	—	—	425

β. Für Wagen mit Drehgestellen bis zu 2,5 m Radstand.

In der Entfernung vom Drehzapfen. m	Einschränkung der größten Gesamtbreite in mm										Unterschied der Einschränkungen f. d. ffd. m Entfernung d. Drehzapfen. mm
	zwischen den Drehzapfen, bei deren Entfernung in m					über den Drehzapfen hinaus, bei der Entfernung der Drehzapfen in m					
	6	8	10	20	36	6	8	10	20	36	
1,0	0	0	0	31	111	0	0	0	0	41	5,00
2,0	0	0	18	125	297	0	0	0	91	263	10,74
3,0	0	13	46	210	472	1	34	67	231	493	16,40
4,0	—	18	62	283	636	73	117	161	382	735	22,06
5,0	—	—	69	346	789	157	212	268	545	987	27,68
10,0	—	—	—	490	1389	—	—	—	—	—	56,19
18,0	—	—	—	—	1751	—	—	—	—	—	—

γ. Für Wagen mit Drehgestellen von mehr als 2,5 m Radstand

sind die Breiten-Einschränkungen zwischen den Drehzapfen zu vergrößern, über die Drehzapfen hinaus um gleich viel zu verkleinern, nach folgender Angabe:

bei 3,5 m Radstand des Drehgestells 8 mm Aenderung,

" 4,5 " " " " " 19 " "

" 5,5 " " " " " 34 " "

" 6,5 " " " " " 50 " "

In der Höhe von 1270 bis 3476,5 mm über S.O. ist eine Verminderung der Einschränkung der Gesamtbreite um 40 mm, darüber um 10 mm zulässig.

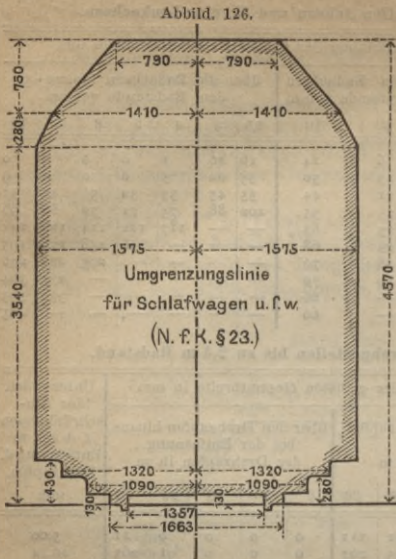
3. Umgrenzungslinie aufsergewöhnlicher Wagen des durchgehenden Verkehrs (Schlaf-, Luxus- u. Gepäckwagen) s. Abbild. 126 a. S. 160. (N. f. K. § 23, 3; T. V. § 118.)

4. Fußbretter der Schaffnersitze nicht höher als 2,85 m über S.O. (T. V. ** § 117).

b. Bezeichnung und Ausrüstung der Wagen.

1. Jeder Wagen muß folgende Bezeichnungen tragen:

1. Name der Eisenbahn, zu welcher er gehört;
2. Ordnungsnummer, unter der er in der Werkstätte geführt wird;



3. Eigengewicht einschl. Achsen und Räder;
4. Ladegewicht u. Tragfähigkeit (bei Güter- und Gepäckwagen);
5. Zeitpunkt der letzten Untersuchung;
6. Radstand;
7. Angabe, ob Lenkachsen oder verschiebbare Mittelachse vorhanden;
8. Bei period. Schmierung der Achsen der Zeitpunkt der letzten Schmierung.

Bei Schmalspurbahnen können die Angaben 6 bis 8 fortfallen.

(Bp. R. § 18; B. O. § 19; T. V. ** § 123; T. E. § 24: 1—4, 6, 7.)

Außerdem sind zweckmäßig das Bremssystem (bei durchgehenden Bremsen)

und der Inhalt der Gasbehälter (bei Gasbeleuchtung) anzugeben. (T. V. § 123.)

2. Personen-, Post-, Gepäck- und die als Schlafwagen laufenden Güterwagen sind mit **Laternenstützen** zu versehen, die entweder seitlich oder über die Wagendecke hervorragen. Höhe der Stützenoberkante über S. O. bzw. seitliche Entfernung der Stützenmitte von Wagenmitte im ersteren Falle höchstens 3 m über S. O. bzw. 1,4 m, im letzteren höchstens 3,6 m über S. O. bzw. 1,2 m. Laternenstützen von quadratisch spitzkantförmiger Gestalt, 76 mm hoch mit 35 mm bzw. 46 mm Seitenlänge und diagonal zur Wagenachse gestellt. **Laternenkasten**, mit den Seitenflächen parallel zur Wagenachse, höchstens 250 mm breit und 280 mm hoch. **Laternenaufsatz** (Schornstein) 140 mm breit und 120 mm hoch. (Bp. R. § 15; T. V. § 83.)

e. Untergestell.

1. Radstand der Wagen hängt ab von den zu durchzufahrenden Bahnkrümmungen. (T. V. § 119.)

Krümmungs-Halbmesser		180	210	250	300	400	500	600
Radstand	mit Rücksicht auf Schonung d. Materials	3,5	3,9	4,3	4,8	5,7	6,5	7,2
	Grenzwerte für Betriebs-Gefährdung	4,5	4,9	5,4	6,0	7,2	7,2	7,2

Die Mittelachse von Wagen mit mehr als 2 Achsen und mit mehr als 4 m Radstand soll eine dem Halbmesser von 180 m entsprechende Verschiebbarkeit haben. (N. f. K. § 26). Der Radstand aller Wagen soll allgemein nicht unter 2,5 m (T. E. § 1), der der Güterwagen nicht über 4,5 m betragen, sofern keine Lenkachsen vorhanden sind. (N. f. K. § 26. T. V. § 119.)

Für Lokalbahnen wird empfohlen (Gz. f. L. § 78) bei Vollspur:

Krümmungs-Halbmesser	50	75	100	125	150	180	210	250	300 m
Radstand	1,4	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8 m

Bei Schmalspur Vergrößerung des Radstandes zulässig, u. zw. bei 1,0 m Spurweite = 0,20 m, bei 0,75 m Spurweite = 0,30 m.

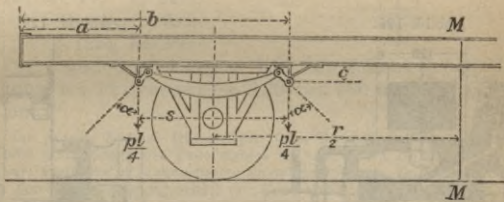
2. Verhältnis zwischen Länge des Gestelles und Radstand.

Bezeichnet:

l die Länge der Langträger,

q die Belastung eines Langträgers f. d. Längeneinheit (die übrigen Bezeichnungen ergibt die Abbild. 127),

Abbild. 127.



so ergibt sich unter der Annahme, daß bei gleichmäßig verteilter Last die größten Biegemomente zwischen den beiden Federgehängen einer Achse (M_{\max}) und zwischen den inneren Federgehängen beider Achsen (M'_{\max}), nämlich

$$M_{\max} = \frac{qa^2}{2} + c \frac{ql}{4} \operatorname{tg} \alpha \quad \text{und} \quad M'_{\max} = \frac{ql}{4} (2a + s) - \frac{ql^2}{8},$$

einander gleich sein sollen, der Radstand aus:

$$\frac{r}{l} = -\frac{s}{l} + \sqrt{\frac{2s}{l} - \frac{2c}{l} \operatorname{tg} \alpha}.$$

Die Länge des Untergestelles l soll den doppelten Radstand nicht überschreiten: $l < 2r$. (T. V. § 121.)

Beanspruchung des Langträgers zu ermitteln aus $M_{\max} = Wk_b$.

Mafse der Untergestelle preussischer Normal-Güterwagen s. S. 172.

Eisenprofile (Preufs. Norm.).

Hauptlangträger: \square -Eisen 235 · 90 · 10 · 12 mm.

Kopfschwellen: \square -Eisen, 2,6 m lang, u. zw. 235 · 90 · 10 · 12 mm für P.- und G.-Wagen, \square 260 · 90 · 10 · 10 mm für bedeckte G.-W., \square 300 · 75 · 10 · 10 mm für offene und bedeckte G.-W. (Vergl. S. 633.)

Querträger: \square -Eisen 120 · 55 · 7 · 9 mm.

Diagonalen: \square -Eisen 145 · 60 · 8 · 8 mm.

Zugapparat: L-Eisen 80 · 80 · 12 mm.

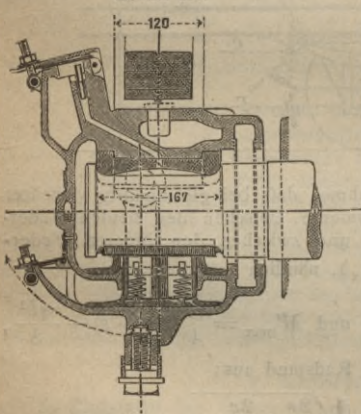
Zugwinkel: L-Eisen 65 · 65 · 9 mm (ohne Bremse), 145 · 60 · 8 mm (mit Bremse).

3. Achshalter bestehen entweder aus Blech oder aus Flach-eisen von 15 bis 20 mm Stärke, 70 bis 80 mm Breite. Zur Ver-strebung in der Längsrichtung des Wagens dienen Flacheisen von gleicher Dicke und 55 bis 65 mm Breite, die mit den Achshaltern meist zusammengeschweißt werden. An den Gleitstellen der Achsbüchse werden besondere, auswechselbare Führungstücke angeboten.

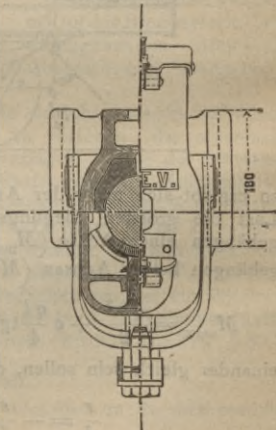
4. Achsbüchsen werden ein- und zweiteilig hergestellt; ihre Bau-art hängt wesentlich von der Art der Zuführung des Schmiermittels ab.

Abbild. 128 bis 130 zeigen die Achsbüchse der preufs. Normalwagen. Gewicht 52,5 kg.

Abbild. 128.



Abbild. 129.



Achsbüchse gewöhnlich aus Gufseisen. Lagerfutter Rotgufs (86% Cu, 14% Sn) oder Weißmetall (85% Sn, 10% Sb, 5% Cu oder 83% Sn, 11% Sb, 6% Cu). Die eigentliche, zum Tragen kommende Fläche des Lagerfutters beträgt etwa $\frac{1}{4}$ der Schenkelfläche.

Eigengewicht so gering als möglich (30 bis 50 kg). Schmier-

mittel: Rüböl und Mineralöl; Zuführung nach Bedarf oder periodisch in größeren Mengen. Die Fugen zwischen Ober- und Unter-Kasten sowie die am Umfange der Achse nach der Nabe zu, sind möglichst dicht zu verschließen, um Verluste von Schmiermaterial und Eindringen von Staub zu verhüten. (T. V. § 124.) Hierzu empfehlenswert der Lösewitsche Dichtungsring (Filzring, durch eine Stahldrahtfeder, welche in einem umlaufenden Schlitz des Ringes liegt, stets gegen die Achse und die Seitenwände der Achsbüchse gedrückt*).

5. Federn. Berechnung s. Abteil. I. S. 371.

Alle Wagen mit Ausnahme derer, die nur in Arbeitszügen laufen, müssen mit Tragfedern versehen sein (Bp. R. § 12; B. O. § 15; T. V. ** § 125).

Länge bei Güterwagen mind. 1,00 m (T. V. § 125), bei Personen-, Post- und Gepäckwagen 1,70 bis 2,00 m (mind. 1,50 m). Durchbiegung bei Personenwagen 120 bis 160 mm, bei Güterwagen etwa 50 mm.

Federn der preufs. Normal-Güterwagen (und Normal-Personenwagen): Länge 1100 mm (2000 mm), Breite des Federstabes 90 mm, Dicke 13 mm, 8 Lagen (9, 10 und 11 Lagen); Pfeilhöhe in unbelastetem Zustande 130 mm, Durchmesser des Auges 30 mm. In der Längsrichtung erhält der Federstahl in der Mitte oben eine halbkreisförmige Vertiefung von 5, unten eine Erhöhung von 4 mm Höhe. Gewicht der Feder etwa (110) kg.

6. Achsen. Es bezeichne:

Q die ruhende Belastung der Achse in kg,

D den Raddurchmesser in mm,

h die Höhe des Wagenschwerpunktes über der Achsmittle in mm, s die Entfernung der Unterstützungspunkte der Räder in mm,

L die Entfernung der Achsschenkelmitten von einander in mm.

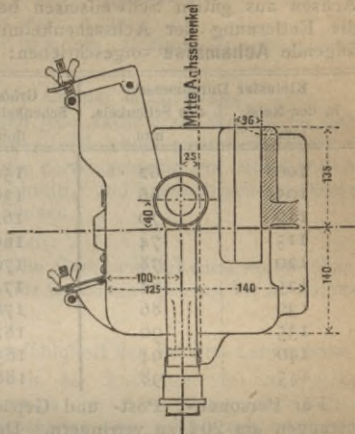
Die während der Fahrt auftretenden Seitenstöße, deren Größe bis $H = 0,4 Q$ betragen kann, bewirken auf der einen Seite der Achse eine **Vermehrung des Raddruckes** um:

$$q = \frac{h + 0,5 D}{s} H,$$

und eine **Vergrößerung des Schenkeldruckes** um:

$$p = \frac{h}{L} H.$$

Abbild. 130.



* S. Gl. Ann. 1890, Bd. 27, S. 31.

Bestimmung des **Achsdurchmessers** an irgend einer Stelle s. Abteil. I. S. 421.

Schenkellänge = $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Schenkeldurchmesser.

Bei verschiedenen Belastungen sind für Güterwagen- (und Tender-) Achsen aus gutem Schweißeisen bzw. aus Flußstahl, bei denen die Entfernung der Achsschenkelmitten nicht über 2 m beträgt, folgende **Achsmasse** vorgeschrieben: (N. f. K. § 38; T. V. ** § 75.)

Kleinster Durchmesser in der Nabe. mm	des Schenkels. mm	Größte Schenkellänge. mm	Größte Belastung der Achse für Schweißeisen. für Flußstahl.	
			kg	kg
100	62	150	3600	4300
105	66	156	4200	5000
110	70	162	4900	5800
115	74	166	5500	6600
120	78	170	6300	7500
125	82	174	7100	8500
130	86	178	8100	9600
135	90	182	9000	10700
140	94	185	10100	12000
145	98	188	11100	13200

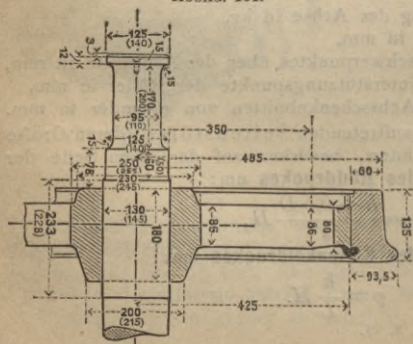
Für Personen-, Post- und Gepäckwagen sind vorstehende Belastungen um $20\frac{0}{0}$ zu verringern. Der Achsdurchmesser in der Nabe darf bei ihnen nicht unter 115 mm betragen. Wagen- und Tenderachsen dürfen keine scharfen Absätze haben. (N. f. K. § 38; T. V. ** § 75.) Für Schmalspur besondere Bestimmungen. (Gz. f. L. § 46.)

Wagenachse der preussischen Staatsbahnen s. Abbild. 131.

Die eingeklammerten Zahlen gelten für die Achsen der Wagen von 15 t Ladegewicht (s. S. 172).

Das Maß von Mitte zu Mitte Achsschenkel beträgt dabei 1,956 m und der Durchmesser der Achse in der Mitte zwischen den Naben 120 (135) mm.

Abbild. 131.



7. Drehgestelle und Lenkachsen für große Radstände. Bei ersteren 2 oder 3 Achsen in einem besonderen, um einen am Hauptrahmen angebrachten Zapfen drehbar gelagerten Gestell vereinigt. Radstand des Drehgestells $>$ Spurweite. Bei entlasteten Drehgestellen (Lenkachsen) wird das Wagengewicht nicht auf das Drehgestell, sondern unmittelbar durch die Tragfedern auf die Achsbüchsen übertragen.

Vereins-Lenkachsen *) sind (nach Beschl. d. Gen.-Vers. d. V. d. E.-V. zu Stuttgart am 26. bis 28. Aug. 1886) Wagenachsen (von genehmigter Anordnung), deren Verbindung mit dem Wagengestell eine Einstellung nach dem Krümmungsmittelpunkte in allen vorkommenden Bahnkrümmungen gestattet. Ausgeschlossen sind:

1. Drehgestelle mit mehr als einer Achse;
2. Einzelachsen, bei denen nur ein größter Ausschlag von $< \pm 5$ mm möglich ist.

Man unterscheidet a) nach der Art der Einstellung:

1. **Freie** Lenkachsen, bei denen jede Achse eines Wagens für sich allein (unabhängig von den übrigen) sich radial einstellen kann.
2. **Gekuppelte** Lenkachsen, die derart gelenkig mit einander verbunden sind, daß sie nur gleichzeitig und symmetrisch zur Mitte des Radstandes sich einstellen können.

b) nach der Fahrgeschwindigkeit:

- Gruppe A, unbeschränkt für alle Geschwindigkeiten verwendbar.
 Gruppe B, beschränkt, u. zw. für Geschwindigkeiten bis höchstens 50 km i. d. Std. verwendbar.

Bedingungen für die Uebergangsfähigkeit der Vereins-Lenkachsen.

1. Vollkommene Einstellbarkeit der Endachsen bis zu 300 m Krümmungshalbmesser; hierzu muß die Abweichung der Achsschenkel in der Ebene der Achshalter $a = \pm 1,5 r$ mm betragen, wobei r der Radstand in m.

2. Größte Verschiebung der Achsschenkel ± 25 mm; diese größte Verschiebung muß durch die Anordnung fest begrenzt sein.

3. Rückkehr der Achsen in die Mittelstellung muß zwangsweise erfolgen. Ist diese Rückkehr durch das Wagengewicht mittelst pendelnder Gehänge der Tragfedern erzielt, so müssen Tragfedern und Achsbüchsen so mit einander verbunden sein, daß eine Verschiebung oder ein Abkippen beider nicht erfolgen kann.

4. Das Bremsen der Achsen ist doppelseitig u. zw. mit gleichem Druck aller 4 Bremsklötze einer Achse zu bewirken. Die Aufhängung der Bremse darf die radiale Einstellung der Achse nicht beeinflussen, weder bei angezogenen, noch bei gelösten Klötzen. Die Hauptbrems-Zugstange muß in der Längsmittellinie des Wagens liegen.

Lenkachsen A_1, A_2, A_3 **) für dreiachsige Wagen mit und ohne Bremse; Mittelachse mit besonderem Gestell verschiebbar, hierdurch radiale Einstellung der Endachsen.

Lenkachse A_4 ***) (Elsafs-Lothr. Bahnen) für zwei- und dreiachsige Wagen mit 4,5 m und mehr Radstand, mit und ohne Bremse; freie Lenkachsen; Querspielraum der Endachsen mind. 10 mm.

Lenkachse B_1 †) für zweiachsige Wagen ohne Bremse.

*) Ausführlicheres s. Frank, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892. S. 685 u. f.

**) S. Org. f. Fortschr. 1887, S. 76

***) S. ebendas. 1890, S. 25.

†) S. ebendas. 1887, S. 76.

Lenkachsen B_2 bis B_4^*) für zweiachsige Wagen mit und ohne Bremse.

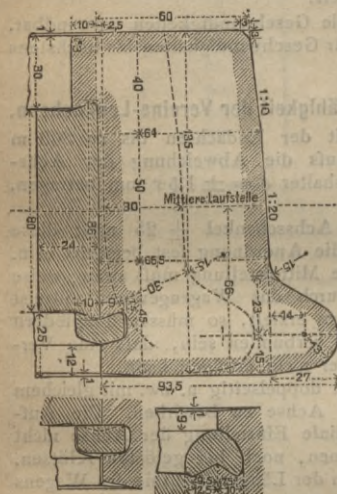
Lenkachse B_5^{**}) (Oesterr. Staatsbahnen) für zweiachsige Wagen mit Bremse. Länge der Führungsleisten der Lagerkasten $l = 2a + 10$ mm. (Ueber a s. v. S.)

8. Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein (Bp. R. § 12. B. O. § 16. N. f. K. § 35, T. V. ** § 72). Speichen- und Scheibenräder, erstere auf europäischen Bahnen meist aus Schweifeseisen, letztere aus Flusstahl, Gufeseisen und Schweifeseisen. Radscheiben aus Holz oder Papiermasse sind nur unter Wagen ohne Bremse zulässig. (T. V. ** § 68.)

Der kleinste zulässige Raddurchmesser (ausschl. Radreifen) beträgt 800 mm (N. f. K. § 37; T. V. § 69).

Die Räder werden auf die Achsen durch Wasserdruck von 50000 bis 80000 kg aufgepreßt; die Bohrung der Nabe erhält hierzu eine Verjüngung von etwa 1:200.

Abbild. 132.



Radreifen dürfen nicht unter 130 mm und nicht über 150 mm breit sein, ihre Stärke darf nicht unter 20 mm, bei Personen-, Post-, Gepäckwagen sowie bei Güterwagen, die vorzugsweise in Personenzügen laufen, nicht unter 24 mm betragen und die Höhe des Spurkranzes über dem mittleren Laufkreis (gemessen in 750 mm Entfernung von der Mitte der Achse) nicht unter 25 mm, im Zustande der größten Abnutzung nicht über 36 mm. (Bp. R. § 12.) Bei normalspurigen Nebenbahnen kann die Radreifenstärke bis auf 16 mm, bei Schmalspurbahnen bis auf 10 mm sinken. (B. O. § 17.) Der lichte Abstand zwischen den Reifen sei 1360 mm, wobei Abweichungen von ± 3 mm noch zulässig sind. (T. E. § 2: 1357 bis 1366 mm.) Bis 100 mm über S. O. darf kein Teil über

die innere Seitenfläche des Radreifens hervorragen. (Bp. R. § 12; N. f. K. §§ 34, 35; T. V. ** §§ 70, 71, 72.)

Die Laufflächen der Räder müssen kegelförmig sein. (T. V. ** § 71.) Für die Neigung des Kegels wird $\frac{1}{10}$ empfohlen. (T. V. § 71.)

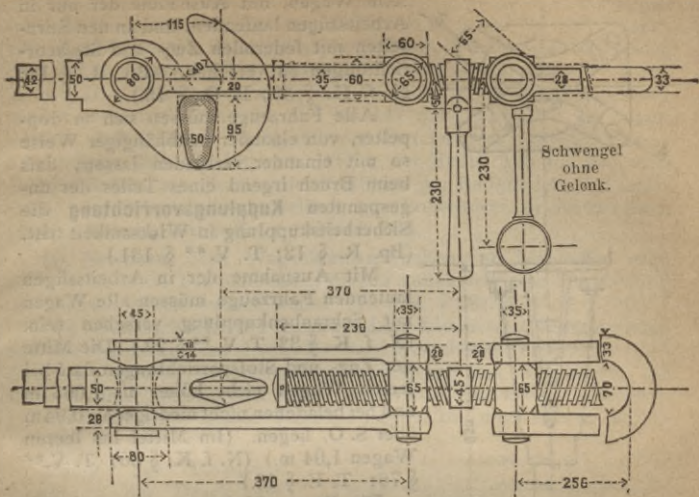
Der Spielraum der Spurkränze gegen die Spurweite muß mindestens 10 mm, darf jedoch nicht über 25 mm, bei größter Abnutzung, betragen. (N. f. K. § 36; T. V. ** § 73; T. E. § 4: 15 bis 35 mm.)

Radreifen der preuss. Staatsbahnen s. Abbild. 132: 1) Sprengring aus 1 Stück mit 4 Einklinkungen. 2) Wulstförmiger Sprengring (System Bork) aus 4 Stücken, an den Enden mit Einklinkung versehen.

*) S. Org. f. Fortschr. 1887, S. 76.

**) S. ebendas. 1890, S. 192.

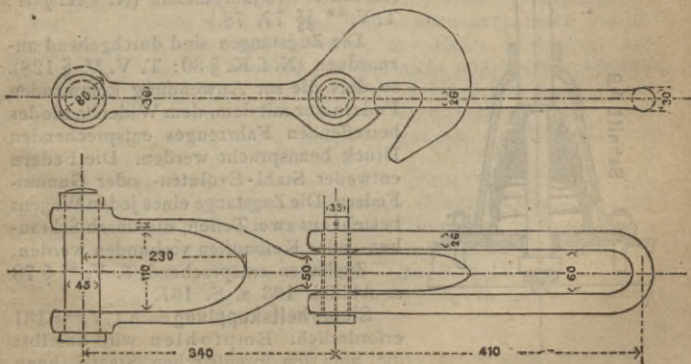
Abbild. 133.



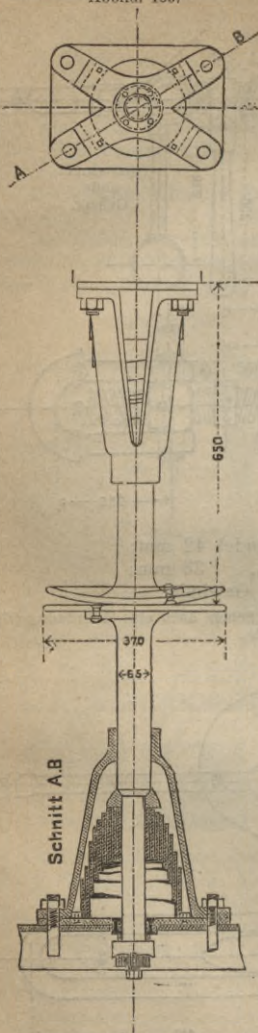
Gewindedurchmesser der Spindel 42 mm;
 Kerndurchmesser " " 33 mm;
 Steigung 7 mm; rundes Gewinde.

Außer der gezeichneten Anordnung (A) mit Schere auch eine Anordnung (B) mit Bügel von gleicher Baulänge (370 mm) zulässig.

Abbild. 134.



Abbild. 135.



9. Zug- und Stossvorrichtungen.
 Alle Wagen, mit Ausnahme der nur in Arbeitszügen laufenden, sind an den Stirnseiten mit federnden Zug- und Stossvorrichtungen zu versehen. (Bp. R. § 12; N. f. K. § 30; B. O. § 15.)

Alle Fahrzeuge müssen sich in doppelter, von einander unabhängiger Weise so mit einander verbinden lassen, daß beim Bruch irgend eines Teiles der angespannten **Kupplungsvorrichtung** die Sicherheitskupplung in Wirksamkeit tritt. (Bp. R. § 12; T. V. ** § 131.)

Mit Ausnahme der in Arbeitszügen laufenden Fahrzeuge müssen alle Wagen mit Schraubekupplung versehen sein. (N. f. K. § 33. T. V. ** § 79.) Die Mitte der Zug- und Stossvorrichtungen darf bei leeren Wagen nicht höher als 1,065 m und bei beladenen nicht niedriger als 0,94 m über S. O. liegen. (Im Mittel bei leeren Wagen 1,04 m.) (N. f. K. § 30; T. V. ** § 76; T. E. § 10.)

Die Zugvorrichtung muß gegen die Kopfschwelle mindestens 50 mm, doch nicht mehr als 150 mm hervorgezogen werden können. Die Angriffsfläche des nicht angezogenen Zughakens soll von den äußersten Stosflächen der eingeprefsten Buffer einen Abstand von 345 bis 395 mm (im Mittel 370 mm) haben. (N. f. K. § 31; T. V. ** §§ 77, 78.)

Die Zugstangen sind durchgehend anzuordnen (N. f. K. § 30; T. V. ** § 128), so daß die zur Anwendung kommenden Federn nur mit dem, dem Widerstande des betreffenden Fahrzeuges entsprechenden Druck beansprucht werden. Die Federn entweder Stahl-Evoluten- oder Gummi-Federn. Die Zugstange eines jeden Wagens besteht aus zwei Teilen, die durch Schrauben- oder Keilmuffen verbunden werden.

Zughaken entsprechend T. V. ** § 78 s. Abbild. 133 a. S. 167.

Sicherheitskupplung nach T. V. ** § 131 erforderlich. Empfohlen wird daselbst die auf den preussischen Staatsbahnen

eingeführte, in Abbild. 134 a. S. 167 dargestellte Sicherheitskupplung.

Personenwagen als Abteilwagen oder Durchgangswagen.

Lichte Kastenhöhe in der Mitte mind. 2,0 m. (T. V. § 122.)

Länge eines Abteils (in der Längsrichtung des Wagens) mit zwei Sitzreihen in der I. Klasse 2 bis 2,15 m, in der II. und III. Klasse 0,05 bis 0,1 m bzw. 0,3 bis 0,4 m weniger. (Preufs. Norm. 2,1, 1,88 und 1,55 m.) Der freie Durchgang zwischen den Sitzen 0,55, bzw. 0,50 und 0,45 m. Sitzhöhe 0,47 m über dem Fußboden.

Kastengerippe meist aus Holz. Das untere Rahmholz 180 bis 235 mm breit, 90 bis 100 mm hoch. Das obere Rahmholz 70 bis 80 mm breit, 130 bis 160 mm hoch. Ecksäulen etwa 90 · 100 mm stark, Thürsäulen 90 · 90 mm, Zwischensäulen 75 · 90 mm. Bei Abteilwagen kommt zwischen zwei Thürsäulen eine Zwischensäule; Entfernung der Säulen in den Stirnwänden ungefähr gleich der in den Seitenwänden. Verbindung der Säulen durch Querriegel, welche auch zur Befestigung der Verschalung dienen. Dachsriegel in der Mitte 50 bis 65 mm breit und hoch, an den Enden nimmt die Höhe um 20 bis 25 mm ab, um an lichter Abteilhöhe zu gewinnen. Länge eines Abteils gewöhnlich durch zwei Spriegel geteilt.

Bei eisernen Oberkasten macht man die Rahmstücke aus T-Eisen oder Winkeleisen, die Säulen und Spriegel aus C-Eisen.

Seiten- und Stirnwände werden innen durch Holz von 17 bis 20 mm Stärke, außen durch Blech von etwa 2 mm Stärke oder durch Pappmasse verschalt. Der Boden erhält eine doppelte Holzverschalung, 20 bis 25 mm stark; bei der IV. Klasse bisweilen nur eine einfache. Außere Deckenverschalung etwa 25 mm stark, die innere (nur bei I. und II. Klasse vorhanden) etwa 10 mm.

Thüren im lichten 0,6 bis 0,7 m breit, 1,7 bis 2 m hoch. (Preufs. Norm. 0,60 · 1,82 m.) Thüren der Durchgangswagen zweiflügelig angeordnet, um das Einbringen von Verwundeten zu erleichtern; ihre Breite etwa 1 m.

Die Thüren in den Seitenwänden müssen einen doppelten Verschluss erhalten, der nur von außen zu verschließen ist, von innen aber durch das Fenster geöffnet werden kann. Schutzvorrichtung gegen das Einklemmen der Finger, bei mehr als 2,9 m Kastenbreite Vorrichtungen gegen das Hinauslehnen aus den Seitenfenstern erforderlich. (Bp. R. § 14; T. V. § 132.)

Zum bequemeren Einsteigen sind an den Thüren Trittbretter anzuordnen, von denen das untere bei normalem Bufferstande 575 mm über S. O. liegt. Das Trittbrett ist bei Abteilwagen durchgehend angeordnet und reicht etwa bis zu den Enden der Bufferhülsen; es wird 300 mm breit, 50 mm stark hergestellt und möglichst nahe an die seitliche Umgrenzung des lichten Raumes gelegt.

Für hinreichende **Lüftung** der Wagen ist zu sorgen. Bei längerer Fahrt sind f. d. Kopf und Std. etwa 38 cbm Luft erforderlich.

Die **Beleuchtung** der Wagen erfolgt durch Lampen, welche in der Decke angebracht werden. Bei der Gasbeleuchtung (von Pintsch) erhält jeder Wagen einen oder zwei schweißeiserne Gasbehälter von 0,42 bis 0,52 m Durchmesser und 1,85 m Länge. Pressung des Gases in den Behältern 6 Atm.; das Gas wird durch einen Druck-

regulator mittelst 8 mm weiter Leitung zu den Laternen geführt. Besondere Angaben über die Gasbeleuchtung s. T. V.** § 133.

Eine Flammenstunde kostet bei Oelgas 1 (nach anderen Angaben bis 5,6) M , bei Oel 3,8 bis 4,8 M , bei Kerzen 3,4 bis 4,4 M . Vergl. S. 566.

Heizung. Für die III. und IV. Klasse kommt vielfach Ofenheizung, für die I. und II. Klasse Prefskohlenheizung, neuerdings Dampfheizung in Anwendung; wird (bis 1896) auf den preuss. Staatsbahnen überall durchgeführt. Dampf vom Lokomotivkessel, Dampfrohre unter den Wagen so zu legen, das Kondensationswasser nach den beiden Wagenstirnwänden hin geleitet wird (Neigung 1:100). Bei langen Zügen kann auch am Ende des Zuges ein besonderer Dampfkesselwagen mitgeführt werden, um eine möglichst gleichmäßige Heizung zu erzielen. Druckminderungsventil am Kessel erforderlich. Bei Dampfheizung ist für Wagen des durchgehenden Verkehrs eine einheitliche Schlauchkupplung vorgeschrieben; diese besitzt eine Kugeldichtung mit Schraubenbügel. Dampfleitung so anzuordnen, das beide Enden auf der gleichen Seite der Wagenlängsachse und von dieser 200 bis 270 mm entfernt befindlich sind. Entfernung der Fläche der nicht eingedrückten Buffer bis zur Mitte des Kegels am Ende des Dampfleitungsrohres 460 bis 470 mm. Mündung des Kegels 260 bis 290 mm unter Buffermitte. (T. V.** § 84.)

Kosten: Dampfheizung 0,5 bis 0,75 M f. d. Wagenkilometer; Oefen im Wagen 4 bis 5 M f. d. Wagen i. d. Std.; Oefen unter den Wagen 0,66 bis 0,89 M f. d. Wagenkilometer. Prefskohlenheizung 5 bis 7 M f. d. Abteil. i. d. Std.

Eigengewichte von preuss. Normalwagen:

1. Dreiachs. Abteilwagen I/II Kl. mit Doppelabort 17,6 t, davon Oberkasten 8,8 t, Untergestell mit Achsen und Federn 8,8 t.
2. Dreiachs. Abteilwagen III Kl. mit Doppelabort 15,93 t, davon Oberkasten 7,49 t, Untergestell 8,44 t.

2. Post- und Gepäckwagen.

Bauart des Oberkastens im allgemeinen wie bei den Personenwagen. Bei den **Postwagen** sind die Räume für den Brief- und Packetdienst getrennt anzuordnen. Seitenthüren der Postwagen vielfach nischenförmig eingebaut, um an Kastenbreite zu gewinnen. Zur besseren Erleuchtung der Wagen bei Tage, sowie zur Lüftung über der Decke ein Aufbau angebracht. Beleuchtung durch Gas- oder Oellampen, Heizung meist durch Oefen, die für Gas- oder für Koksfeuerung eingerichtet sind.

Die **Gepäckwagen** erhalten aufer dem Gepäckraum von 7 bis 8 m Länge bei Personenzügen, und 5 bis 7 m bei Güterzügen, ein oder zwei Abteile, von denen das für den Zugführer bestimmte so überhöht wird, das von hier aus der ganze Zug übersehen werden kann. Der unter diesem Abteil verbleibende Raum wird als Hundestall oder zum Unterbringen von Werkzeugen benutzt. Der Eingang zum Zugführerraum liegt zweckmäßsfig an der Stirnseite des Wagens. Der Gepäckwagen erhält stets eine Bremse.

Der Gepäckraum ist mit seitlichen Schiebethüren versehen, welche nach rechts geöffnet werden.

Bisweilen werden die Gepäckwagen mit Aborten ausgerüstet. Beleuchtung und Heizung wie bei den Personenwagen.

Preussische Normal-Güterwagen.

Wagengattung.	Zahl der Achsen.		Radstand		Lichte Kastenlänge		Lichte Kastenweite.		Kastenhöhe i. d. Mitte		Bodenfläche		Höhe d. Plattform über z. O.		Länge des Untergestelles für Wagen		Durchschnittsgewicht für Wagen		
	ohne Bremse.	mit Bremse.	m	m	ohne Bremse.	mit Bremse.	m	m	ohne Bremse.	mit Bremse.	qm	qm	ohne Bremse.	mit Bremse.	m	m	ohne Bremse.	mit Bremse.	
1. Wagen von 10 t Ladegewicht.*)																			
Bedeckter Güterwagen	2	4,0	7,12	7,12	2,75	2,2	2,2	19,6	1,212	7,2	7,5	8,0	9,0						
Offener Güterwagen	2	4,0	7,12	6,72	2,52	0,85	0,85	17,9	1,212	7,2	7,5	6,0	7,0						
Kohlenwagen mit eisernem Kasten	2	2,8	5,0	4,62	2,59	1,08	1,17	12,95	1,212	5,0	5,3	5,0	6,0						
Kohlenwagen m. hölzernem Kasten	2	2,8	4,91	4,515	2,534	1,125	1,224	12,4	1,212	5,0	5,3	5,7	6,7						
Kokswagen	2	4,0	7,12	6,715	2,534	1,40	1,47	18,0	1,212	7,2	7,5	7,0	8,0						
Kalkdeckelwagen	2	2,8	4,99	4,615	2,59	1,368	1,288	12,9	1,212	5,0	5,3	—	—						
Plattformwagen m. Lenkachsen**)	2	6,0	10,12	10,12	2,67	0,4	0,4	27,0	1,28	10,2	10,9	8,0	9,0						
Hochbordwagen	2	4,0	7,12	7,12	2,75	2,0	2,0	19,6	1,212	7,2	7,5	—	—						
2. Wagen von 15 t Ladegewicht.																			
Bedeckter Güterwagen	2	4,5	7,92	7,92	2,75	2,2	2,2	21,8	1,212	8,0	8,3	8,7	9,85						
Offener Güterwagen	2	4,0	6,72	6,72	2,834	1,0	1,0	19,0	1,212	6,8	7,5	7,2	8,2						
Kohlenwagen mit eisernem Kasten	2	3,0	5,3	5,3	2,89	1,45	1,45	15,3	1,212	5,3	6,0	7,15	8,0						
Kokswagen	2	4,5	7,72	7,72	2,834	1,5	1,5	21,9	1,212	7,8	8,5	7,85	8,8						
Kalkdeckelwagen	2	3,0	5,29	5,29	2,89	1,78	1,78	15,3	1,212	5,3	6,0	7,65	8,85						
Plattformwagen mit Lenkachsen	2	6,0	10,12	10,12	2,67	0,4	0,4	27,0	1,287	10,2	10,9	8,01	9,26						
3. Wagen von 20 t Ladegewicht.***)																			
Plattformwagen	4	2,0	10,0	12,0	2,9	—	—	34,8	1,37	12,0	—	14,4	—						
4. Wagen von 30 t Ladegewicht.																			
Kohlenwagen (versuchsw. gebaut)	4	1,8	9,2	10,1	2,89	1,45	—	29,189	1,325	10,8	—	16,7	—						
Plattformwagen	4	1,8	9,8	12,0	2,9	—	—	33,4	1,325	12,0	—	—	—						

*) Das Ladegewicht der Wagen ohne Bremse ist, soweit es die Stärke der Achsen gestattet, unter Verwendung stärkerer Federn auf 12,5 t erhöht worden. **) Werden nicht mehr gebaut. ***) Das Ladegewicht sämtlicher Wagen ist auf 25 t erhöht worden.

3. Güterwagen.

Breiten- und Höhenmaße s. S. 157. Fußboden mind. 170 mm über den Buffermitten (N. f. K. § 27).

Bedeckte Güterwagen. Kastengerippe ähnlich wie bei den Personenwagen in Holz, neuerdings vielfach in Eisen. Lichte Kastenhöhe mindestens 2 m. (T. V. § 122.) Kastenlänge bei zweiachsigen Wagen 5 bis 7,5 m, bei dreiachsigen 6,5 bis 8,5 m, bei vierachsigen 7 bis 10 m.

Das untere Rahmholz ruht auf besonderen hölzernen Bodenträgern, oder auf Konsolen, die am Langträger befestigt sind. Neuerdings läßt man das Rahmholz ganz fort, befestigt den Bodenbelag auf dem Untergestell und die Rungen an Konsolen der Langträger. Seiten- und Stirnwände erhalten einfache oder doppelte Verschalung, die Decke einfache Verschalung, der Fußboden wird aus 50 bis 60 (normal 55) mm starken Bohlen gebildet. In den Seitenwänden Schiebethüren von 1,5 m lichter Weite. — Einrichtungen zur Aufstellung von Bänken für Militärtransporte.

Offene Güterwagen. Oberkasten aus Holz und Eisen; Boden und Seitenwände häufig aus Holz bei eisernen Kastengerippen. Wagen zur Beförderung von Kohle, Koks u. dergl. mit 0,8 bis 1,6 m hohen Wänden. Die Seitenwände haben Drehtüren von etwa 1,5 m lichter Weite; die Stirnwände sind entweder zum Herausheben eingerichtet oder um Gelenke drehbar. Boden 50 bis 60 mm stark, Seitenwände 30 bis 50 mm. Eiserner Seitenwände aus 5 bis 6 mm starkem Blech.

Viehwagen (Hochbordwagen) erhalten etwa 2 m hohe, Plattformwagen ganz niedrige, abnehmbare Seitenwände und sind außerdem mit einer Anzahl loser Rungen ausgerüstet. Zur Beförderung sehr langer Gegenstände dienen Langholzwagen, welche Einrichtungen zum Anbringen von Drehschemeln haben. Zwei solche Wagen werden durch eine starre Kuppelstange verbunden. (T. V. § 154.) — Einrichtungen zur Befestigung von Wagendecken erforderlich. (Bp. R. § 16. T. V. § 153.)

4. Wagen für besondere Zwecke.

Bahnmeisterwagen als Plattformwagen und möglichst leicht gebaut, um sie rasch aus dem Gleis heben zu können. Plattform ungefähr 2 m lang und breit, 40 bis 50 mm stark.

Wagen zur Kies-Beförderung erhalten Seitenwände von etwa 0,4 m Höhe, die zum Umklappen eingerichtet sind.

Gerätewagen oder Werkzeugwagen, welche bei größeren Unfällen Verwendung finden, wie bedeckte Güterwagen und bisweilen mit Kranen, Feldschmiedem u. s. w. ausgerüstet.

III. EISENBAHNBETRIEB.

A. Signalwesen.

Für die deutschen Bahnen sind maßgebend die Bestimmungen des Bp. R. § 40 bis 50 für Hauptbahnen, der B. O. § 37 bis 42 für Nebenbahnen. Die zur Verwendung gelangenden Signale, nämlich

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Signale mit elektrischen Lätewerken und Hornsignale; | |
| 2. Handsignale der Wärter und Scheibensignale; | |
| 3. Signale am Signalmaste; | |
| 4. Vorsignale; | 7. Signale am Zuge; |
| 5. Signale an Wasserkränen; | 8. Signale des Zugpersonals; |
| 6. Weichensignale; | 9. Rangiersignale, |

sind vorgeschrieben in der Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 5. Juli 1892.*)

Für die Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gelten außerdem die Bestimmungen der T. V. und Gz. f. N. § 173 bis 184, bezw. der Gz. f. L. § 112 bis 117.

B. Stations- und Zugdienst.

Kosten des Rangierens. Auf Ablaufgleisen f. d. Achse 6 \mathcal{J} , mit Lokomotiven 14 \mathcal{J} . Hierbei umfasst ein Rangiergang 3 bis 4 Achsen.

Leistungen der Wagen. Ein Personenwagen durchläuft jährlich etwa 45 000 km, ein Gepäckwagen 60 000 km, ein Güterwagen 15 000 km.

Rechtsfahren der Züge. (Bp. R. § 21. B. O. § 22.)

Auf doppelgleisigen Strecken darf links nur gefahren werden:

a) nach bewirkter Verständigung zwischen benachbarten Stationen:

1. bei Gleissperrungen, 2. mit Arbeitszügen, 3. zwischen der Station und der auf freier Bahnstrecke liegenden Einmündungsweiche eines Anschlussgleises (mit Genehmigung des R.-E.-A.);

b) unter Verantwortlichkeit des Stationsbeamten:

1. auf Stationen, 2. mit Hülfszügen und -Lokomotiven, 3. mit Lokomotiven, die zum Nachschieben eines Zuges gedient haben.

Schieben der Züge. (Bp. R. § 22.)

a) Ohne Lokomotive an der Spitze:

1. bei langsamer Rückwärtsfahrt des Zuges auf Stationen oder in Notfällen auf freier Strecke; 2. bei Arbeits- und dienstlichen Sonderzügen, bei Zügen nach und von benachbarten gewerblichen Anlagen u. s. w. ($V < 25$ km i. d. Std.); dabei der vorderste Wagen mit Aufsichtsbeamten zu besetzen.

Bei Nebenbahnen nur bei weniger als 50 Wagenachsen und 15 km i. d. Std. Geschwindigkeit. (B. O. § 31.)

b) Mit Lokomotive an der Spitze:

1. auf starken Steigungen; 2. zum Ingangsetzen der Züge auf Stationen oder in Notfällen auf freier Strecke.

Stärke der Züge (Bp. R. § 23) ≥ 150 Wagenachsen; Personenzüge ≥ 100 Wagenachsen; Militärzüge und Güterzüge mit Personenbeförderung (bei $V < 45$ km i. d. Std.) ≥ 110 Wagenachsen.

Auf Nebenbahnen größte Achsenzahl = 120 (B. O. § 23.), bei Schmalspur = 80 (Gz. f. L. § 90.).

Geschwindigkeit der Züge. (Bp. R. § 26.)

*) Ausgabe von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1892.

1. Allgemeine Bedingungen: Die Geschwindigkeit darf nie größer sein, als diejenige, welche

- a) der Bauart der Lokomotive entspricht (Bp. R. § 8),
- b) der im Zuge vorhandenen Bremsachsanzahl entspricht (Bp. R. § 13),
- c) durch die Besonderheit der Bahn geboten ist.

2. Diese Bedingungen unter 1. als erfüllt vorausgesetzt, beträgt die größte zulässige Geschwindigkeit:

a) für Personenzüge.

1. ohne durchgehende Bremse 60 km i. d. Std.,
 2. mit durchgehender Bremse 80 " "
- desgl. unter besonders günstigen Verhältnissen
mit Genehm. der (Landes-) Aufsichtsbehörde 90 " "

b) für Güterzüge 45 " "

desgl. unter besonders günstigen Verhältnissen
mit Genehmig. der Aufsichtsbehörde:

- bei < 100 Wagenachsen 50 " "
- " < 80 " 55 " "
- " < 60 " 60 " "

c) für Arbeitszüge:

1. mit Wagen ohne Tragfedern oder federnde Zug- und Stossvorrichtungen (Bp. R. § 12) . 30 " "
2. anderenfalls 45 " "

d) für einzeln fahrende Lokomotiven (ausgenommen Probefahrten) 50 " "

mit Genehm. d. Aufsichts-Behörde auch mehr,

e) für Züge, an deren Spitze die Lokomotive mit dem Tender voranföhrt 45 " "

f) geschobene Züge ohne führende Lokomotive an der Spitze 25 " "

g) Personenzüge mit ungangbar gewordener durchgehender Bremse, ohne Zugleine 45 " "

3. Größte Geschwindigkeit bei Gefällen und Krümmungen.

V_{\max} km i. d. Std.	bei Gefällen von ‰	bei Krümmungen mit Halbmesser. m	V_{\max} km i. d. Std.	bei Gefällen von ‰	bei Krümmungen mit Halbmesser. m
90	2,5	1000	60	17,5	400
85	5,0	900	55	20,0	300
80	7,5	800	50	22,5	250
75	10,0	700	45	25,0	200
70	12,5	600	40	—	180
65	15,0	500			

Bei zwischenliegenden Gefällen und Halbmessern gilt die kleinere der in betracht kommenden Geschwindigkeiten. Bei fallenden und zugleich gekrümmten Strecken ist die kleinere der beiden angegebenen Geschwindigkeiten zu berücksichtigen.

4. Ermäßigung der Geschwindigkeit stets, wenn ein Signal zum Langsamfahren gegeben ist oder ein Hindernis auf der Bahn bemerkt wird.

5. Auf Nebenbahnen größere Geschw. als 30 km i. d. Std.

(bis 40 km i. d. Std.) nur noch zulässig bei vollspuriger Strecke mit selbständigem Bahnkörper u. zw. für Personenzüge mit 26 Achsen oder darunter und mit durchgehender Bremse. (B. O. § 27; vergl. Gz. f. N. Vorbem.)

6. Bei Festsetzung der Fahrzeit zwischen zwei Stationen müssen die Zeitversäumnisse berücksichtigt werden, welche entstehen bei Ein- und Ausfahrt der Züge auf den Bahnhöfen, beim Durchfahren der Bahnhöfe, beim Befahren von Brücken u. s. w.

Die hierfür erforderlichen **Zeitzuschläge** betragen:

zum Ein- und Ausfahren auf den Bahnhöfen: für Schnellzüge 1 bis 2 Min., für Personenzüge 2 bis 3 Min., für gemischte Züge 3 bis 4 Min., für Güterzüge 3 bis 5 Min.;

zum Durchfahren der Stationen $\frac{1}{2}$ bis 2 Min. je nach der Länge des Bahnhofes.

Bremsen. Personenzüge mit mehr als 60 km Geschw. i. d. Std. sind mit durchgehenden Bremsen zu versehen, welche durch Lokomotivführer, Zugführer, Wagenwärter, sowie von jedem Wagenabteil aus bedient werden können und bei Zugtrennungen selbstthätig wirken. Die Bremsen müssen in der unten vorgeschriebenen Anzahl auch einzeln von Hand bedienbar sein. Am Schlufs solcher Züge dürfen 6 (bei Nebenbahnen 12) Achsen ohne durchgehende Bremsen laufen. (Bp. R. § 12; B. O. § 27.)

Mindestzahl der Bremsachsen in Prozent der Gesamtachsenzahl.

(Aufser Tender- und Lokomotivbremse).

Hauptbahnen. (Bp. R. § 13; T. V. § 146.)

Neigung in ‰	Fahrgeschwindigkeit in km i. d. Std.									
	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
0	6	6	6	6	8	10	17	25	36	48
2,5	6	6	7	9	11	14	21	30	41	54
5,0	6	7	9	12	14	18	25	35	46	59
7,5	8	10	12	15	18	21	29	39	51	—
10,0	10	13	15	18	21	25	33	44	56	—
12,5	13	15	18	21	25	29	38	48	—	—
15,0	15	18	21	24	28	32	42	53	—	—
17,5	18	21	24	27	32	36	46	—	—	—
20,0	20	23	27	31	35	39	50	—	—	—
22,5	22	26	30	34	38	43	—	—	—	—
25,0	25	29	33	37	42	47	—	—	—	—

Für Nebenbahnen (Lokalbahnen) gelten gröfsere Zahlen. (B. O. § 24; Gz. f. L. § 91.)

Für Geschwindigkeiten und Neigungen, die zwischen den aufgeführten liegen, gilt die gröfsere der betr. Bremszahl. Bei Neigungen unter 1000 m Länge ist die gerade Verbindungslinie zwischen denjenigen Punkten des Längenschnitts, welche bei 1000 m Entfernung den grössten Höhenunterschied zeigen, als stärkst geneigte Strecke anzusehen.

Eine unbeladene Güterwagenachse ist als halbe Achse zu nehmen, dagegen sind die Achsen von Personen-, Post- und Gepäckwagen stets voll zu rechnen. — Militärzüge erhalten mindestens die für eine Geschw. von 40 km i. d. Std. angegebenen Bremszahlen.

Die Bremsen sind thunlichst gleichmäfsig im Zuge zu verteilen. Bei gröfserer Neigung als $5\frac{0}{10}$ mufs der Schlußwagen eine bediente Bremse haben (Bp. R. § 33; B. O. § 27); hinter diesem ausnahmsweise bei Güterzügen ein beschädigter, leerer, lauffähiger Wagen zulässig (Bp. R. § 33).

Wirkung der Bremsen. Bezeichnet:

Q das Gewicht des Zuges einschl. Maschine und Tender in kg,

g die Beschleunigung durch die Schwere = 9,81 m,

v_1 die vorhandene Geschwindigkeit in m i. d. Sek.,

v_2 die veränderte Geschwindigkeit in m i. d. Sek.,

w_0 den Widerstandskoeffizienten für Maschine, Tender und Wagen auf gerader, wagerechter Strecke, in kg f. d. t Zuggewicht (vergl. S. 32),

P den durch die Bremsen auszuübenden Widerstand in kg,

l den Weg des Widerstandes P in m, und

$1:n$ das Steigungsverhältnis,

so ist:
$$Pl = \frac{Q}{2g}(v_1^2 - v_2^2) - 0,001 w_0 Ql \pm \frac{1}{n} Ql,$$

wobei das positive Zeichen des letzten Gliedes für Gefälle, das negative für Steigung gilt.

Um den Gesamtweg zu ermitteln, den der Zug vom Geben des Signales bis zum Halten zurücklegt, ist der Weg hinzuzufügen, den der Zug vom Geben des Haltesignals bis zum Eintritt der Wirksamkeit der Bremsen zurücklegt; hierfür ist bei Handbremsen 5 bis 10 Sek., bei durchgehenden Bremsen erheblich weniger zu rechnen.

Beleuchtung und Heizung der Wagen s. S. 170.

C. Maschinendienst.

Tägliche Leistung eines Lokomotivführers durchschnittlich bei Personenzügen etwa 150 bis 200 km, bei Güterzügen 110 bis 150 km, im Rangierdienst 12 Std.

Die größte Leistung eines Führers an einem Tage beträgt:

bei Schnellzügen etwa 500 km, bei Personenzügen 400 km, bei Güterzügen 200 km.

Kohlenverbrauch beträgt im Dienst auf Flachland- und Hügel-landbahnen bei Personenzügen etwa 10 kg f. d. km, bei Güterzügen etwa 16 kg f. d. km; dabei verdampft 1 kg Kohle etwa 5 bis 8 kg Wasser; die Menge des mitgerissenen Wassers beträgt im Mittel 15%.

Anheizen der Lokomotive nimmt 2 bis 4 Std. in Anspruch; die gröfsere Stundenzahl wird notwendig, wenn der Kessel vorher ausgewaschen ist.

Auswaschen des Kessels erfordert mindestens 16 Std., wobei 12 Std. für die Zeit zum Erkalten und 4 Std. zum Auswaschen gerechnet sind. Je nach der Güte des Speisewassers wird das Auswaschen nach einer bis drei Wochen vorgenommen; es sind hierzu 16 bis 20 cbm Wasser nötig. Das Putzen einer Lokomotive im Stücklohn kostet etwa 4 bis 5 *M.*

Leistung der Lokomotive jährlich etwa 20000 bis 40000 km.

Die Gesamtkosten der Zugkraft kann man zu 0,40 bis 0,60 *M.* f. d. Zugkilometer annehmen.

D. Werkstädtendienst.

Nach statistischen Ermittlungen des R.-E.-A. kann man für das Bahnkilometer rechnen: *)

für Lokomotiven und Tender	0,4160	Werkstättarbeiter,
„ Personenwagen	0,1266	„
„ Gepäck- und Güterwagen	0,2996	„
„ eisernen Oberbau u. s. w.	0,0974	„
„ ein Bahnkilometer zus.	0,9396	Werkstättarbeiter.

Anzahl der Handwerker in Prozenten der in den einzelnen Werkstatts-Abteilungen beschäftigten Arbeiterzahl.

Handwerker.	In der Lokomotivwerkstatt.	In der Wagenwerkstatt.	In der Werkstatt für Oberbau u. s. w.
Schlosser	45,7	29,5	43,6
Schmiede, Kesselschmiede	11,5	8,9	18,8
Dreher, Hobler, Bohrer	16,2	6,8	20,0
Klempner, Gelbgießer, Kupferschmiede	2,8	0,7	—
Lackierer, Anstreicher	1,3	10,2	1,3
Tischler, Stellmacher	0,7	19,7	—
Maschinen-, Kessel- und Dampfhammer-Wärter	0,9	0,3	0,8
Lehrlinge	4,7	1,7	—
Hülfсарbeiter	16,2	15,8	15,5
Sattler, Tapezierer, Plannäher	—	6,1	—
Glaser	—	0,3	—

Gründliche Untersuchung: a) der Lokomotiven (mit Kesseldruckprobe) nach jeder umfangreicheren Kesselausbesserung, spätestens alle 3 Jahre (Bp. R. § 9; B. O. § 11; T. V. u. Gz. f. N. § 169; Gz. f. L. § 108); b) der Wagen (mit Abnahme der Achsen, Lager, Federn) spätestens alle 3 Jahre, bei Personen-, Gepäck- und Postwagen der Hauptbahnen spätestens nach je 30 000 km. (Bp. R. § 17; B. O. § 18; T. V. § 172; Gz. f. N. § 172 u. Gz. f. L. § 111 schreiben vor: alle 2 Jahre.)

Reparaturkosten einer Lokomotive durchschnittlich 16 *M.* für das Lokomotivkilometer, diejenigen eines Güterwagens durchschnittlich 0,4 *M.* für das Achskilometer. — Lebensdauer einer Lokomotive etwa 20 bis 25, die eines Wagens etwa 15 bis 25 Jahre, je nach der Bauart. — Durchschnittswert der Lokomotiven im Vergleiche zum Anschaffungspreise (nach englischen Angaben):

im ersten Zeitraum von $\frac{1}{10}$	der ganzen Dauer zu	0,993,
„ zweiten „ „ $\frac{5}{10}$	„ „ „ „	0,857,
„ dritten „ „ $\frac{3}{10}$	„ „ „ „	0,430,
„ vierten „ „ $\frac{1}{10}$	„ „ „ „	0,096.

Die **Werkstattsanlagen** (der preussischen Staatsbahnen) zerfallen in:

*) Vergl. Oppermann, Gl. Ann. 1889 u. 1890.

Hauptwerkstätten (für alle Reparaturen),
 Nebenwerkstätten (nur für kleinere Reparaturen),
 Betriebswerkstätten (für kleine, schnell auszuführende Reparaturen).

In den Hauptwerkstätten sind die Arbeitsräume in der Weise neben einander zu legen, daß die Arbeitsstücke möglichst geringe Wege zurückzulegen haben. Ferner ist auf eine leicht ausführbare Vergrößerung der einzelnen Arbeitsräume Bedacht zu nehmen.

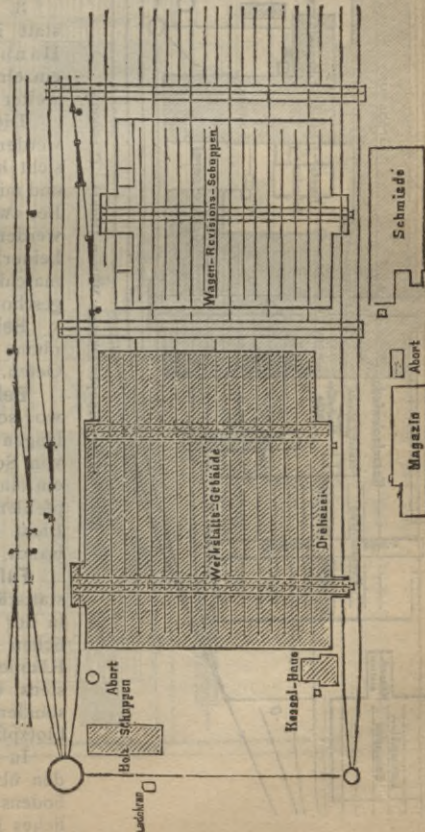
Nach den T. V. § 66 muß die Größe sämtlicher bedeckter Arbeitsräume für einen Reparaturstand von 25 % der Lokomotiven, 8 % der Personenwagen und 3 % der Güterwagen eingerichtet werden. Außerdem sollen 5 % der sämtlichen Wagen auf den Gleisen innerhalb der Werkstatteinfriedigung aufgestellt werden können. Diese Zahlen sind unter gewöhnlich obwaltenden

Verhältnissen als Größtwerte anzusehen.

Hauptwerkstätten bringt man entweder in der Mitte der Bahn oder im Schwerepunkte des Verkehrs an, damit die reparaturbedürftigen Fuhrwerke keine zu großen Wege zurückzulegen haben.

An **Räumen** für größere Eisenbahnwerkstätten sind erforderlich:

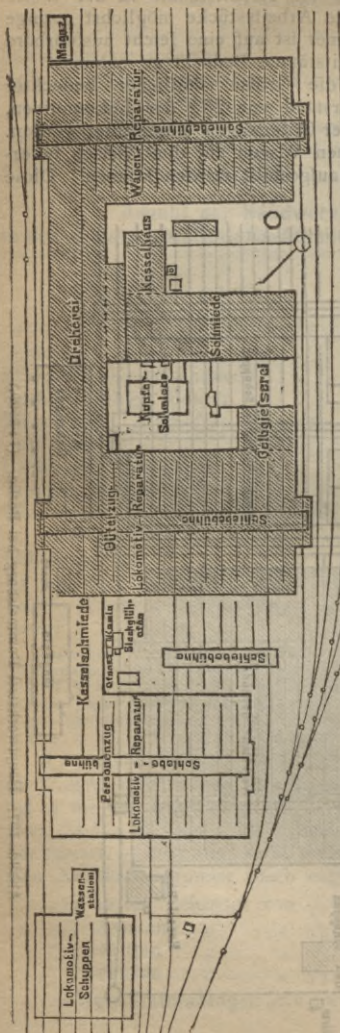
Lokomotivreparatur,
 Dreherei,
 Räderreparatur,
 Schmiede,
 Kupferschmiede,
 Messinggießerei,
 Klempnerei,
 Wagenreparatur,
 Wagenrevisions-
 schuppen,
 Werkstatt für Holz-
 arbeiter und Holz-
 bearbeitungs-
 maschinen,
 Sattlerei und Tape-
 ziererei,
 Lackierraum,
 Abteilung für Her-
 stellung v. Weichen
 und Herzstücken,
 Hauptmagazin,



Abbild. 137. Hauptwerkstatt Rummelsburg bei Berlin. (1 : 3500.)

Holzschuppen, Maschinen- und Kesselhaus, Verwaltungsgebäude, Spritzenhaus.

Beispiele der Einrichtung von Hauptwerkstätten:



Abbild. 138. Hauptwerkstatt Witten (Ruhr). (1 : 3000.)

1. Werkstatt bei Rummelsburg, sämtliche Abteilungen in einem einzigen Raume vereinigt (Abbild. 137).

2. Werkstatteinrichtung der Königl. Eisenbahn-Direktion Elberfeld in Witten (Abbild. 138). Trennung der Arbeitsräume in gewisser Weise durchgeführt.

3. Abbild. 139 die Werkstatt in Leinhausen bei Hannover. Trennung der einzelnen Arbeitsräume noch weiter durchgeführt.

Die einzelnen Gebäude werden der besseren Uebersicht halber meist einstöckig und mit Oberlicht ausgeführt. Bei zweistöckigen Gebäuden werden Arbeiten, welche keiner schweren Werkzeugmaschinen bedürfen, im Obergeschoß ausgeführt.

Heizung der Werkstatträume durch Dampf oder Oefen.

Beleuchtung durch Gas, wo solches leicht zu erlangen ist, unter Anwendung von Schlauchlampen für die einzelnen Arbeitsstellen empfehlenswert. Elektrisches Licht versuchsweise angewandt.

Fußboden der Werkstatträume im Bauschuppen, in der Dreherei und in ähnlichen Zwecken dienenden Räumen aus Holz, wenigstens entlang den Arbeitsständen (Bohlen- oder Holzklotpflaster).

In letzterem Falle für den übrigen Teil des Fußbodens Steinplatten, gewöhnliches Pflaster, Cement oder

Estrich mit Zusatz von Eisenspänen oder Schlacke oder Kopfsteinpflaster.

In Räumen, wo viel Wasser gebraucht wird (Lackierraum), Fußboden aus Steinplatten, Backsteinen oder Asphalt.

Ueber Fußböden vergl. S. 327.

Lokomotiv-Reparaturwerkstatt. Alle Stände, auf denen je eine Lokomotive aufgestellt wird, sind mit Arbeitsgruben von 15 bis 20 m Länge zu versehen (vergl. S. 130).

Zwischen Wand und Grubenrand etwa 4 m, Raum zwischen den einzelnen Ständen von Mitte zu Mitte 5,5 bis 7 m breit. Vorteilhaft ein nicht zu kleines Maß.

Für eine Lokomotive etwa vier Schraubstöcke nötig, welche in 2 bis 2,5 m Entfernung von einander an einer Werkbank von etwa 0,9 m Breite und 0,8 m Höhe vom Fußboden anzubringen sind.

Zum Heben und Senken der Lokomotiven **Windeböcke** (s. Abteil. I. S. 553), und zum Auswechseln der Achsen **Achswinden** erforderlich.

Einbringen der Lokomotiven mittelst Schiebebühnen (s. S. 113).

Stände für einzelne Tender gleich denen für Lokomotiven.

Dreherei gewöhnlich so angelegt, daß in der Mitte ein Gleis zum Transport der Achsen und zu beiden Seiten der Platz für die Werkzeugmaschinen u. s. w. Erforderliche Fläche der Lokomotivdreherei = $3,6 z$ qm, wo z die Anzahl der in der Lokomotiv-Abteilung beschäftigten Arbeiter. Erforderliche Fläche der Wagendreherei = $2,0 z_1$ qm, wo z_1 die Anzahl der in der Wagen-Abteilung beschäftigten Arbeiter.*)

Bei Aufstellung der Werkzeugmaschinen zu beachten, daß die größeren nahe der Betriebsmaschine, daß die zu bearbeitenden Stücke möglichst geringe Wege zwischen den einzelnen Maschinen zurücklegen, und daß die Triebwerk-Wellen und -Riemen durch ihre Lage nicht störend auf den Betrieb einwirken.

Neuerdings elektrischer Betrieb versucht, wobei Triebwerkteile und die hieran geknüpften Bedingungen fortfallen.

Räderreparatur immer nahe der Dreherei, auch wohl mit ihr vereinigt.

Schmiede erfordert für jedes Schmiedefeuer etwa 25 qm, dazu den für Dampfhammer, Federöfen u. s. w. nötigen Raum. Auch ist $F = 1,5 z$ qm bezw. $1,2 z_1$ qm (vergl. oben).

Höhe der Seitenwände bis zum inneren, freiliegenden Dach etwa 5 m.

Kupferschmiede mit der **Messinggießerei** oft in einem Raume vereinigt.

Wagenreparaturwerkstatt dient häufig gleichzeitig für die zu revidierenden Wagen. (Wagenschuppen s. S. 131.)

Die Wagen werden durch Schiebebühnen auf die betreffenden

*) Weitere Angaben über die Größe der verschiedenen Werkstattsräume s. Oppermann, Gl. Ann. 1890.

Gleise gebracht; es sind zwei Wagen hinter einander aufzustellen. Die Hälfte der einzelnen Stände ist mit Gruben zu versehen.

Werkstatt für Holzbearbeitung enthält gleichzeitig die Holzbearbeitungsmaschinen. Elektrische Beleuchtung erwünscht.

Raum für Sattler und Tapezierer bei zweistöckigen Räumen in den oberen Geschossen.

Lackierraum muß möglichst abgeschlossen, staubfrei und von gleichmäßiger Temperatur sein.

Abteilung für Herstellung von Weichen und Herzstücken, wenn besonders vorhanden, in der Nähe der Schmiede anzubringen.

Hauptmagazin möglichst nahe den einzelnen Abteilungen der Werkstatt.

Holzschuppen in der Nähe der Holzbearbeitungswerkstatt.

Maschinen- und Kesselhaus häufig nicht besonders vorhanden; die Dampfmaschine meist in der Dreherei, der Kessel in einem in der Nähe befindlichen Anbau.

Verwaltungsgebäude mit den Bureaus möglichst nahe dem Eingange der Werkstatt.

Feuerlöscheinrichtungen müssen in genügender Weise vorhanden sein.

E. Bahnunterhaltung.

Die **Abnutzung der Schienen** ist bei eingleisigen Strecken verhältnismäßig stärker als auf Strecken mit Doppelgleis. Abnutzung um 1 mm des Kopfes bei Stahlschienen wird hervorgebracht:

bei Bahnen mit geringen Steigungen (bis $\frac{1}{80}$) und großen Krümmungshalbmessern für Strecken, auf denen nicht gebremst wird, durch eine über die Schienen beförderte Bruttolast von 10 bis 20 Millionen Tonnen;

auf Strecken mit Gefällen von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{50}$ und Krümmungen mit großen Halbmessern, wo teilweise gebremst wird, durch eine Bruttolast von 6 bis 7 Millionen Tonnen;

auf Strecken mit Gefällen von $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{100}$ und Krümmungen von 500 m Halbmesser durch eine Bruttolast von 4 Millionen Tonnen.

Mittlere Dauer der Schwellen.

	natürlich:	durchtränkt *) (imprägniert):
Für Eiche	14 bis 16	20 bis 25 Jahre.
„ Kiefer	7 „ 8	12 „ 14 „
„ Tanne oder Fichte	4 „ 5	9 „ 10 „
„ Buche	3 „ 5	9 „ 10 „

Die **Unterhaltungsarbeiten** werden je nach der Jahreszeit mehr oder weniger umfangreich ausgeführt. Im ersten Zeitraum (März,

*) Vergl. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde. S. 677.

April, Mai) werden, sobald das Frostwetter vorbei ist, alle Gleise durchgerichtet und durchgestopft. Im zweiten Zeitraum (Juni bis September) werden vorkommende Unregelmäßigkeiten am Gleis ausgeglichen und namentlich Umbauten ausgeführt, während im dritten Zeitraum (Herbst) man die Thätigkeit wieder steigert, um vor Eintritt des Frostes alle Unvollkommenheiten des Gleises zu beseitigen. Im vierten Zeitraum ruhen, namentlich während der Zeit des Frostes, sämtliche Unterhaltungsarbeiten, und es werden nur gefährliche Schäden beseitigt. Beim Vorhandensein von Frostbeulen (durch Frost eingetretene Ueberhöhungen) muß man durch Unterkeilen von Holz oder Eisen eine Ausgleichung herbeizuführen suchen.

Umbau von Gleisstrecken, Ersatz aller Schienen und Schwellen sowie Erneuerung des Bettungsmaterials muß dann vorgenommen werden, wenn etwa 50% der Schienen bereits ausgewechselt sind. Die noch brauchbaren ausgewechselten Schienen und Schwellen werden als Ersatzmaterial verwandt. Wegen Mangels derartigen Ersatzmaterials werden die Umbauten auch früher, als vorher angegeben, ausgeführt.

F. Güterdienst.

(Auszug aus dem Betriebs-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 11. Mai 1874 mit Nachträgen.)*

(B. R. § 47—69.)

Beförderung von Gütern. Nicht ordnungsmäßig verpackte Güter können von der Eisenbahn zurückgewiesen werden. Eine Versendung kann aber stattfinden, wenn Absender durch schriftliche Erklärung diesen Mangel anerkennt.

Von der Beförderung sind ausgeschlossen:

1. alle nicht zum Transport auf der Bahn geeigneten Güter (wegen Gewicht, Umfang u. s. w.);
2. alle postzwangspflichtigen Gegenstände;
3. alle der Selbstentzündung oder Explosion unterworfenen Gegenstände; von diesen letzteren ist eine bestimmte Zahl bedingungslos zur Beförderung zugelassen.

Ferner werden unter besonderen Bedingungen befördert: Gold- und Silberwaren, Platin, Edelsteine, gemünztes und Papiergeld, geldwerte Papiere, Dokumente, Gemälde und andere Kunstgegenstände, auch Antiquitäten.

Jede Sendung muß mit einem von der Eisenbahnverwaltung abgestempelten Frachtbriefe versehen sein. Diese Abstempelung gilt als Abschluss des Vertrages.

*) Am 1. Januar 1893 tritt voraussichtlich ein neues Betriebs-Reglement (Verkehrs-Ordnung) in Kraft.

Für die richtige Befolgung der Zoll- und Steuervorschriften ist Absender verantwortlich.

Die Eisenbahnverwaltung ist nicht verpflichtet, Güter eher anzunehmen, als deren Beförderung geschehen kann.

Das Gut muß in festgesetzten Expeditionszeiten aufgeliefert werden. Die **Lieferungszeit** besteht aus Transport- und Expeditionsfristen. Als Meistwerte gelten hierfür folgende Ansätze:

1. Für **Eilgüter**: Expeditionsfrist = 1 Tag; Transportfrist = 1 Tag für je auch nur angefangene 300 km.

2. Für **Frachtgüter**: Expeditionsfrist = 2 Tage; Transportfrist bei einer Entfernung bis zu 100 km = 1 Tag, bei größeren Entfernungen für je auch nur angefangene weitere 200 km = 1 Tag.

Wenn Transporthindernisse eintreten, kann Versender vom Vertrage zurückstehen.

Die Eisenbahn ist verpflichtet, am Bestimmungsorte dem durch den Frachtbrief bezeichneten Empfänger den Frachtbrief und das Gut auszuliefern.

Lagergeld wird erhoben, wenn eingeliefertes Frachtgut wieder zurückgenommen wird, ohne daß Transporthindernisse vorhanden, wenn eine Verzögerung der Absendung durch Schuld des Absenders veranlaßt wird, wenn Güter in der vorgeschriebenen Zeit nicht abgeholt werden.

Haftpflicht. Die erste und letzte Bahn haften für das Gut, wenn nicht einer zwischenliegenden Bahn ein Verschulden nachgewiesen werden kann.

Die Eisenbahn haftet für alle Leute, deren sie sich bei Ausführung des Transportes bedient.

Wegen gänzlichen Verlustes verjähren alle Ansprüche nach einem Jahre, vom Ablieferungstage an gerechnet.

Die Eisenbahn haftet für den Schaden, der durch Ueberschreitung der Lieferungszeit entstanden ist, sofern sie nicht beweist, daß die Verspätung unabwendbar war.

Nach Annahme des Gutes und Bezahlung der Fracht müssen Ansprüche aus Versäumnis der Lieferungszeit binnen 8 Tagen geltend gemacht werden.

Ist das Gut nicht angenommen oder die Fracht nicht bezahlt, so verjähren die Ansprüche nach einem Jahre.

2. Einzelige Selbstlesen.

IV. DRAHTSEILBAHNEN.

(Nach Angaben von Adolf Bleichert & Co. in Leipzig-Gohlis, Specialfabrik für den Bau von Drahtseilbahnen.)

Bei den Drahtseilbahnen sind die **Laufbahnen** aus Rundeisendraht oder Drahtseil hergestellt, an dem einen Ende fest verankert und am anderen durch Winden, Spansschrauben oder besondere selbstthätig wirkende Vorrichtungen angespannt.

Im übrigen schweben sie frei und werden nur an geeigneten Stellen durch Unterstützungen getragen.

Die Drahtseilbahnen umfassen:

A. **Draht- oder Seilriesen**, ausschliesslich zur Bergabförderung.

B. **Drahtseilbahnen mit ununterbrochenem Betrieb** für beliebiges Gelände.

A. Draht- und Seilriesen.

a. Eingleisige Riesen.

Eine feste Laufbahn, auf welcher die Wagen sich bergab bewegen; entweder frei und ohne Regelung der Wagengeschwindigkeit, oder an einem Zugseil befestigt, dessen Geschwindigkeit durch eine Bremsvorrichtung geregelt wird.

1. Drahtriesen einfachster Art.

Laufbahn aus Eisendraht von 6 bis 8 mm Stärke, zu beliebigen Längen zusammengelötet, in der oberen Station verankert und in der unteren durch eine Winde gespannt. Zwischenunterstützungen dem Gelände entsprechend aufzustellen.

Zur Förderung von geringen Einzellasten wie Scheitholz, Faschinen, Reisig, Säcken u. s. w. anwendbar.

Wagen, einfache Haken mit Gleitsätteln oder Rollen, je nach der Bahnneigung.

Die leeren Wagen werden in bestimmten Zeiträumen in grösserer Anzahl mit einem schwachen Seile wieder hochgezogen.

2. Eingleisige Seilriesen.

Laufbahn aus Drahtseil von 15 bis 35 mm Stärke, je nach der Nutzlast, am besten in Spiralkonstruktion, aus Drähten von $K_2 =$

6000 bis 12000 kg f. d. qcm Bruchfestigkeit. (Vergl. Abteil. I, S. 443 u. f.)

Das Laufseil in der oberen Station verankert, in der unteren durch eine Winde oder besser durch eine selbstthätige Spannvorrichtung bis zu $\frac{1}{8} K_z$ gespannt.

Wagen an einem Zugseil befestigt, Laufgeschwindigkeit der beladenen Wagen 4 bis 6 m i. d. Sek., durch eine Bremsvorrichtung geregelt.

Zugseil in Litzenkonstruktion, entweder zum Aufwickeln auf eine Trommel oder geschlossen mit selbstthätiger Spannvorrichtung in der unteren Station. Die Wagen werden einzeln oder in größerer Anzahl auf der Laufbahn wieder hochgezogen.

Durch Einschaltung einer **Wechselstation** in der Mitte der Bahn abwechselnder Betrieb mit zwei Wagen, von denen der thalwärts gehende beladene den leeren hochzieht. Wechselstation im Betriebe unbequem, häufig auch der Geländeverhältnisse halber nicht anwendbar; man wählt dann:

b. Doppelgleisige Riesen.

Abwechselnder Betrieb, mit zwei gleich starken Parallel-Laufbahnen, zwei Seilbahnwagen und geschlossenem Zugseil, welches in der oberen Station seine Bremsvorrichtung, in der unteren seine Spannvorrichtung erhält.

Wagengeschwindigkeit 4 bis 6 m i. d. Sek., Wageninhalt in der Regel bis 600 kg, bei Holzförderung bis 2000 kg in Doppelgehängen.

Leistungsfähigkeit = $\frac{600 \cdot 3600 \cdot 0,9 v}{L}$ kg i. d. Std., wenn v

die Geschwindigkeit in m i. d. Sek., L die Bahnlänge in m bezeichnet.

Ist bei größerer Bahnlänge diese Leistung nicht genügend, so kann sie durch Einschaltung von Zwischenstationen vergrößert werden. Die Konstruktion ist schon bei $8\frac{1}{2}\%$ Gefälle anwendbar; bei genügend großem Gefälle können Spannweiten von 500 m und mehr überwunden werden.

B. Drahtseilbahnen mit ununterbrochenem Betrieb.

a. Englisch-amerikanische Bauart.

Keine festliegende Laufbahn, sondern ein in Bewegung befindliches Tragleil, auf welchem die Wagen mittelst Sättel hängen und durch das sie von einem Bahnende bis zum anderen fortgeführt werden.

Seil in Litzenkonstruktion, an den Endstationen um wagerechte Seilscheiben geführt, mit Antrieb und Spannvorrichtung versehen.

Da es gleichzeitig als Tragseil und Zugseil dient, ungünstig beansprucht, daher großer Seilverschleiß.

Nur für geringe Einzellasten bis 150 kg und geringe Gesamtleistung in wenig gebirgigem Gelände anwendbar.

b. Bauart nach Bleichert.

Teile: Zwei feste Parallel-Laufbahnen, die eine für den Hingang der beladenen Wagen, die andere für den Rückgang der leeren Wagen, ein bewegtes Zugseil und die in regelmäßigen Entfernungen auf der freien Strecke folgenden Wagen, die in den Endstationen an das Zugseil während der Bewegung des letzteren an- und abgekuppelt werden.

Laufbahnen aus Rundeisen oder besser aus Drahtseilen.

Rundeisen-Laufbahnen nur bei geringen Leistungen und Wagenbelastungen zu empfehlen. Aus Rundeisenstangen von 25 bis 35 mm Durchmesser bis zu Längen von 100 m zusammengeschweißt und die Teile durch Zwischenkupplungen verbunden. An dem einen Ende fest verankert, an dem anderen mit etwa $\frac{1}{4}$ der Bruchfestigkeit K_z gespannt.

Laufseile in Spiralkonstruktion; für die beladenen Wagen je nach der Belastung 20 bis 40 mm Durchmesser, für die leeren 15 bis 28 mm. Drähte je nach der Beanspruchung aus Stahl mit einer Bruchbelastung $K_z = 4500$ bis 13000 kg f. d. qcm. Lötstellen dürfen in den Drähten nicht vorkommen, man stellt daher die Laufseile in möglichst großen Einzellängen dar und verbindet die einzelnen Stücke durch Zwischenkupplungen; diese werden zweckmäßig ohne Verlöten aufgesetzt, damit in den Kupplungshülsen an den Seilen keine Rostbildungen, die den Betrieb gefährden, vorkommen können.

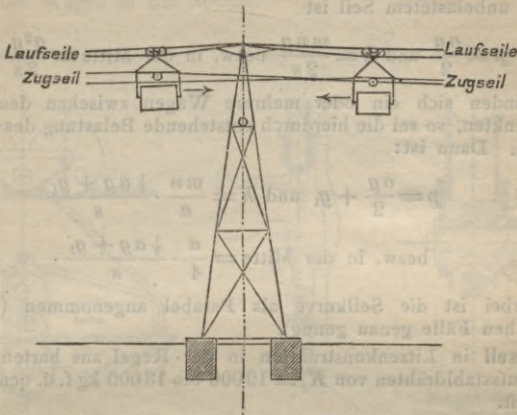
Laufbahn an dem einen Ende fest verankert und durch freischwebende, an Ketten hängende und über Rollen auf die Seile einwirkende Gewichte stets gleich gespannt.

Zulässige Beanspruchung $k_z = \frac{1}{4}$ der Bruchbelastung K_z des Seiles. Bei größerer Bahnlänge (etwa von 1500 bis 2000 m an), außerdem zum raschen und sicheren Ausgleich der Spannungsunterschiede auf der freien Bahnstrecke selbstthätig wirkende mittlere Spannvorrichtungen; besondere Bedienung erfordern diese nicht.

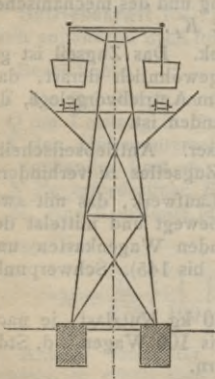
Zur Lagerung der Laufseile auf der freien Bahnstrecke dienen **Unterstützungen** in Holz oder Eisen. Bei leicht gebauten Bahnen einsäulige Holzstützen mit Kopfstück, Erdfuß und, wenn nötig, Verstrebungen, bei größeren Leistungen doppelsäulige Holz-Unterstützungen oder eiserne Unterstützungen in Pyramidenform auf gemauerten Fundamentsockeln. Unterstützungen je nach dem Gelände an passenden Orten aufgestellt, wenn möglich in solcher

Höhe, dafs der Verkehr unterhalb der Bahn freibleibt. Gewöhnlich in Entfernungen von 50 bis 60 m bei 7 bis 8 m Höhe; schroffe Uebergänge zu vermeiden. (Abbild. 140 und 141.) Strafsen-Uebergänge sind durch leichte Schutzdächer zu sichern.

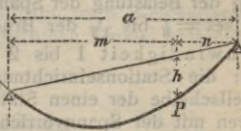
Abbild. 140.



Abbild. 141.



Abbild. 142.



Zur Auflagerung der Seile gufseiserne Auflagerschuhe, in denen die Seile frei aufliegen.

Seildurchhang (Abbild. 142) an einem beliebigen Punkte P der Laufbahn zwischen zwei beliebigen Stützpunkten bestimmt man annähernd wie folgt.

Bezeichnet:

a die wagerechte Entfernung der Stützpunkte in m,

m und n die wagerechten Abstände des Punktes P von den beiden Stützpunkten in m,

p das im Punkte P lotrecht wirkende Gewicht in kg,
 s die Seilspannung in kg,
 g das Gewicht des Seiles in kg f. d. lfd. m,
 so ist der Seildurchhang in m:

$$h = \frac{mn}{a} \cdot \frac{p}{s}; \text{ in der Mitte} = \frac{a}{4} \cdot \frac{p}{s}.$$

Bei unbelastetem Seil ist

$$p = \frac{ag}{2} \text{ und } h = \frac{mng}{2s} \text{ bzw. in der Mitte} = \frac{a^2g}{8s}.$$

Befinden sich ein oder mehrere Wagen zwischen den beiden Stützpunkten, so sei die hierdurch entstehende Belastung des Punktes $P = g_1$. Dann ist:

$$p = \frac{ag}{2} + g_1 \text{ und } h = \frac{mn}{a} \cdot \frac{\frac{1}{2}ag + g_1}{s}$$

$$\text{bzw. in der Mitte} = \frac{a}{4} \cdot \frac{\frac{1}{2}ag + g_1}{s}.$$

Hierbei ist die Seilkurve als Parabel angenommen (für alle praktischen Fälle genau genug).

Zugseil in Litzenkonstruktion in der Regel aus harten, zähen Tiegelflufsstahldrähten von $K_z = 12000$ bis 13000 kg f. d. qcm Bruchfestigkeit.

Zulässige Beanspruchung k_z des Zugseiles unter Berücksichtigung der Belastung der Spannvorrichtung und des mechanischen Verschleißes $= \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Bruchfestigkeit K_z .

Geschwindigkeit 1 bis 2 m i. d. Sek. Das Zugseil ist geschlossen; die Stationseinrichtungen sind gewöhnlich derart, daß die Endseilscheibe der einen Station mit dem Antrieb vorgelegt, die der anderen mit der Spannvorrichtung verbunden ist.

Scheiben 1500 bis 3000 mm Durchmesser. Antriebseilscheibe mit Hirnledereinlage, um ein Gleiten des Zugseiles zu verhindern.

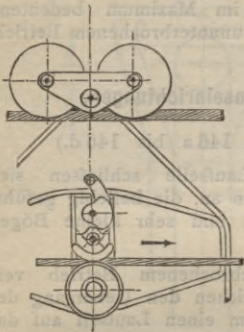
Die **Seilbahnwagen** bestehen aus dem Laufwerk, das mit zwei tieferillten Rädern auf der Laufbahn sich bewegt und mittelst des Gehänges den unter der Laufbahn hängenden Wagenkasten und den Kupplungsapparat trägt (s. Abbild. 143 bis 145). Schwerpunkt stets weit unterhalb des Aufhängepunktes.

Kasten 1 bis 6 hl Inhalt für 125 bis 750 kg Nutzlast, je nach der Leistung; gewöhnlich rechnet man 40 bis 100 Wagen i. d. Std., kann jedoch bis 200 beladene Wagen fördern.

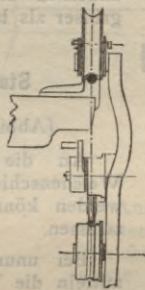
Kasten gewöhnlich zum bequemen Kippen in der Schwerachse aufgehängt; für Ballen, Kisten, Fässer u. s. w. besonders geformte Plattformwagen.

Kupplungsapparate (zum Ankuppeln der Wagen an das in Bewegung befindliche Zugseil) (Abbild. 143 u. 144). Bei Bahnneigungen bis 1:5 Reibungsapparate, die sich der Bahnneigung entsprechend selbstthätig regeln; bei starken Neigungen erhält das Zugseil besondere kleine, am besten aus zwei Teilen hergestellte und durch starken Druck befestigte Stahlmuffen, die beim Ankuppeln in den Apparat selbstthätig einschlüpfen. Entkuppeln selbstthätig beim Einlauf der Wagen in die Station.

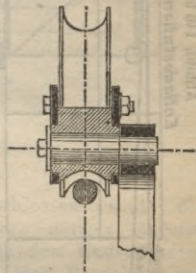
Abbild. 143.



Abbild. 144.



Abbild. 145.



Schnitt durch die Mitte des Laufwerks.

Betriebskraft für eine Drahtseilbahn nach Bleichertscher Bauart kann annähernd nach folgender empirischen Formel bestimmt werden.

Bezeichnet:

l die Bahnlänge in m,

Q die Leistung in Tonnen zu 1000 kg i. d. Std.,

h den Höhenunterschied der beiden Endstationen, bei aufwärts gehender Last +, bei abwärts gehender — zu setzen,

N die erforderliche Betriebskraft in PS,

N_0 eine Konstante für Reibung in den Endstationen, = 0,5 bis 5,

so ist:

$$N = \frac{Q}{270} \left\{ \frac{l}{100} \left[2 + 0,005 \cdot (100 - Q) \right] \pm h \right\} + N_0.$$

Antrieb von jeder beliebigen Transmissionswelle aus; wird N negativ, so erhält man eine **Bremsdrahtseilbahn** mit Bremsvorrichtung in der oberen Station zur Regelung der Zugseilgeschwindigkeit. Bei nur geringem Kraftüberschuss ist der Anschluss an einen Motor vorzuziehen.

Eingleisige Drahtseilbahnen mit einer Laufbahn, einem Zugseil und abwechselndem Betrieb, für geringe Leistungen; die Wagen auf derselben Laufbahn hin- und herbefördert; Wagengeschwindigkeit beim Einlaufen und Auslaufen wie vorstehend, auf der freien Strecke 4 bis 6 m i. d. Sek.

Zur Vergrößerung der Leistung werden die Wagen auch zugweise in kurzen Entfernungen hintereinander befördert.

Die Betriebskraft ist dabei sehr veränderlich und im Maximum bedeutend größer als bei ununterbrochenem Betrieb.

Stationseinrichtungen.

(Abbild. 146 a bis 146 d.)

An die Laufseile schliessen sich Weichenschienen an, die beliebig geführt werden können und sehr kleine Bögen zulassen.

Bei ununterbrochenem Betrieb vermitteln die Weichen den Uebergang der Wagen von dem einen Laufseil auf das andere.

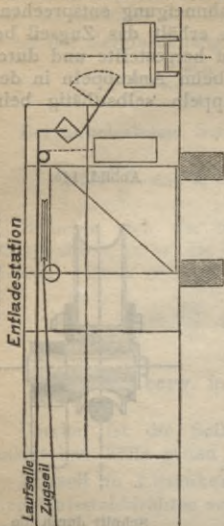
Besondere Weichenstränge können beliebig mit ausrückbaren Zungen, Drehschienen und Schiebebühnen angeschlossen werden.

Beladung der Wagen entweder aus besonderen Füllrumpfen, oder beliebig auf festen oder tragbaren Beladeweichen; bei Verbindung mit Schmalspurgleisen werden die Kasten der Seilbahnwagen auf Unterwagen gesetzt.

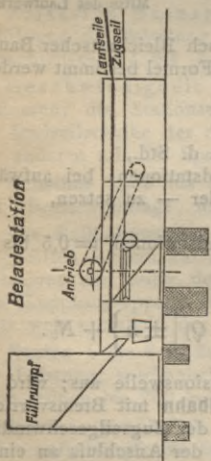
Allgemeine **Preisangaben** für Drahtseilbahnen nicht gut zu machen, Anlagekosten sehr durch die besonderen Verhältnisse bedingt.

Bei flachem Gelände, ungefähr gleicher Höhenlage der Endstationen und unter sonst normalen Verhältnissen können die annähernden Preise aus nachstehender Tafel (a. S. 194) entnommen werden.

Abbild. 146 b.

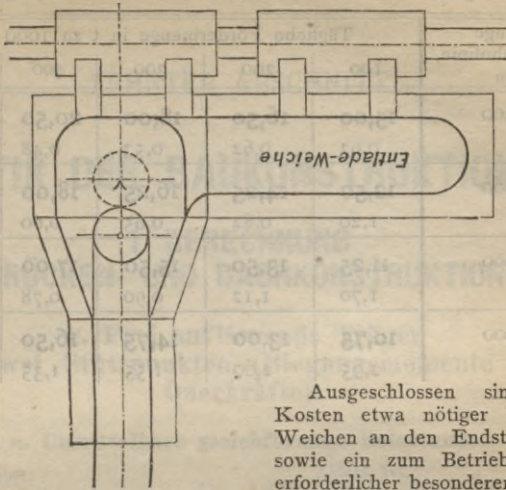


Abbild. 146 a.

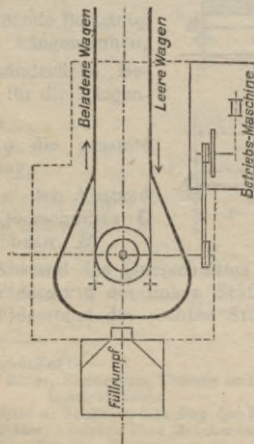


Darin bezeichnen die fett gedruckten Zahlen die Kosten der gesamten Eisenteile in *M.* einschl. der Wagen für 1 m Bahnlänge.

Abbild. 146 d.



Abbild. 146 c.



Ausgeschlossen sind die Kosten etwa nötiger längerer Weichen an den Endstationen, sowie ein zum Betriebe etwa erforderlicher besonderer Motor. Hinzu kommen die Kosten für Holzarbeiten und Errichtung der Bahnlinie, welche sich nach den örtlichen Verhältnissen richten und bei ebenem Gelände etwa 4 *M.* f. d. lfd. m Bahnlänge betragen.

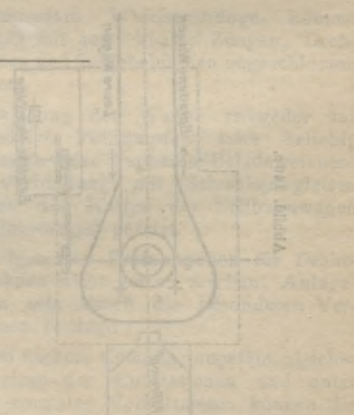
Die zweite Zahlenreihe giebt die Förderkosten für 10 t in *M.*, mit Einschluss der Verzinsung des Anlagekapitals, der gesamten Unterhaltungskosten, der Bedienungsmannschaft, sowie der Gelände-Miete, für gebräuchliche Durchschnittspreise.

Preise für Drahtseilbahnen und der Förderkosten
nach Angabe der Firma Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis.

Länge der Bahnlinie. m	Tägliche Fördermenge in t zu 1000 kg.				
	100	200	300	400	500
500	15,00 0,92	16,50 0,62	18,00 0,53	20,50 0,48	22,00 0,47
1000	12,50 1,20	14,25 0,82	16,25 0,65	18,00 0,60	19,25 0,54
2000	11,25 * 1,70	13,50 1,12	15,50 0,90	17,00 0,78	18,75 0,75
5000	10,75 2,95	13,00 2,00	14,75 1,55	16,50 1,35	18,25 1,20

Ausgeschlossen sind die
 Kosten eines nötigen längeren
 Weiches an den Endstationen,
 sowie ein zum Betrieb eines
 erforderlicher besonderer Motor
 läßt man kommen die Kosten für
 Holzarbeiter und Errichtung
 der Bahnlänge, welche sich nach
 dem örtlichen Verhältnisse
 richten und bei einem Gelände
 etwa 4 bis 6 m Bahnlänge
 betragen.

Die zweite Kabinenreihe gibt
 die Förderkosten für 10 t in %
 mit Einschluß der Veranschlagung
 des Antriebsmotors, der ge-
 samten Unterhaltungskosten, der
 Hochspannungsmaschine sowie
 der Gebäude- und für ge-
 wöhnliche Drahtseilbahnen.



ZEHNTER ABSCHNITT.

STATIK DER BAUKONSTRUKTIONEN.

I. BERECHNUNG DER BRÜCKEN- UND DACHKONSTRUKTIONEN.*)

A. Frei aufliegende Träger mit zwei Stützpunkten (Biegemomente und Querkräfte).

a. Unmittelbare gleichförmige Belastung.

Bedeutet:

l die Stützweite (Abbild. 147 bis 149),

g die bleibende Belastung für die Längeneinheit,

p die veränderliche Belastung für die Längeneinheit,

$g + p = q$ die gesamte Belastung,

x bzw. x' den Abstand eines Querschnittes C von A bzw. B ,

x'' den Abstand des Querschnittes C von der Trägermitte,

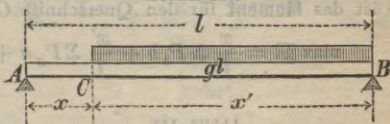
A den Widerstand der linken Stütze,

B den Widerstand der rechten Stütze,

Abbild. 147.



Abbild. 148.



*) **Lehrbücher:**

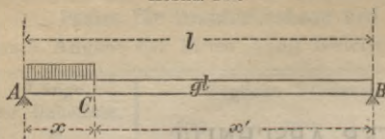
A. Ritter, Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen.

Laisle u. Schübler, Der Bau der Brückenträger.

Winkler, Vorträge über Brückenbau.

Müller-Breslau, Vorlesungen über Brückenbau.

Abbild. 149.



so wird das **Moment** für den Querschnitt C:

$$\max M = \frac{q x x'}{2};$$

$$\min M = \frac{g x x'}{2};$$

und die **Querkraft**:

$$\max Q = g x'' + \frac{p x'^2}{2l};$$

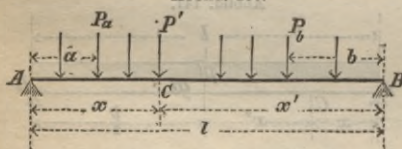
$$\min Q = g x'' - \frac{p x^2}{2l}.$$

max M entsteht bei voller Belastung Abbild. 147, max Q bei der Laststellung Abbild. 148, min Q bei der Laststellung Abbild. 149.

b. Unmittelbare Belastung durch einen über den Träger sich bewegenden Zug von Einzellasten (Eisenbahnzug).

Bezeichnet man mit:

Abbild. 150.



P_a jede Last links von C (Abbild. 150),

P_b jede Last rechts von C,

P' die über C stehende Last,

a den Abstand der Last P_a von A,

b den Abstand der Last P_b von B,

so ist das **Moment** für den Querschnitt C:

$$\max M = \frac{x}{l} \sum P_b b + \frac{x'}{l} \sum P_a a + \frac{P' x x'}{l} + \frac{g x x'}{2}.$$

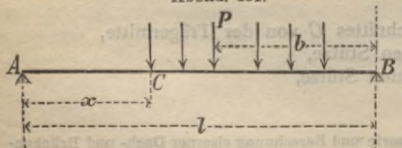
Es muß dabei eine möglichst schwere Last über C stehen und die Lastengruppe so eingestellt werden, dafs:

$$\frac{P' + \sum P_b}{\sum P_a} > \frac{x'}{x}$$

und:

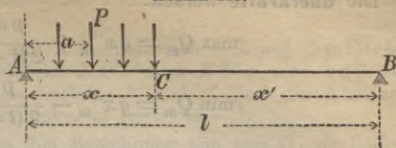
$$\frac{\sum P_b}{P' + \sum P_a} < \frac{x'}{x}.$$

Abbild. 151.



Bei Eisenbahnbrücken genügt es, einen von drei schweren Lokomotiven geführten Güterzug anzunehmen. Zwei Maschinen sind dabei mit den Schornsteinen gegeneinander zu stellen.

Abbild. 152.



Neuerdings werden vielfach nur zwei Lokomotiven, beide vorwärtsgehend, mit angehängten Güterwagen angenommen.

Radstände und Achslasten s. unter IV. Belastungsangaben.

Die **größten Querkräfte** werden für den Querschnitt C:

$$\max Q = g x'' + \frac{\sum P b}{l} \quad (\text{Abbild. 151});$$

$$\min Q = g x'' - \frac{\sum P a}{l} \quad (\text{Abbild. 152});$$

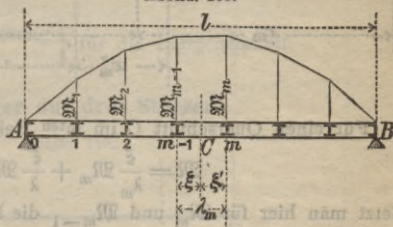
Es ist hier ein von drei vorwärtsgehenden Lokomotiven geführter Güterzug anzunehmen.

c. Mittelbare gleichförmige Belastung.

Die Belastung der Brückenträger wirkt in der Regel zunächst auf Träger kleinerer Stützweite und wird durch Querträger auf die Hauptträger übertragen. Sind dann (Abbild. 153 und 154):

0, 1, 2, . . . m die Ordnungsnummern der Knotenpunkte (Querträgerangriffspunkte),
 x_m und x'_m die Abstände des m^{ten} Knotenpunktes von A bzw. B,
 λ_m die Länge des m^{ten} Feldes,

Abbild. 153.



x'_m der Abstand der Mitte des m^{ten} Feldes von der Trägerrmitte,

so ist für den m^{ten} Knotenpunkt:

$$\max \mathfrak{M}_m = \frac{q x_m x'_m}{2}; \quad \min \mathfrak{M}_m = \frac{g x_m x'_m}{2};$$

und für einen Querschnitt C im m^{ten} Felde:

$$\mathfrak{M} = \frac{\xi}{\lambda_m} \mathfrak{M}_m + \frac{\xi'}{\lambda_m} \mathfrak{M}_{m-1}.$$

Hiernach ist die **Momentenkurve zwischen zwei aufeinanderfolgenden Knotenpunkten eine Gerade.**

Die **Querkräfte** werden:

$$\max Q_m = g x''_m + \frac{p x'_m{}^2}{2(l - \lambda_m)};$$

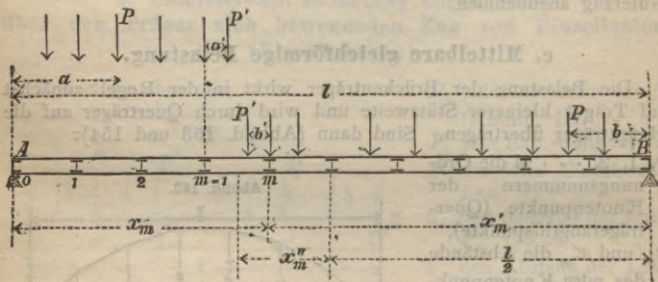
$$\min Q_m = g x''_m - \frac{p x_m{}^2}{2(l - \lambda_m)}.$$

d. Mittelbare Belastung durch ein System von Einzellasten (Eisenbahnzug).

Die **Momente** für die Knotenpunkte werden genau so berechnet, als wären die Zwischenträger nicht vorhanden. Es ist also (Abbild. 154 und 152):

$$\max \mathfrak{M}_m = \frac{x_m}{l} \Sigma P_b b + \frac{x'_m}{l} \Sigma P_a a + \frac{x_m x'_m}{l} P' + \frac{g x_m x'_m}{2}.$$

Abbild. 154.



Für einen Querschnitt C im m ten Felde wird:

$$\mathfrak{M} = \frac{\xi}{\lambda_m} \mathfrak{M}_m + \frac{\xi'}{\lambda} \mathfrak{M}_{m-1}.$$

Setzt man hier für \mathfrak{M}_m und \mathfrak{M}_{m-1} die Maximalwerte ein, so erhält man $\max \mathfrak{M}$. (Allerdings entstehen die Momente $\max \mathfrak{M}_m$ und $\max \mathfrak{M}_{m-1}$ im allgemeinen bei verschiedenen Laststellungen, so daß sich \mathfrak{M} etwas zu groß ergibt.)

Die **größten Querkräfte** werden für das m te Felde:

$$\max Q_m = g x''_m + \frac{\Sigma P b}{l} - \frac{\Sigma P' b'}{\lambda_m};$$

$$\min Q_m = g x''_m - \frac{\Sigma P a}{l} + \frac{\Sigma P' a'}{\lambda_m};$$

sie entstehen bei den Laststellungen Abbild. 154.

Der Zug ist von B aus, bezw. von A aus bis in das m^{te} Feld vorzurücken.

Die Ausdrücke $\Sigma P b$ und $\Sigma P a$ beziehen sich auf sämtliche Lasten, hingegen die Ausdrücke $\Sigma P' b'$ und $\Sigma P' a'$ nur auf die im m^{ten} Felde gelegenen Lasten. b' und a' sind die Abstände der Lasten P' vom Knotenpunkte m bezw. $m-1$.

In der Regel genügt es, bei Berechnung von $\max Q_m$ die beiden Fälle zu untersuchen:

die erste Last steht über m und

„ zweite „ „ „ „ m .

Stellt man die erste Last P_1 über m und findet:

$$\frac{\Sigma P}{P_1} < \frac{l}{\lambda_m},$$

so ist diese Stellung die gefährlichste, im Gegenfalle muß die zweite Last über m stehen. Ebenso ist bei Berechnung von $\min Q_m$ zu verfahren.

B. Durchlaufende Träger ohne Gelenke (Querkräfte und Biegemomente für gleichmäßige Belastung).

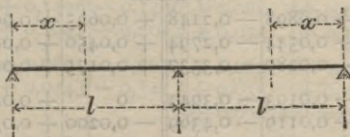
(Nach Winkler.)

Es bedeutet:

g die bleibende Belastung } für die Längeneinheit.
 p „ veränderliche „ }

a. Träger auf drei Stützen.

Abbild. 155.



Die größten Querkräfte werden für den bei x gelegenen Balkenquerschnitt:

$$\max Q = + \frac{1}{16} \left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 \left(7 - 2 \frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2}\right) p l + \frac{1}{8} \left(3 - 8 \frac{x}{l}\right) g l;$$

$$\min Q = - \frac{1}{16} \left(1 + 10 \frac{x^2}{l^2} - \frac{x^4}{l^4}\right) p l + \frac{1}{8} \left(3 - 8 \frac{x}{l}\right) g l.$$

Für $x < \frac{1}{2}l$ ergeben sich die **Biegemomente**:

$$\max \mathfrak{M} = \frac{1}{16} \frac{x}{l} \left(7 - 8 \frac{x}{l} \right) p l^2 + \frac{1}{8} \frac{x}{l} \left(3 - 4 \frac{x}{l} \right) g l^2;$$

$$\min \mathfrak{M} = -\frac{1}{16} \frac{x}{l} p l^2 + \frac{1}{8} \frac{x}{l} \left(3 - 4 \frac{x}{l} \right) g l^2,$$

und für $x > \frac{1}{2}l$:

$$\max \mathfrak{M} = \frac{1}{8} \left(16 \frac{x}{l} - 4 \frac{x^2}{l^2} - 20 + 8 \frac{l}{x} \right) p l^2 + \frac{1}{8} \frac{x}{l} \left(3 - 4 \frac{x}{l} \right) g l^2;$$

$$\min \mathfrak{M} = -\frac{1}{8} \left(13 \frac{x}{l} - 20 + 8 \frac{l}{x} \right) p l^2 + \frac{1}{8} \frac{x}{l} \left(3 - 4 \frac{x}{l} \right) g l^2.$$

Zur Berechnung dieser Werte dient folgende Tafel:

$\frac{x}{l}$	Querkräfte Q .			Momente \mathfrak{M} .		
	Einfluss von g .	Einfluss von p .		Einfluss von g .	Einfluss von p .	
		Q	max Q		min Q	\mathfrak{M}
0	+ 0,375	+ 0,4375	- 0,0625	0	0	0
0,1	+ 0,275	+ 0,3437	- 0,0687	+ 0,0325	+ 0,03875	- 0,00625
0,2	+ 0,175	+ 0,2624	- 0,0874	+ 0,0550	+ 0,06750	- 0,01250
0,3	+ 0,075	+ 0,1932	- 0,1182	+ 0,0675	+ 0,08625	- 0,01875
0,375	0	+ 0,1491	- 0,1491	+ 0,0703	+ 0,09375	- 0,02344
0,4	- 0,025	+ 0,1359	- 0,1609	+ 0,0700	+ 0,09500	- 0,02500
0,5	- 0,125	+ 0,0898	- 0,2148	+ 0,0625	+ 0,09375	- 0,03125
0,6	- 0,225	+ 0,0544	- 0,2794	+ 0,0450	+ 0,08250	- 0,03750
0,7	- 0,325	+ 0,0287	- 0,3537	+ 0,0175	+ 0,06125	- 0,04375
0,75	- 0,375	+ 0,0193	- 0,3943	0	+ 0,04688	- 0,04688
0,8	- 0,425	+ 0,0119	- 0,4369	- 0,0200	+ 0,03000	- 0,05000
0,85	- 0,475	+ 0,0064	- 0,4814	- 0,0425	+ 0,01523	- 0,05773
0,9	- 0,525	+ 0,0027	- 0,5277	- 0,0675	+ 0,00611	- 0,07361
0,95	- 0,575	+ 0,0007	- 0,5757	- 0,0950	+ 0,00138	- 0,09638
1,0	- 0,625	0	- 0,6250	- 0,1250	0	- 0,12500
	$\cdot gl$	$\cdot pl$	$\cdot pl$	$\cdot gl^2$	$\cdot pl^2$	$\cdot pl^2$

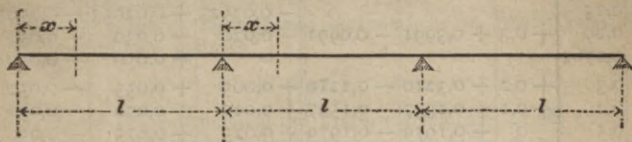
b. Träger auf vier Stützen.

Es bedeutet:

g die bleibende Belastung
 p die veränderliche Belastung
 l die Länge eines Feldes.

} für die Längeneinheit,

Abbild. 156.



Die größten Querkräfte und Momente sind dann für verschiedene Querschnitte x aus folgender Tafel zu entnehmen.

$\frac{x}{l}$	Querkräfte Q .			Momente M .		
	Einfl. von g .	Einfluss von p .		Einfluss von g .	Einfluss von p .	
		Q	max Q		min Q	M
0	+ 0,4	+ 0,4500	- 0,0500	0	0	0
0,1	+ 0,3	+ 0,3560	- 0,0563	+ 0,035	+ 0,040	- 0,005
0,2	+ 0,2	+ 0,2752	- 0,0752	+ 0,060	+ 0,070	- 0,010
0,3	+ 0,1	+ 0,2065	- 0,1065	+ 0,075	+ 0,090	- 0,015
0,4	0	+ 0,1496	- 0,1496	+ 0,080	+ 0,100	- 0,020
0,5	- 0,1	+ 0,1042	- 0,2042	+ 0,075	+ 0,100	- 0,025
0,6	- 0,2	+ 0,0694	- 0,2694	+ 0,060	+ 0,090	- 0,030
0,7	- 0,3	+ 0,0443	- 0,3443	+ 0,035	+ 0,070	- 0,035
0,7895				+ 0,00414	+ 0,04362	- 0,03948
0,8	- 0,4	+ 0,0280	- 0,4280	0	+ 0,04022	- 0,04022
0,85				- 0,02125	+ 0,02773	- 0,04898
0,9	- 0,5	+ 0,0193	- 0,5193	- 0,04500	+ 0,02042	- 0,06542
0,95				- 0,07125	+ 0,01706	- 0,08831
1,00	- 0,6	+ 0,0167	- 0,6167	- 0,10000	+ 0,01667	- 0,11667
	$\cdot gl$	$\cdot pl$	$\cdot pl$	$\cdot gl^2$	$\cdot pl^2$	$\cdot pl^2$

$\frac{x}{l}$	Querkräfte Q .			Momente M .		
	Einfl. von g .	Einfluss von p .		Einfluss von g .	Einfluss von p .	
		Q	max Q		min Q	M
0	+ 0,5	+ 0,5833	- 0,0833	- 0,10000	+ 0,01667	- 0,11667
0,05				- 0,07625	+ 0,01408	- 0,09033
0,10	+ 0,4	+ 0,4870	- 0,0870	- 0,05500	+ 0,00748	- 0,06248
0,15				- 0,03625	+ 0,02053	- 0,05678
0,20	+ 0,3	+ 0,3991	- 0,0991	- 0,020	+ 0,030	- 0,050
0,2764				0	+ 0,050	- 0,050
0,3	+ 0,2	+ 0,3210	- 0,1210	+ 0,005	+ 0,055	- 0,050
0,4	+ 0,1	+ 0,2537	- 0,1537	+ 0,020	+ 0,070	- 0,050
0,5	0	+ 0,1979	- 0,1979	+ 0,025	+ 0,075	- 0,050
	$\cdot gl$	$\cdot pl$	$\cdot pl$	$\cdot gl^2$	$\cdot pl^2$	$\cdot pl^2$

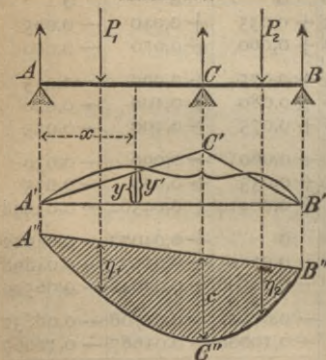
C. Durchlaufende Träger ohne Gelenke, beansprucht durch Einzellasten.

(Nach Müller-Breslau.)*

Die Ermittlung der Auflagerwiderstände, Biegemomente und Querkräfte geschieht am zweckmäßigsten mit Hilfe von **Einflusslinien** (Influenzlinien). Man berechnet den Einfluss einer über den

Träger wandernden Einzellast auf die zu bestimmende Größe (Auflagerdruck, Moment, Querkraft) für alle möglichen Lagen dieser Last und trägt das Ergebnis in dem jedesmaligen Angriffspunkte dieser Last als Ordinate auf. Dazu ist es nötig, die durch eine Einzellast hervorgerufenen, statisch nicht bestimmbaren Stützenwiderstände zu kennen.

Abbild. 157.



a. Träger auf drei Stützen.

(Abbild. 157.)

Betrachtet man ein beliebiges Dreieck $A'C'B'$, dessen Ecken auf den Auflagerlotrechten

*) Vergl. Wochenblatt für Arch. u. Ing., 1883 und 1884. Zeitschr. des hannö. Arch.- u. Ing.-Vereins, 1884.

liegen, als Belastungsfläche eines einfachen Trägers $A'B'$ und ermittelt die zugehörige Momentenfläche $A''C''B''$, indem man mit beliebiger Polentfernung ein Seilpolygon $A''C''B''$ zeichnet und die Schlußlinie $A''B''$ einträgt, so erhält man den durch die Einzelasten P_1 und P_2 erzeugten **Widerstand C der Mittelstütze**:

$$C = \frac{1}{c} (P_1 \eta_1 + P_2 \eta_2),$$

wobei η_1, η_2, c die unter P_1, P_2, C gemessenen lotrechten Abstände des Seilpolygons von der Schlußlinie sind. Bedingung ist annähernd konstanter Querschnitt des Trägers.

Ist der Trägerquerschnitt sehr veränderlich, so ersetze man die Belastungsordinate y durch:

$$y' = y \frac{J_c}{J},$$

wobei J das Trägheitsmoment des Trägerquerschnittes an der Stelle x und J_c ein beliebig großes, aber konstantes Trägheitsmoment bedeutet.

b. Träger auf vier Stützen. (Abbild. 158.)

Man fasse die beiden beliebigen, mit I und II bezeichneten Dreiecke $A'C_1B'$ und $A'C_2B'$, deren Ecken auf den Auflagerlotrechten liegen, nach einander als Belastungsflächen eines einfachen Trägers $A'B'$ auf, zeichne zu dem Dreieck I mit beliebigem Polabstande das Seilpolygon I und hierauf zu dem Dreieck II ein Seilpolygon II, welches sich mit dem Seilpolygon I auf den Auflagerlotrechten 0, 2 und 3 schneidet. Hierauf findet man den durch die Lasten P_1, P_2, P_3 hervorgerufenen **Stützenwiderstand C_1** :

$$C_1 = \frac{1}{c_1} (P_1 \eta_1 + P_2 \eta_2 - P_3 \eta_3).$$

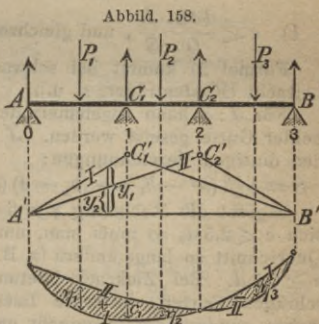
Dabei sind $\eta_1, \eta_2, \eta_3, c_1$ die unter P_1, P_2, P_3, C_1 gemessenen lotrechten Abstände der beiden Seilpolygone. Bedingung ist ein annähernd konstanter Trägerquerschnitt.

Bei stark veränderlichem Querschnitte des Trägers sind die Belastungsordinaten y_1 und y_2 zu ersetzen durch:

$$y'_1 = y_1 \frac{J_c}{J} \text{ bzw. } y'_2 = y_2 \frac{J_c}{J},$$

wobei J und J_c die unter a. erklärte Bedeutung haben.

Ganz entsprechend wird der Stützenwiderstand C_2 ermittelt.



D. Blechträger.

Aus der gegebenen Lichtweite l' ist die Stützweite $l = 1,01 l' + 40$ cm zu ermitteln.

Trägheitsmoment J und Widerstandsmoment W des Querschnittes eines Blechträgers mit und ohne Gurtplatten s. Abteil. I. S. 324. Nr. 27 und 28. Tafeln hierüber s. S. 206 und 207.

Im ersteren Falle sind zur Ermittlung der Mindestwerte von J und W die Nietlöcher im wagerechten, im letzteren Falle diejenigen im lotrechten Gurtwinkel-schenkel in Abzug zu bringen.

Näherungsweise ist nach Müller-Breslau, wenn F (in qcm) den Nutzquerschnitt der Gurtwinkel + Stegteile zwischen den Gurtwinkeln bezeichnet, das Widerstandsmoment bei der Steghöhe h_1 (in cm), wenn $h_1 < 60$ cm (Zwischenträger von Brücken):

$$W = (0,56 + 0,007 h_1) F h_1.$$

Nietteilung. Bezeichnet:

J das Trägheitsmoment des Querschnittes in cm^4 ,

S das statische Moment der Gurtung bezogen auf die neutrale Achse, in ccm ,

d die Nietstärke in cm, δ die Stegstärke in cm,

Q die Querkraft in kg,

k den zulässigen Leibungsdruck in kg f. d. qcm, nach Schwedler für Schweifseisen $k = 1100$ kg f. d. qcm,

$k_s = 0,8 k_z$ die zulässige Schubspannung in kg f. d. qcm,

so muß die Nietteilung der Gurtwinkel für jeden Querschnitt:

$$1) e \geq \frac{d k J}{Q S}, \text{ und gleichzeitig: } 2) e \geq \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot k_s J}{Q S}.$$

Formel 2) kommt bei schwachen Nieten und starkem Steg in betracht (Kastenträger, s. u.).

Für $J : S$ kann angenähert der lotrechte Abstand der Nietreihen beider Gurte gesetzt werden. J s. Abteil. I. S. 324; ferner ist mit den dortigen Bezeichnungen:

$$S = \frac{1}{8} [b (h^2 - h_1^2) + (b_1 - \delta) (h_1^2 - h_2^2) + (b_2 - \delta) (h_2^2 - h_3^2)].$$

Ergibt die Rechnung $e > 6 d$, so wähle man $e = 6 d$. Ergibt sich $e < 2,5 d$, so muß man, um die Niete setzen zu können, den Querschnitt so lange ändern (z. B. durch Verstärkung des Steges), bis $e \geq 2,5 d$. Bei Zickzack-Nietung (bei großen Winkeln) und bei schrägen Gurten, lotrechte Lasten vorausgesetzt, ist e nicht der wahre, sondern der wagerecht gemessene Nietabstand.

Nietung der Gurtplatten versetzt gegen die des Stegs, dabei geringere Nietstärken oder größerer Nietabstand zulässig.

Nietstärke bei 8 bis 11 mm st. Winkeln und Platten $d = 2$ cm, bei 11 bis 13 mm $d = 2,3$ cm, bei 13 bis 16 mm $d = 2,6$ cm.

Steg gewöhnlich 10 mm st., geringste Stärke 6,5 mm; kleinere Stärken als 8 mm sind wegen des leichten Durchrostens der dünnen Platten zu vermeiden. Höhe richtet sich nach dem verfügbaren Raum, im übrigen $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ der Stützweite bei Hochbauten, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ bei Brücken zu empfehlen; Höhen unter $\frac{1}{10}$ ergeben zu schwere Träger bei unzulässiger Durchbiegung ($> \frac{1}{800}$).

Bei $h_1 < 80$ cm verwendet man Universaleisen von 8 m Normallänge und 14 m größter Länge (mit Preiszuschlag), bei $h_1 > 80$ cm Blechtafeln bis zu 400 kg Gewicht; Länge 4 bis 5 m.

Stofs durch Doppellaschen, je $\frac{2}{3} \delta$ bis δ stark, zwischen den lotrechten Schenkeln der Gurtwinkel; außerdem häufig durch Flacheisen auf jenen Schenkeln. Die Summe der Nietschnitte (Niete doppelschnittig) muß reichlich $= \frac{5}{4}$ Stegquerschnitt sein, auch ist eine genügende Uebertragung des Trägheitsmomentes des Stegquerschnittes zu sichern.

Aussteifung erforderlich an den Auflagern, in den Angriffspunkten größerer Einzelasten, auch bei gleichmäßig verteilter Last (sofern $h_1 > 50$ cm) alle 1,3 bis 1,5 m, durch je 1 bis 2 L Nr. $6\frac{1}{2}$ bis $7\frac{1}{2}$. Im Auflager sollen Aussteifungsquerschnitt, sowie Niete in den Aussteifungswinkeln die gesamte Querkraft übertragen können. Nietteilung = 6 bis $8d$, $d = 2\delta$.

Gurtwinkel. Kleinster = Nr. $6\frac{1}{2}$ (bei 20 mm Nietdurchm.), zu empfehlen Nr. 8. Große Gurtwinkel sind thunlichst zu vermeiden und durch ein Mehr an Gurtplatten zu ersetzen. Winkelstärke am besten = Gurtplattenstärke oder etwas geringer.

Normale Länge = 8 m, gegen Preisaufschlag bis 14 m. Stöße daher meist unnötig. Stofs aller Gurtwinkel in demselben Querschnitt, am einfachsten durch je zwei Flacheisen auf den beiden inneren Schenkelseiten; Stärke der Flacheisen $>$ Stärke der Gurtwinkel, damit sie den gleichen Nutzquerschnitt haben. Erforderliche Zahl an Stofsnieten entspricht $\frac{5}{4}$ Nutzquerschnitt; kleinere Nietteilung als sonst in der Gurtung ist hier zweckmäßig.

Gurtplatten. Geringste Plattenbreite $b' =$ doppelte Gurtwinkel-Schenkelbreite + Stegstärke $\delta + 1$ cm (vergl. Tafel S. 207). Größter Ueberstand der Gurtplatten über die Gurtwinkel = 3δ . Zu empfehlen $b' \leq 0,005 l + 15$ cm (l in cm). Stärke 8 bis 14 mm. Gesamtstärke der Gurtwinkel nebst allen Gurtplatten $< 2,5 d$. Höchstens je drei Gurtplatten.

Theoretisch erforderliche Länge jeder Gurtplatte zeichnerisch zu ermitteln aus dem Verlauf der Momentenlinie. Für den gleichmäßig belasteten Träger auf zwei Stützen (Abbild. 159) ist, wenn W das in der Mitte erforderliche Widerstandsmoment, W_0 , W_1 und W_2 die Widerstandsmomente des Querschnittes ohne bzw. mit einer, zwei Platten bezeichnen,

die Länge der inneren Platte: $l_1 = l \sqrt{1 - W_0 : W}$;

„ „ „ mittleren „ : $l_2 = l \sqrt{1 - W_1 : W}$;

„ „ „ äußeren „ : $l_3 = l \sqrt{1 - W_2 : W}$.

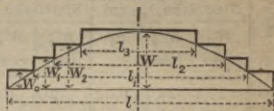
Die wirklichen Plattenlängen seien um etwa 24 cm größer.

Stofs durch ein Flacheisen vom Querschnitt der Gurtplatte; wenn möglich, ist durch Verlängerung der oberen Platte der Stofs der unteren zu decken. Anzahl der — in geringerer Teilung zu setzenden — Stofsnieten entspricht $\frac{5}{4}$ Nutzquerschnitt

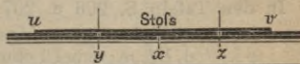
der Stofsplatte. Verdeckter Stofs, wenn die Stofsflasche nicht unmittelbar auf die gestofsene Platte gelegt werden kann (Abbild. 160; $uv = 2yz$).

Auflager. Fläche der Auflagerplatte aus dem Auflagerdruck und der zulässigen Druckspannung des Auflagersteins (s. Abteil. I. S. 310) zu ermitteln, entsprechend die Fläche des letzteren. Stärke der Auflagerplatten zu bestimmen, indem die halbe Plattenlänge als Freiträger angesehen wird, der mit dem gleichmäßig verteilten halben Auflagerdruck belastet ist (für Gußeisen $k_b = 250$ kg f. d. qcm). Nach Winkler ist die Länge der Auflagerplatte = $0,007 l + 32$ cm, die Breite mindestens = $1,5 \cdot$ Gurtplattenbreite. Unter der Auflager-

Abbild. 159.

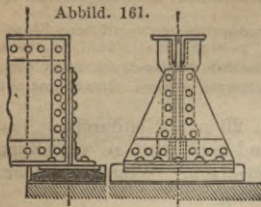


Abbild. 160.

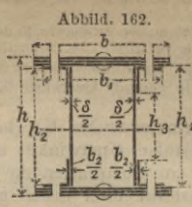


platte ist eine 1 cm st. Cementschicht, bei schweren Trägern eine 3 bis 6 mm st. Bleischicht anzuordnen. Seitliche Aussteifung s. Abbild. 161.

Kastenträger (Abbild. 162), bei sehr beschränkter Konstruktionshöhe, wenn der einfache genietete Träger einen zu großen Ueberstand der Gurtplatten (s. S. 205) ergäbe. Querschnittsberechnung wie für den einfachen Träger, wenn unter δ die Gesamtstärke beider



Abbild. 161.



Abbild. 162.

Stege verstanden wird; für die Nietteilung e ist Formel 2) anzuwenden. Gurtplatten zweckmäßig auch durch Zwischenniete, versetzt, in weiterer Teilung, zu verbinden. Stöße der Stege durch einseitige Laschen je $\frac{2}{3} \delta$ stark. Aussteifung beider Stege alle 1,5 m durch Querbleche mit Anschlußwinkeln, oder durch L-Eisen.

I. Widerstandsmomente und Gewichte von Blechträgern ohne Gurtplatten.*)

Steghöhe h_1 cm	2 L 60 · 60 · 8.			2 L 65 · 65 · 9.			2 L 70 · 70 · 10.			2 L 75 · 75 · 10.		
	Stegstärke 0,8 cm.			Stegstärke 0,9 cm.			Stegstärke 1,0 cm.			Stegstärke 1,0 cm.		
	Nietstärke 1,6 cm.			Nietstärke 1,8 cm.			Nietstärke 2,0 cm.			Nietstärke 2,0 cm.		
	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg
20	273	259	40,4	320	300	48,0	370	341	56,1	393	361	59,3
25	371	362	43,5	434	419	51,5	502	479	60,1	533	507	63,2
30	476	472	46,7	558	549	55,0	644	629	64,0	684	665	66,1
35	588	590	49,8	689	687	58,5	796	789	67,9	845	834	71,0
40	707	715	52,9	828	834	62,1	956	958	71,8	1015	1012	74,9
45	834	847	56,0	976	988	65,6	1125	1136	75,7	1194	1200	78,8
50	967	986	59,2	1131	1151	69,1	1303	1323	79,6	1382	1396	82,7
55	1107	1132	62,3	1293	1321	72,6	1490	1519	83,4	1578	1602	86,6
60	1253	1285	65,4	1464	1499	76,1	1685	1723	87,3	1783	1816	90,4

In den Tafeln S. 206 u. 207 bezeichnet:

g_0 das Gewicht des schweißeisernen Trägers ohne Gurtplatten in kg f. d. lfd. m; dabei 1 cbm Schweiß Eisen zu 7800 kg gerechnet,

g_1 und g_2 die Gewichte des Trägers mit einer bzw. zwei Gurtplatten, in kg f. d. lfd. m,

W'_0 und W''_0 die Widerstandsmomente des Querschnittes ohne Gurtplatten in ccm, nach Abzug der Nietlöcher im lotrechten bzw. im wagerechten Gurtwinkel-Schenkel,

W_1 und W_2 die Widerstandsmomente des Querschnittes mit einer bzw. zwei Gurtplatten, in ccm.

(Fortsetzung a. S. 208.)

*) Nach Zimmermann, Genietete Träger. Berlin, W. Ernst & Sohn.

II. Widerstandsmomente und Gewichte von Blechträgern ohne und mit Gurtplatten.

Steghöhe h_1 cm	2 Winkelisen 80 . 80 . 10. Stegstärke 1,0 cm, Nietstärke 2,0 cm.				2 Winkelisen 90 . 90 . 12. Stegstärke 1,0 cm, Nietstärke 2,4 cm.				2 Winkelisen 100 . 100 . 13. Stegstärke 1,0 cm, Nietstärke 2,6 cm.						
	Ohne Gurtplatten.		1 Gurt-2 Gurt- platte platten		Ohne Gurtplatten.		1 Gurt-2 Gurt- platte platten		Ohne Gurtplatten.		1 Gurt-2 Gurt- platte platten				
	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W_1 ccm	W_2 ccm	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W_1 ccm	W_2 ccm	W'_0 ccm	W''_0 ccm	g_0 kg	W_1 ccm	W_2 ccm
30	794	700	79,2	1077	1462	898	845	86,3	1331	1831	1037	934	99,3	1580	2219
35	894	878	74,1	1321	1771	1105	1061	90,2	1632	2217	1277	1184	103,2	1936	2682
40	1073	1005	79,0	1575	2091	1323	1288	94,1	1946	2615	1527	1447	107,1	2304	3159
45	1261	1262	81,9	1839	2422	1551	1525	98,0	2269	3025	1788	1719	111,0	2685	3649
50	1458	1468	85,8	2112	2762	1787	1772	101,9	2603	3445	2058	2002	114,8	3077	4150
55	1664	1683	89,7	2394	3111	2033	2028	105,8	2947	3876	2338	2294	118,7	3478	4662
60	1879	1907	93,6	2686	3470	2287	2293	109,7	3300	4316	2627	2609	122,6	3890	5184
65	2102	2139	97,5	2986	3838	2550	2567	113,6	3662	4765	2924	2918	126,5	4310	5716
70	2333	2380	101,4	3294	4214	2822	2850	117,5	4032	5224	3230	3236	130,4	4740	6257
75	2573	2630	105,3	3612	4599	3102	3141	121,4	4412	5692	3545	3562	134,3	5179	6807
80	2822	2888	109,2	3938	4992	3391	3441	125,3	4800	6168	3869	3898	138,2	5627	7367
85	3079	3154	113,1	4273	5394	3688	3749	129,2	5198	6653	4201	4242	142,1	6084	7936
90	3344	3429	117,0	4615	5805	3994	4067	133,1	5595	7147	4542	4595	146,0	6549	8513
95	3617	3712	120,9	4967	6224	4308	4392	137,0	6017	7619	4891	4957	149,9	7023	9100
100	3900	4004	124,8	5326	6652	4630	4726	140,9	6440	8160	5248	5248	153,8	7506	9695
105	4190	4305	128,7	5695	7088	4962	5069	144,8	6871	8680	5615	5705	157,7	8007	10299
110	4489	4613	132,6	6071	7533	5301	5420	148,7	7311	9208	5989	6092	161,6	8497	10911
115	4796	4930	136,5	6456	7985	5648	5779	152,6	7759	9745	6372	6487	165,5	9006	11532
120	5111	5255	140,4	6849	8447	6004	6147	156,5	8215	10290	6763	6891	169,4	9522	12161
125	5435	5589	144,3	7252	8917	6369	6523	160,4	8680	10844	7163	7303	173,3	10047	12800
130	5768	5931	148,2	7662	9395	6742	6908	164,3	9154	11406	7571	7724	177,3	10581	13446
135	6108	6282	152,1	8080	9882	7123	7300	168,2	9636	11976	7987	8153	181,2	11123	14102
140	6457	6641	156,0	8507	10377	7513	7702	172,1	10126	12556	8412	8591	185,1	11674	14765
145	6814	7008	159,9	8942	10881	7910	8112	176,0	10625	13143	8845	9037	189,0	12233	15437
150	7180	7383	163,8	9386	11392	8317	8530	179,9	11132	13739	9287	9485	192,9	12788	16118

 $g_1 = g_0 + 28,1$ kg f. d. lfd. m. $g_2 = g_0 + 56,2$ kg f. d. lfd. m. $g_1 = g_0 + 37,4$ kg f. d. lfd. m. $g_2 = g_0 + 74,9$ kg f. d. lfd. m. $g_1 = g_0 + 37,4$ kg f. d. lfd. m. $g_2 = g_0 + 74,9$ kg f. d. lfd. m. $g_1 = g_0 + 46,6$ kg f. d. lfd. m. $g_2 = g_0 + 93,3$ kg f. d. lfd. m.

Die zugehörigen Trägheitsmomente ergeben sich durch Multiplikation der W mit $\frac{1}{2}h$.

Bei größeren als den in der Tafel gewählten Gurtplatten-Breiten ist das Widerstandsmoment für 1 cm Mehrbreite näherungsweise zu vermehren um $\frac{h + h_1}{2} \frac{h - h_1}{2} = \frac{h^2 - h_1^2}{4}$, worin h_1 die Steghöhe, h die gesamte Trägerhöhe einschl. Gurtplatten bezeichnet.

E. Fachwerkträger.

Verfahren der statischen Momente.

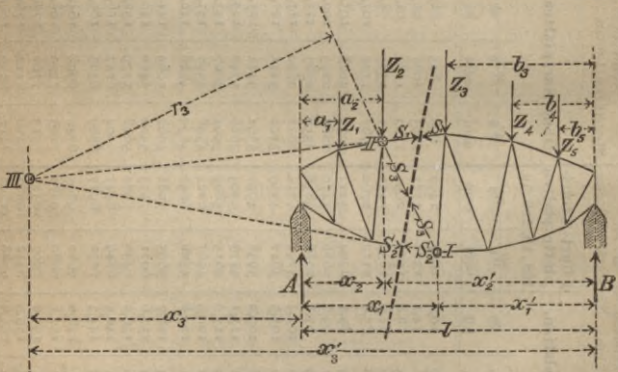
(Nach A. Ritter.)

Auf einen Fachwerkträger (Abbild. 163), dessen Stützweite = l ist und der durch Aneinanderfügen von Dreiecken entstanden gedacht werden kann, mögen die Lasten Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 wirken, welche von den Auflager-Lotrechten A und B bezw. die Abstände $a_1, a_2, a_3 \dots$ und $b_1, b_2, b_3 \dots$ haben mögen. Die lotrechten Auflagerwiderstände sind:

$$A = \frac{1}{l} (Z_1 b_1 + Z_2 b_2 + Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5);$$

$$B = \frac{1}{l} (Z_1 a_1 + Z_2 a_2 + Z_3 a_3 + Z_4 a_4 + Z_5 a_5).$$

Abbild. 163.



Legt man durch den Träger einen **Schnitt**, welcher höchstens **drei** Stäbe trifft, deren Spannkräfte S_1, S_2, S_3 sind, so findet man S_1 , indem man die Summe der Momente der auf den Trägerteil links von dem Schnitte wirkenden Kräfte gleich Null setzt und hierbei den Schnittpunkt I der beiden anderen durchschnittenen Stäbe (S_2 und S_3) zum Drehpunkte wählt. Bedeutet r_1 die Senkrechte von I auf S_1 und sind x_1 und x'_1 die Abstände des Drehpunktes I von den Auflager-Lotrechten A und B , so folgt, wenn die Rechtsdrehung positiv gesetzt wird:

$$+ S_1 r_1 + A x_1 - Z_1 (x_1 - a_1) - Z_2 (x_1 - a_2) = 0.$$

Um S_2 und S_3 zu finden, werden die Momentengleichungen in bezug auf die Drehpunkte II und III aufgestellt; diese Gleichungen lauten, wenn r_2 und r_3 bezw. die Lote von II und III auf S_2 und S_3 sind:

$$\begin{aligned} -S_2 r_2 + A x_2 - Z_1 (x_2 - a_1) &= 0 \text{ und} \\ +S_3 r_3 - A x_3 + Z_1 (x_3 + a_1) + Z_2 (x_3 + a_2) &= 0. \end{aligned}$$

Aus den drei Momentengleichungen folgt nach Einsetzen der Werte für A und B :

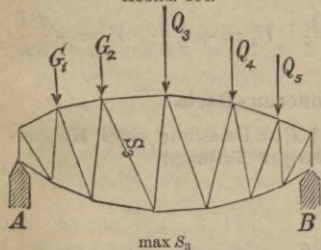
$$S_1 = - \frac{x'_1 (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_1 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_1};$$

$$S_2 = + \frac{x'_2 (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_2 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_2};$$

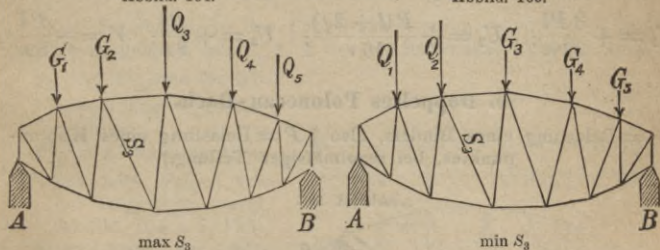
$$S_3 = - \frac{x'_3 (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) - x_3 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_3}.$$

Wird der Träger nur durch das Eigengewicht belastet, so mögen die Lasten $Z_1, Z_2, Z_3 \dots$ die Werte $G_1, G_2, G_3 \dots$ annehmen, hingegen bei gänzlicher Belastung (durch Eigengewicht und Verkehrslast) die Werte $Q_1, Q_2, Q_3 \dots$. Um den größten positiven Wert S_3 d. h. den größten Zug in dem fraglichen Stabe zu erhalten, hat man zu setzen: $Z_1 = G_1, Z_2 = G_2, Z_3 = Q_3, Z_4 = Q_4, Z_5 = Q_5$ (Abbild. 164). Den größten negativen Wert S_3 d. h. den größten Druck erhält man durch Einsetzen von $Z_1 = Q_1, Z_2 = Q_2, Z_3 = G_3, Z_4 = G_4, Z_5 = G_5$ (Abbild. 165).

Abbild. 164.



Abbild. 165.



Offenbar werden S_1 (Druck) und S_2 (Zug) bei gänzlicher Belastung am größten, sobald also sämtliche Z gleich Q gesetzt werden.

Dasselbe Verfahren ist anwendbar bei Berechnung aller statisch bestimmten Fachwerkträger, die angreifenden Kräfte mögen lotrecht oder schräg gerichtet sein; es ist, um die Grenzwerte der Spannkkräfte angeben zu können, nur nötig, daß der Einfluss jeder Belastung durch ein einzelnes Glied von leicht erkennbarem Vorzeichen dargestellt wird. Dann ersieht man sofort, welche der

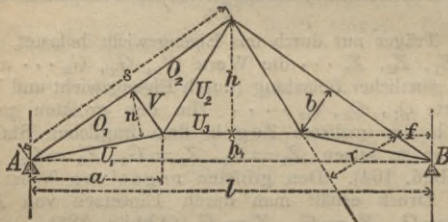
Lasten die fragliche Spannkraft in positivem oder in negativem Sinne beeinflusst. Es kommt vor, daß ein Schnitt drei Stäbe trifft, von denen zwei einander parallel sind. Dann fällt der Drehpunkt für die Momentengleichung der dritten Stabkraft S ins Unendliche. Trotzdem bleibt das Verfahren brauchbar, weil in der Momentengleichung für S die unendlichen Hebelarme gegeneinander wegfallen.

Für die besonders häufig vorkommenden **Dachstühle nach Polonceau** führt das Rittersche Verfahren zu folgenden einfachen Formeln:

a. Einfaches Polonceau-Dach.

(P = Belastung eines Binders, also $\frac{1}{4}P$ = Belastung eines Knotenpunktes, bei regelmäßiger Teilung.)

Abbild. 166.



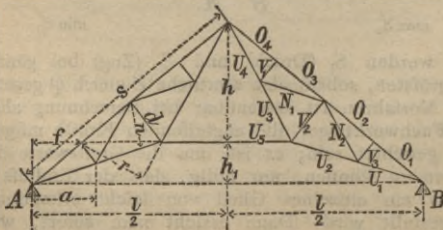
$$O_1 = -\frac{3Pa}{8b}; \quad O_2 = -\frac{3Pa}{8b} + \frac{P(h+h_1)}{4s};$$

$$U_1 = +\frac{3Pl}{32n}; \quad U_2 = +\frac{P(l+2f)}{16r}; \quad U_3 = +\frac{Pl}{8h}; \quad V = -\frac{Pl}{8s}.$$

b. Doppelt Polonceau-Dach.

(P = Belastung eines Binders, also $\frac{1}{8}P$ = Belastung eines Knotenpunktes, bei regelmäßiger Teilung.)

Abbild. 167.



$$\begin{aligned}
 O_1 &= -\frac{7Pa}{8d}; & N_1 &= N_2 = \frac{Pl}{64n}; & U_4 &= \frac{P(3l+2f)}{32r}; \\
 O_2 &= O_1 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; & U_1 &= 7N_1; & U_5 &= \frac{Pl}{8h}; \\
 O_3 &= O_2 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; & U_2 &= 6N_1; & V_1 &= V_3 = -\frac{Pl}{16s}; \\
 O_4 &= O_3 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; & U_3 &= \frac{N_1(2n+r)}{r} + \frac{3Pf}{16r}; & V_2 &= 2V_1.
 \end{aligned}$$

Sonderfall: $h_1 = 0$.

$$\begin{aligned}
 O_1 &= -\frac{7Pa}{8d}; & N_1 &= N_2 = \frac{Pl}{32h}; & U_4 &= 3N_1; \\
 O_2 &= O_1 + \frac{Ph}{8s}; & U_1 &= 7N_1; & U_5 &= 4N_1; \\
 O_3 &= O_2 + \frac{Ph}{8s}; & U_2 &= 6N_1; & V_1 &= V_3 = -\frac{Pl}{16s}; \\
 O_4 &= O_3 + \frac{Ph}{8s}; & U_3 &= 2N_1; & V_2 &= 2V_1.
 \end{aligned}$$

F. Fachwerkträger. Analytische Berechnung.

(Nach Müller-Breslau.)

I. Fachwerk mit Vertikalen. (Ständerfachwerk.)

Die Knotenpunkte des Fachwerks werden, vom linken Stützpunkte ausgehend, mit 0, 1, 2 . . . m bezeichnet (Abbild. 168).

x_m und x'_m sind die Abscissen des m^{ten} Knotenpunktes,

x'_m = Abstand der Mitte des m^{ten} Feldes von der Trägermitte (vergl. Abbild. 154 a. S. 198),

h_m = Länge der m^{ten} Vertikale,

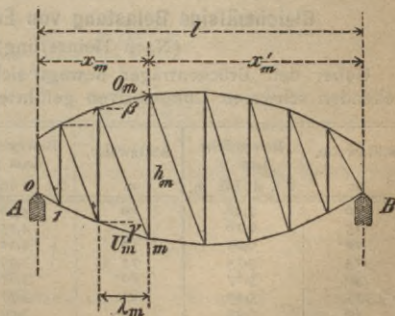
$$\eta_m = \frac{x_m x'_m}{2h_m},$$

l = Stützweite,

λ_m = Feldweite,

d_m = Länge der Diagonale des m^{ten} Feldes.

Abbild. 168.



$$e_m = \frac{h_m}{\operatorname{tg} \beta_m + \operatorname{tg} \gamma_{m+1}},$$

β_m = Neigungswinkel von O_m , nach oben positiv gezählt,

γ_m = " " " U_m , " unten " "

g = bleibende Belastung

p = veränderliche Belastung

$q = g + p$

g_o = bleibende Belastung, am Obergurt angreifend,

g_u = " " " Untergurt "

$g_o + g_u = g$.

a. Gurt-Spankräfte.

Bedeutet (Abbild. 168 a. v. S.):

O_m Spannkraft im Obergurt,

U_m " " " Untergurt,

so folgt bei **gleichmäßiger Belastung**:

$$O_m = - \frac{q \eta_m}{\cos \beta_m}; \quad U_m = + \frac{q \eta_{m-1}}{\cos \gamma_m}.$$

Bei Eisenbahnbrücken kleinerer Stützweite und auch bei kleineren Strafenbrücken, welche durch sehr schwere Lastwagen befahren werden, berechne man die Momente M_m für sämtliche Knotenpunkte nach den unter **d.** (S. 198) abgeleiteten Formeln und setze dann:

$$O_m = - \frac{M_m}{h_m} \frac{1}{\cos \beta_m}; \quad U_m = + \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}} \frac{1}{\cos \gamma_m}.$$

Bei Eisenbahnbrücken, von etwa 20 m Stützweite ab, berechne man die Kräfte O und U für gleichmäßige Belastung, deren Bestandteil p aus folgender Tafel zu entnehmen ist.

Gleichmäßige Belastung von Eisenbahnbrücken.

(Nach Heinzerling).*)

Ueber den Brückenträger bewegt sich ein von drei vorwärtsgelhenden schweren Lokomotiven geführter Güterzug.

Stützweite.	Bewegliche Last p .	Stützweite.	Bewegliche Last p .	Stützweite.	Bewegliche Last p .
m	t f. d. lfd. m.	m	t f. d. lfd. m.	m	t f. d. lfd. m.
10	7,96	60	4,38	105	3,39
15	6,16	65	4,25	110	3,32
20	6,09	70	4,11	115	3,25
25	5,75	75	3,99	120	3,18
30	5,67	80	3,87	125	3,11
35	5,49	85	3,77	130	3,05
40	5,25	90	3,66	135	2,99
45	5,00	95	3,57	140	2,93
50	4,83	100	3,47	150	2,84
55	4,61				

*) Vergl. Zeitschr. für Bauwesen 1875, S. 516 und 517.

Noch zweckmäßiger ist es,

$$p = \frac{2 M_1}{x_1 (l - x_1)}$$

zu setzen, worin M_1 das von der Lokomotivbelastung herrührende Angriffsmoment und x_1 die Abscisse für den ersten Knotenpunkt bedeutet.

Angaben für die Abschätzung des Eigengewichtes g der Brücken s. S. 273 u. f.

b. Spannkraften in den Diagonalen und Vertikalen.

Es bezeichne:

D_m die Spannkraft in der m^{ten} Diagonale,

V_m die Spannkraft in der m^{ten} Vertikale.

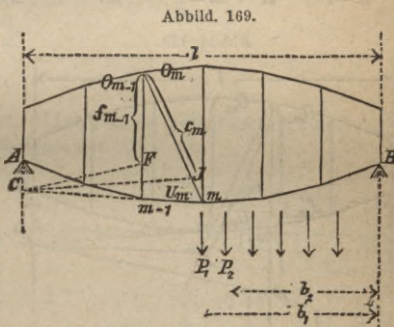
1. Last am Untergurt. Einzellasten (Eisenbahnbrücke).

Bezeichnungen s. S. 211 u. 212.

Rückt die Last von B bis zum Knotenpunkte m vor, so entsteht gleichzeitig $\max D_m$ und $\min V_{m-1}$.

Bringt man U_m mit der Auflager-Lotrechten A in C zum Schnitt (Abbild. 169) und zieht $CJ \parallel O_m$, ferner

$CF \parallel O_{m-1}$, so schneidet man auf der m^{ten} Diagonale die Strecke c_m ab, auf der $(m-1)^{\text{ten}}$ Vertikale die Strecke f_{m-1} .



Dann wird:
$$\max D_m = \frac{c_m}{h_{m-1}} \frac{\Sigma P b}{l};$$

$$\min V_{m-1} = - \frac{f_{m-1}}{h_{m-1}} \frac{\Sigma P b}{l}.$$

Die Strecken c_m und f_{m-1} entnehme man einer guten Zeichnung. Man findet aber auch leicht:

$$\frac{c_m}{h_{m-1}} = \frac{d_m}{\lambda_m} \left(\frac{x_m}{h_m} - \frac{x_{m-1}}{h_{m-1}} \right); \quad \frac{f_{m-1}}{h_{m-1}} = \frac{e_{m-1} - x_{m-1}}{e_{m-1}}.$$

Zu den so gefundenen Werten $\max D_m$ und $\min V_{m-1}$ ist noch als Einfluss der bleibenden Belastung hinzuzufügen:

$$D_m = g (\eta_m - \eta_{m-1}) \frac{d_m}{\lambda_m};$$

$$V_{m-1} = g \left(\frac{x_{m-1} x'_{m-1}}{2 e_{m-1}} - x''_m \right) - \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{m-1}).$$

Rückt die Last von A bis zum Knotenpunkte $m-1$ vor (Abbild. 170), so entsteht gleichzeitig min D_m und max V_{m-1} .

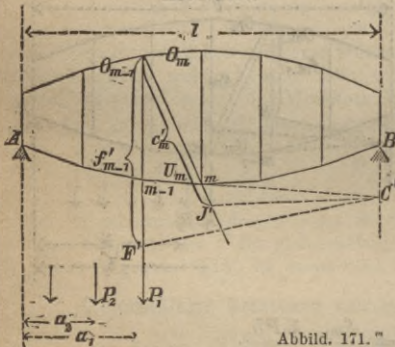
Man bringt U_m mit der Auflager-Lotrechten B in C' zum Schnitt, zieht $C'J' \parallel O_m$ und $C'F' \parallel O_{m-1}$, misst e'_m und f'_{m-1} und findet:

$$\min D_m = - \frac{c'_m}{h_{m-1}} \frac{\Sigma Pa}{l}; \quad \max V_{m-1} = + \frac{f'_{m-1}}{h_{m-1}} \frac{\Sigma Pa}{l}.$$

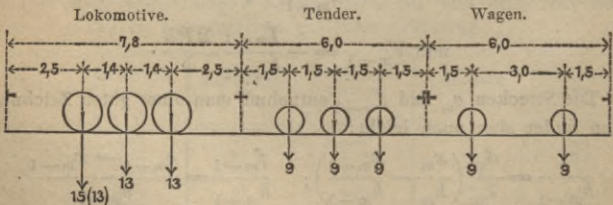
Man beachte auch:

$$\frac{c'_m}{h_{m-1}} = \frac{d_m}{\lambda_m} \left(\frac{x'_{m-1}}{h_{m-1}} - \frac{x'_m}{h_m} \right); \quad \frac{f'_{m-1}}{h_{m-1}} = \frac{e_{m-1} + x'_{m-1}}{e_{m-1}}.$$

Abbild. 170.



Abbild. 171. "



wähle die Achslasten und Radstände Abbild. 171. (Umständliche Rechnungen sind wertlos, da man stets die Achsenbelastungen der ruhenden Maschine in Rechnung stellt, während bei der sich bewegenden Maschine die Belastungen sich stetig ändern.)

Weitere Angaben über Lokomotivlasten s. S. 277.

2. Last am Untergurt. Gleichförmige Belastung.

Bezeichnungen s. S. 211 u. 212.

$$\max D_m = + \frac{c_m}{h_{m-1}} p \frac{x'_m x'_{m-1}}{2l}; \quad \min D_m = - \frac{c'_m}{h_{m-1}} p \frac{x_m x_{m-1}}{2l};$$

$$\min V_{m-1} = - \frac{f_{m-1}}{h_{m-1}} p \frac{x'_m x'_{m-1}}{2l}; \quad \max V_{m-1} = + \frac{f'_{m-1}}{h_{m-1}} p \frac{x_m x_{m-1}}{2l}.$$

Man beachte auch die unter 1. (a. S. 213 u. 214) für die Verhältnisse

$$\frac{c_m}{h_{m-1}}, \quad \frac{c'_m}{h_{m-1}}, \quad \frac{f_{m-1}}{h_{m-1}}, \quad \frac{f'_{m-1}}{h_{m-1}}$$

angegebenen Werte.

Hierzu ist für das Eigengewicht hinzuzufügen:

$$D_m = g (\eta_m - \eta_{m-1}) \frac{d_m}{\lambda_m};$$

$$V_{m-1} = g \left(\frac{x_{m-1} x'_{m-1}}{2e_{m-1}} - x''_m \right) - \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{m-1}).$$

3. Last am Obergurt. Einzellasten (Eisenbahnbrücke).

Bezeichnungen s. S. 211 u. 212.

Rückt die Last von B aus bis Knotenpunkt m vor (Abbild. 172), so entsteht gleichzeitig $\max D_m$ und $\min V_m$.

Man bringt O_m im Punkte C mit der Auflager-Lotrechten A zum Schnitt, zieht $CJ \parallel U_m$, ferner $CF \parallel U_{m+1}$, misst c_m und f_m und findet:

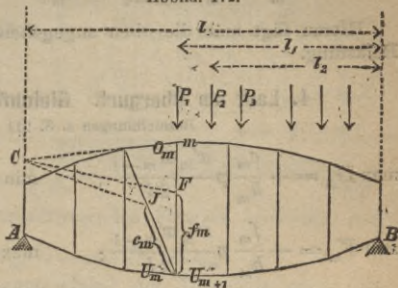
$$\max D_m = \frac{c_m}{h_m} \frac{\Sigma P b}{l};$$

$$\min V_m = - \frac{f_m}{h_m} \frac{\Sigma P b}{l},$$

worin:

$$\frac{c_m}{h_m} = \frac{d_m}{\lambda_m} \left(\frac{x_m}{h_m} - \frac{x_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \quad \text{und} \quad \frac{f_m}{h_m} = \frac{e_m - x_m}{e_m}.$$

Abbild. 172.



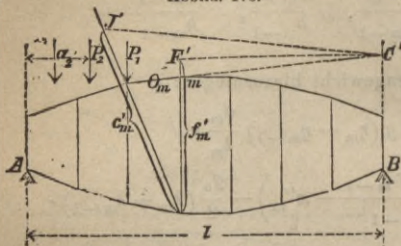
Hierzu fügt man als Ausfluß der bleibenden Last:

$$D_m = g (\eta_m - \eta_{m-1}) \frac{d_m}{\lambda_m};$$

$$V_m = g \left(\frac{x_m x'_m}{2 e_m} - x''_m \right) + \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Rückt die Last von A bis Knotenpunkt $m - 1$ vor (Abbild. 173), so entsteht min D_m und max V_m .

Abbild. 173.



Man bringt O_m im Punkte C' mit der Auflager-Lotrechten B zum Schnitt, zieht $C'J \parallel U_m$, ferner $C'F' \parallel U_{m+1}$, mißt c'_m und f'_m und findet:

$$\min D_m = - \frac{c'_m \Sigma P a}{h_m l};$$

$$\max V_m = \frac{f'_m \Sigma P a}{h_m l}.$$

worin:
$$\frac{c'_m}{h_m} = \frac{d_m}{\lambda_m} \left(\frac{x'_{m-1}}{h_{m-1}} - \frac{x'_m}{h_m} \right) \text{ und } \frac{f'_m}{h_m} = \frac{e_m + x'_m}{e_m}.$$

Hierzu fügt man die oben angegebenen Werte für die bleibende Belastung.

4. Last am Obergurt. Gleichförmige Belastung.

Bezeichnungen s. S. 211 u. 212.

$$\max D_m = + \frac{c_m}{h_m} p \frac{x'_m x'_{m-1}}{2l}; \quad \min D_m = - \frac{c'_m}{h_m} p \frac{x_m x_{m-1}}{2l};$$

$$\min V_m = - \frac{f_m}{h_m} p \frac{x'_m x'_{m-1}}{2l}; \quad \max V_m = + \frac{f'_m}{h_m} p \frac{x_m x_{m-1}}{2l}.$$

Die Werte c_m , c'_m , f_m , f'_m sind aus Abbild. 172 bzw. 173 zu entnehmen oder es sind die Verhältnisse

$$\frac{c_m}{h_m}, \quad \frac{f_m}{h_m}, \quad \frac{c'_m}{h_m}, \quad \frac{f'_m}{h_m}$$

mit Hülfe der unter 3. angegebenen Formeln zu berechnen.

Für die bleibende Last sind die Werte:

$$D_m = g (\eta_m - \eta_{m-1}) \frac{d_m}{\lambda_m};$$

$$V_m = g \left(\frac{x_m x'_m}{2 e_m} - x''_m \right) + \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1})$$

hinzuzufügen.

5. Allgemeine Formeln.

Für jeden Belastungszustand gültig sind die Formeln:

$$D_m = \left[\frac{\mathfrak{M}_m}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}_{m-1}}{h_{m-1}} \right] \frac{d_m}{\lambda_m}; \quad V_m = \frac{\mathfrak{M}_m}{e_m} - Q.$$

Q bedeutet die Mittelkraft aus den äußeren Kräften (d. s. Auflager-Widerstände und Belastungen), welche links von dem durch die Stäbe O_m , U_{m+1} und V_m geführten Schnitte angreifen. Die Richtung nach oben ist dabei positiv angenommen.

c. Träger mit Gegendiagonalen.

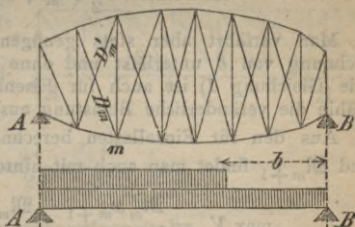
Wird die Diagonale eines Feldes abwechselnd gezogen und gedrückt, so pflegt man sie durch zwei sich kreuzende Diagonalen, welche entweder nur Druck- oder nur Zugspannungen zu übertragen vermögen, zu ersetzen. Letztere Anordnung verdient den Vorzug (Abbild. 174). Die infolge der Gesamtbelastung gespannte Diagonale heißt Hauptdiagonale, die andere Nebendiagonale oder Gegendiagonale. Die Nebendiagonale D' tritt in Thätigkeit, sobald die Hauptdiagonale infolge des in ihr auftretenden Druckes erschlafft, und zwar ist:

$$\max D'_m \cos \varphi'_m = - \min D_m \cos \varphi_m,$$

wobei φ_m und φ'_m die Neigungswinkel der Diagonale gegen die Wagerechte bedeuten. Abweichend von dem unter **b.** entwickelten Verfahren ist die Bestimmung der größten Zugspannungen in denjenigen Vertikalen, an denen eine oder zwei Gegendiagonalen angreifen.

Unter der Voraussetzung, daß die linke Hälfte des Trägers links ansteigende, die rechte rechts ansteigende gezogene Hauptdiagonalen besitzt, sowie daß der Untergurt der belastete ist, wird

Abbild. 174.



die auf der linken Hälfte gelegene Vertikale m am stärksten gezogen, wenn die den Knotenpunkten m und $m+1$ entsprechenden Quotienten $\frac{\mathfrak{M}}{h}$ einander gleich sind. Dies geschieht, wenn der Kopf des Lastzuges im Abstände b von der Stütze B (Abbild. 174) sich befindet, u. zw. erhält man:

$$b^2 = \frac{q}{p} l \frac{x_{m+1} x'_{m+1} h_m - x_m x'_m h_{m+1}}{x_{m+1} h_m - x_m h_{m+1}}.$$

Die größte Zugspannung ist dann:

$$\text{I) } \max V_m = \frac{q x_m x'_{m+1} \lambda_{m+1}}{2(x_{m+1} h_m - x_m h_{m+1})} (\text{tg } \beta_m - \text{tg } \beta_{m+1}) - \frac{g_o}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Formel I) gilt nur für $b \leq x'_{m+1}$. Ist $b > x'_{m+1}$, so setze man annähernd $b = x'_{m+1}$ und erhält:

$$\text{II) } \max V_m = \frac{x_m (q x'_m l - p x'^2_{m+1})}{2 l h_m} (\text{tg } \beta_m - \text{tg } \beta_{m+1}) - \frac{g_o}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Man verfährt aber stets genügend genau, wenn man die Berechnung von b unterläßt und ohne weiteres Formel I) anwendet. Die Gleichung I) ist auch für Eisenbahnbrücken brauchbar. Man wähle die veränderliche Belastung aus der Tafel S. 212.

Aus den für Einzellasten berechneten größten Momenten \mathfrak{M}_m und \mathfrak{M}_{m+1} findet man auch mit hinreichender Annäherung:

$$\max V_m = \frac{\mathfrak{M}_m x_{m+1} - \mathfrak{M}_{m+1} x_m}{h_m x_{m+1} - h_{m+1} x_m} (\text{tg } \beta_m - \text{tg } \beta_{m+1}) - \frac{g_o}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Vorstehende Formeln finden Anwendung bei Berechnung der Halbparabelträger, Schwedlerträger, Pauliträger, Träger mit elliptischer Gurtung, Parabelträger (Grenzfall). Bei belastetem Obergurte treten in den fraglichen Vertikalen nur Druckspannungen auf. Eine Ausnahme bilden die Sichelträger, welche in der Regel als parabolische Träger ausgeführt werden und deren Vertikalen dann infolge gänzlicher Belastung am stärksten gezogen sind.

d. Besondere Fälle. Gleichförmige Belastung.

1. Der Parallelträger.

System des rechtwinkligen Dreiecks (Abbild. 175). Ist φ_m der Neigungswinkel der m^{ten} Diagonale D_m gegen die Wagerechte, so hat man:

$$O_m = -\frac{q x_m x'_m}{2h} = -U_{m+1};$$

$$\max D_m \sin \varphi_m = g x''_m + \frac{p x'^2_m}{2(l - \lambda_m)};$$

$$\min D_m \sin \varphi_m = g x''_m - \frac{p x'^2_{m-1}}{2(l - \lambda_m)};$$

ferner bei belastetem Obergurt:

$$\frac{\min}{\max} V_m = -\left[\frac{\max}{\min} D_m \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right];$$

bei belastetem Untergurt:

$$\frac{\min}{\max} V_m = -\left[\frac{\max}{\min} D_{m+1} \sin \varphi_{m+1} + \frac{g_o}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right].$$

Werden in den mittleren Feldern Gegendiagonalen angeordnet, so hat man nur die $\min V$ zu berechnen.

Spannkraft in der Endvertikalen bei B

bei belastetem Obergurt:

$$V_0 = -\frac{q l}{2} + \frac{g_u \lambda_1}{2};$$

bei belastetem Untergurt:

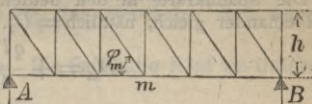
$$V_0 = -\frac{q(l - \lambda_1)}{2} - \frac{g_o \lambda_1}{2}.$$

2. Der Dreiecksträger.

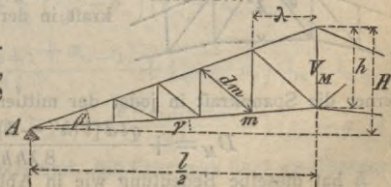
α . Die linke Trägerhälfte hat linksansteigende, die rechte rechtsansteigende Diagonalen (Abbild. 176).

$$O_m = -\frac{q x'_m l}{4h \cos \beta};$$

Abbild. 175.



Abbild. 176.

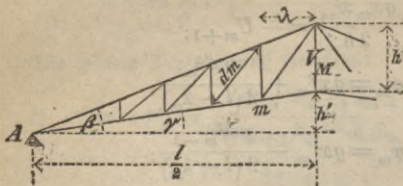


$$U_m = + \frac{qx'_{m-1}l}{4h \cos \gamma}$$

Die Spannkraften in den beiden ersten Feldern des Untergurtes sind einander gleich, nämlich $= U_2$.

Ferner ist:

Abbild. 177.



$$D_m = - \frac{ql d_m}{4h};$$

$$V_m = + \frac{qx'_{m-1}}{2}.$$

Die Spannkraft V_M in der mittelsten Vertikale ist:

$$V_M = q \left[\frac{lH}{2h} - \lambda \right].$$

β . Die linke Trägerhälfte hat rechtsansteigende, die rechte linksansteigende Diagonalen (Abbild. 177).

$$O_m = - \frac{qx'_{m-1}l}{4h \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{qx'_m l}{4h \cos \gamma}.$$

Die Spannkraften in den beiden ersten Feldern des Obergurtes sind einander gleich, nämlich $= O_2$. Weiter ist:

$$D_m = + \frac{ql d_m}{4h};$$

$$V_m = - \frac{qx_{m+1}}{2}.$$

Die Spannkraft in der mittelsten Vertikale ist:

$$V_M = \frac{qlh'}{2h}.$$

Abbild. 178.



Bei der in Abbild. 178 dargestellten Anordnung ist die mittelste Vertikale überflüssig, und es wird die Spannkraft in der wagerechten Zugstange:

$$U_M = \frac{ql^2}{8h''};$$

ferner die Spannkraft in jeder der mittleren Diagonalen:

$$D_M = + \frac{ql d [l(h'' - h) + 2\lambda h'']}{8\lambda h h''}.$$

h hat dieselbe Bedeutung wie in Abbild. 177.

3. Die Parabelträger.

Jedes Feld erhält zwei sich kreuzende Zugdiagonalen. Be-
deutet f die der Trägermitte entsprechende Ordinate der Parabel,
so ist:

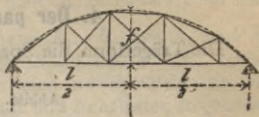
$$1) \quad h_m = \frac{4fx_m x'_m}{l^2},$$

wonach die Form des Trägers zu be-
stimmen ist.

Ferner wird allgemein für die
Systeme Abbild. 179 und 180:

$$2) \quad \begin{cases} O_m = -\frac{ql^2 o_m}{8f\lambda_m}; \\ U_m = +\frac{ql^2 u_m}{8f\lambda_m}; \end{cases}$$

Abbild. 179.



Abbild. 180.



Dabei bezeichnet:

o_m die Länge des m^{ten} Stabes der oberen Gurtung,

u_m die Länge des m^{ten} Stabes der unteren Gurtung.

$$3) \quad \max D_m = +\frac{pl^2 d_m}{8f(l + \lambda_m)}$$

Hinsichtlich der Beanspruchung der Vertikalen sind folgende
Fälle zu unterscheiden:

α . Der Untergurt ist gerade. Die Fahrbahn liegt am Untergurt
(Abbild. 179):

$$\max V_m = +\frac{1}{2}(q - g_o)(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{px_{m-1}x'_{m+1}}{2l} + \frac{g_u}{2}(\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

**β . Beide Gurte sind gekrümmt. Die Ordinaten werden durch
die die Stützpunkte verbindende Wagerechte halbiert. Die Fahrbahn
liegt am Untergurt** (Abbild. 180):

$$\max V_m = +\frac{1}{2}\left(\frac{q}{2} - g_o\right)(\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{px'_{m+1}(x_{m+1} + x_{m-1})}{4l} + \frac{1}{2}(g_u - g_o)(\lambda_m + \lambda_{m+1}),$$

$$\left(\text{für } \lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda: \min V_m = -\frac{px'_{m+1}x_m}{2l} + \frac{1}{2}(g_u - g_o)\lambda\right).$$

γ . Beide Gurte sind gekrümmt. Die Fahrbahn liegt am Obergurt.
Es genügt, $\min V$ zu berechnen.

$$\min V_m = -\frac{p x'_{m-1} (x_{m+1} + x_{m-1})}{4 l} - \frac{1}{4} (g_o - g_u) (\lambda_m + \lambda_{m+1}),$$

$$\left(\text{für } \lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda: \min V_m = -\frac{p x'_{m-1} x_m}{2 l} - \frac{1}{2} (g_o - g_u) \lambda \right).$$

4. Der parabolische Sichelträger.

Die Trägerform, die Spannkkräfte in den Gurtungen und Diagonalen

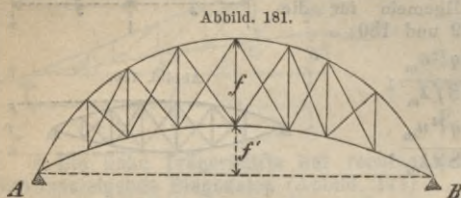
werden nach den Formeln 1, 2 und 3 auf voriger Seite bestimmt. Die Beanspruchungen der Vertikalen sind, wenn

$$\frac{f'}{f} = \varepsilon$$

gesetzt wird:

$$\max V_m = \frac{1}{2} (q \varepsilon + g_u) (\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$\min V_m = -\frac{p x'_{m-1} [x_{m-1} - \varepsilon (\lambda_m + \lambda_{m+1})]}{2 l} + \frac{1}{2} (g \varepsilon - g_u) (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$



5. Der Pauli-Träger.

Die linsenartige Trägerform, welche der nur näherungsweise erfüllbaren Bedingung: $O_m = U_m = \text{konst.}$ genügen soll, bestimmt man mittelst der Gleichung:

$$h_m = 4 f \frac{x_m x'_m}{l^2} \left[1 + \frac{2 f^2}{l^2} \left(1 - \frac{2 x_m}{l} \right)^2 \right].$$

Die Spannkkräfte werden mit Hülfe der S. 212 bis 219 gegebenen, allgemeinen Formeln bestimmt.

6. Der Schwedlerträger.

Sollen die Diagonalen eines Trägers nur gezogen werden, so muß, sobald die Last von A bis Knotenpunkt $m - 1$ vorrückt,

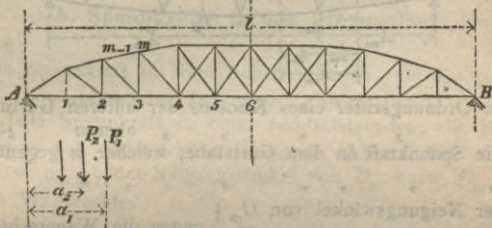
$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geq \frac{\mathfrak{M}_{m-1}}{\mathfrak{M}_m}$$

sein. Besteht (bei Eisenbahnbrücken) die veränderliche Belastung aus einer Gruppe von **Einzellasten**, so folgt (Abbild. 182) für den Grenzfall die Bedingung:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x'_{m-1} [glx_{m-1} + 2 \Sigma Pa]}{x'_m [glx_m + 2 \Sigma Pa]}$$

Diese Werte werden so lange berechnet, bis sich ein Wert ergibt, der größer als 1 ist. Ist z. B. für den Träger Abbild. 182 $\frac{h_4}{h_5} > 1$ gefunden worden, so nimmt man $h_4 = h_5 = h_6$ an (am besten $= \frac{1}{7} l$) und berechnet dann h_3 aus h_4 , h_2 aus h_3 und h_1 aus h_2 . Der mittlere, als Parallelträger konstruierte Teil erhält Gegendiagonalen. Der Berechnung legt man zweckmäßig die aus Abbild. 171 a. S. 214 ersichtlichen Radstände und Achslasten zu grunde.

Abbild. 182.



Bei **gleichförmiger Verkehrslast** findet man:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x_{m-1} x'_{m-1} (gl + p x_m)}{x_m x'_m (gl + p x_{m-1})}$$

Die Spannkkräfte berechne man nach den S. 212 bis 219 abgeleiteten Formeln.

Für die **Diagonalen** erhält man bei gleichförmiger Verkehrslast die einfachere Formel:

$$\max D_m = \frac{pl d_m}{4 f},$$

wo d_m die Länge der Diagonale und

$$f = \frac{h_1}{4} \frac{l^2}{(l - \lambda_1) \lambda_1} \frac{g + p \frac{\lambda_1}{l}}{g + \frac{p}{2}} \text{ ist.}$$

Darin bedeutet:

λ_1 die erste Feldweite,
 h_1 „ „ Ordinate.

und diejenigen infolge der ständigen Belastung:

$$\mathfrak{M}_{mg} = g \frac{x_m x'_m}{2} - g_o \frac{\xi_m \xi'_m}{2};$$

$$\mathfrak{M}_{kg} = g \frac{x_m x'_m}{2} - g_u \frac{\xi_k \xi'_k}{2}.$$

Im ganzen ergibt sich:

$$\mathfrak{M}_m = \mathfrak{M}_{mp} + \mathfrak{M}_{mg}; \quad \mathfrak{M}_k = \mathfrak{M}_{kp} + \mathfrak{M}_{kg}.$$

Bei kleineren Eisenbahnbrücken und auch bei kleineren, durch schwere Lastwagen beanspruchte Straßenbrücken berechne man die von der beweglichen Belastung herrührenden Momente für sämtliche Knotenpunkte nach den unter **d.** a. S. 198 gegebenen Regeln.

b. Spannkkräfte in den Diagonalen.

Es sei:

D_m die Spannkraft in einer linkssteigenden, die Knoten m und $m - 1$ verbindenden Diagonale, Abbild. 184,

D_{m+1} die Spannkraft in einer rechtssteigenden, die Knoten m und $m + 1$ verbindenden Diagonale, Abbild. 185,

φ_m bzw. φ_{m+1} der Neigungswinkel von D_m bzw. D_{m+1} gegen die Wagerechte.

1. Einfluss der ständigen Belastung.

Nach Berechnung der von der ständigen Belastung herrührenden Angriffsmomente $\mathfrak{M}_{(m-1)g}$, \mathfrak{M}_{mg} , $\mathfrak{M}_{(m+1)g}$ (mittelst der unter **a.** a. S. 225 angegebenen Formeln) findet man:

$$D_m = \left(\frac{\mathfrak{M}_{mg}}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}_{(m-1)g}}{h_{m-1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_m}; \quad D_{m+1} = \left(\frac{\mathfrak{M}_{mg}}{h_m} - \frac{\mathfrak{M}_{(m+1)g}}{h_{m+1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_{m+1}}.$$

2. Einfluss einer in den Knotenpunkten der unteren Gurtung angreifenden beweglichen Belastung.

Rückt die Belastung, welche aus einer Gruppe von Einzellasten bestehen möge, von B aus bis m vor (Abbild. 184), so entstehen gleichzeitig $\max D_m$ und $\min D_{m-1}$. Verlängert man den Untergurtstab U_{m-1} bis zum Schnittpunkte C mit der linken Auflager-Lotrechten und legt durch C zu O_{m-1} und O_m Parallelen, welche auf D_{m-1} und D_m bzw. die Strecken a_{m-1} und a_m abschneiden, so findet man:

$$\max D_m = \frac{a_m}{h_{m-1}} \frac{\Sigma P b}{l} = \frac{a_m}{h_{m-1}} A_m;$$

$$\min D_{m-1} = -\frac{a_{m-1} \sum P b}{h_{m-1} l} = -\frac{a_{m-1}}{h_{m-1}} A_m.$$

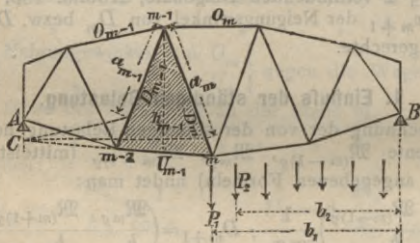
Es ist auch:

$$\frac{a_m}{h_{m-1}} = \left(\frac{x_m}{h_m} - \frac{x_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_m};$$

$$\frac{a_{m-1}}{h_{m-1}} = \left(\frac{x_{m-1}}{h_{m-1}} - \frac{x_{m-2}}{h_{m-2}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_{m-1}}.$$

Indem man nun voraussetzt, es bewege sich der Lastenzug in der Richtung von B nach A über den Träger, erhält man der Reihe nach die $\max D$ für sämtliche linkssteigende und die $\min D$ für sämtliche rechtssteigende Diagonalen. Um die $\min D$ für die linkssteigenden und die $\max D$ für die rechtssteigenden Diagonalen zu ermitteln, ist Bewegung des Zuges von A nach B anzunehmen; man wende dann die angegebenen Formeln auf das Spiegelbild der Abbild. 184 an. Bezüglich der Zusammensetzung des Lastenzuges wird auf S. 214 verwiesen.

Abbild. 184.



Eine in der Richtung von B nach A vorrückende **gleichförmige** bewegliche Belastung p_u für die Einheit der Stützweite ruft hervor:

$$\max D_m = \frac{a_m}{h_{m-1}} p_u \frac{x'_m x'_{m-2}}{2l}; \quad \min D_{m-1} = -\frac{a_{m-1}}{h_{m-1}} p_u \frac{x'_m x'_{m-2}}{2l}.$$

3. Einfluss einer in den Knotenpunkten der oberen Gurtung angreifenden beweglichen Belastung.

Rückt ein aus **Einzelkräften bestehender Lastenzug** von B aus bis $m+1$ vor, so entsteht (Abbild. 185) $\max D_m$ und $\min D_{m+1}$. Man verlängere O_m bis zum Schnittpunkte C mit der linken Auflager-Lotrechten, lege durch C Parallelen zu U_{m-1} und U_{m+1} und bestimme die Strecken a_m, a_{m+1} , welche diese Parallelen auf den fraglichen Diagonalen abschneiden. Man findet dann:

$$\max D_m = \frac{a_m \sum P b}{h_m l} = \frac{a_m}{h_m} A_m;$$

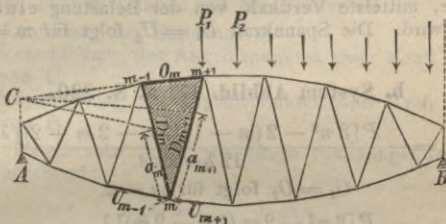
$$\min D_{m+1} = - \frac{a_{m+1} \sum P b}{h_m l} = - \frac{a_{m+1}}{h_m} A_m.$$

Es ist auch:

$$\frac{a_m}{h_m} = \left(\frac{x_m}{h_m} - \frac{x_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_m};$$

$$\frac{a_{m+1}}{h_m} = \left(\frac{x_{m+1}}{h_{m+1}} - \frac{x_m}{h_m} \right) \frac{1}{\cos \varphi_{m+1}}.$$

Abbild. 185.



Eine **gleichförmige**, in der Richtung von *B* nach *A* sich bewegende Belastung p_0 für die Einheit der Stützweite ruft hervor:

$$\max D_m = \frac{a_m}{h_m} p_0 \frac{x'_{m-1} x'_{m+1}}{2l}; \quad \min D_m = \frac{a_{m+1}}{h_m} p_0 \frac{x'_{m-1} x'_{m+1}}{2l}.$$

G. Zeltächer.

Dachstuhl mit central stehenden Bindern; Anwendung des englischen Systems; zur Ueberdeckung von Räumen mit vieleckigem Grundrisse. *)

a. System Abbild. 176 a. S. 219.

Bezeichnet:

P die Gesamtbelastung eines Binders,

n die Anzahl der von den Vertikalen abgetheilten Felder,

so ist:

*) Vergl. H. Müller-Breslau, Festigkeitslehre, Berlin 1875.

$$O_m = - \frac{P[3n^2 - 2m(3n - 2m)]\lambda}{12hn \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{P[3n^2 - 2(m-1)(3n - 2m + 2)]\lambda}{12hn \cos \gamma};$$

$$D_m = - \frac{Pd_m[3n - 2(2m - 1)]}{6hn};$$

$$V_m = + \frac{P(m-1)[3n - 2(2m - 1)]}{3n^2};$$

$$V_M = + \frac{P[Hn^2 - 4h]}{3hn^2}.$$

Letzterer Wert ist die Spannkraft, welche auf die allen Bindern gemeinsame, mittelste Vertikale von der Belastung eines Binders übertragen wird. Die Spannkraft $U_1 = U_2$ folgt für $m = 2$.

b. System Abbild. 177 a. S. 220.

$$O_m = - \frac{P[3n^2 - 2(m-1)(3n - 2m + 2)]\lambda}{12hn \cos \beta};$$

$$O_1 = O_2 \text{ folgt für } m = 2.$$

$$U_m = + \frac{P[3n^2 - 2m(3n - 2m)]\lambda}{12hn \cos \gamma};$$

$$D_m = + \frac{Pd_m[3n - 2(2m - 1)]}{6hn};$$

$$V_m = - \frac{P(m+1)[3n - 2(2m - 1)]}{3n^2}; \quad V_M = + \frac{Ph'}{3h},$$

wenn bezeichnet:

h die Länge der mittelsten Vertikale und

$h + h'$ die Höhe des Daches.

Für den Fall eines mittleren wagerechten Stückes der unteren Gurtung ist die Spannkraft jeder der mittleren Diagonalen:

$$D_M = + \frac{Pd[n^2(h'' - h) + 2h''(n + 2)]}{12hh''n},$$

die des wagerechten Gurtstückes:

$$U_M = + \frac{Pl}{12h''}.$$

(Vergl. Abbild. 178 S. 220.)

H. Allgemeine Theorie des statisch unbestimmten Fachwerks.

(Anwendung des Satzes von den virtuellen Verschiebungen, nach Maxwell und Mohr. *)

In den Knotenpunkten eines unverschieblichen (ebenen oder räumlichen) Fachwerks mögen beliebige, im Gleichgewicht befindliche, äußere Kräfte angreifen. Diese sind teils gegebene Lasten und sollen dann mit P bezeichnet werden, teils bestehen sie aus den Widerständen der Stützpunkte. Je nachdem ein Knotenpunkt durch Stützung an der Verschiebung nach einer Richtung oder nach zwei bzw. drei Richtungen gehindert wird, muß der in ihm angreifende Stützendruck durch eine Seitenkraft oder durch zwei bzw. drei Seitenkräfte gegeben werden. Diese Seitenkräfte der Auflagerdrücke mögen mit C bezeichnet werden und die Spannkraften in den Fachwerkstäben mit S . Ferner sei:

Δs die Aenderung der Stablänge s ,

Δc die Verschiebung des Angriffspunktes einer Kraft C im Sinne von C ,

δ die Verschiebung des Angriffspunktes einer Kraft P im Sinne von P .

In der Regel setzt man, von einem spannungslosen Anfangszustande ausgehend:

$$\Delta s = \frac{Ss}{EF} + \alpha t s,$$

wobei bezeichnet:

E den Elasticitätsmodul,

F die Querschnittsfläche des Stabes,

t die Aenderung der Temperatur des Stabes gegenüber der Aufstellungstemperatur, d. i. der Temperatur des spannungslosen Anfangszustandes,

α den Wärme-Ausdehnungskoeffizienten. ($\alpha = 0,000012$ für Schweißseisen, $= 0,000011$ für Gußeisen, $= 0,000004$ für Holz; vergl. Abteil. I. S. 284.)

Die Kräfte C und S lassen sich beim statisch bestimmten Fachwerk mit Hülfe der Gleichgewichtsbedingungen berechnen. Beim statisch unbestimmten Fachwerk erscheinen sie hingegen als lineare Funktionen der gegebenen Lasten und gewisser, statisch nicht bestimmbarer Größen $X', X'', X''' \dots$. Man findet:

$$1) \begin{cases} C = C_0 + C' X' + C'' X'' + C''' X''' + \dots \\ S = S_0 + S' X' + S'' X'' + S''' X''' + \dots, \end{cases}$$

wobei $C_0, C', C'' \dots; S_0, S', S'' \dots$ gegebene Werte bedeuten. Insbesondere sind C_0 und S_0 diejenigen Werte, welche C und S

*) Vergl. Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1885.

annehmen, sobald die statisch nicht bestimmbar Gröfsen X verschwinden. Zur Berechnung dieser Werte X dienen die Elasticitätsgleichungen:

$$\text{II) } \begin{cases} \sum C' \Delta c = \sum S' \Delta s \\ \sum C'' \Delta c = \sum S'' \Delta s \\ \dots \dots \dots \end{cases}$$

Will man wissen, um welche Strecke δ_m sich der Angriffspunkt m einer Last P_m (welche auch $= 0$ sein kann) in der Richtung von P_m verschiebt, so bringe man S_0 und C_0 auf die Form:

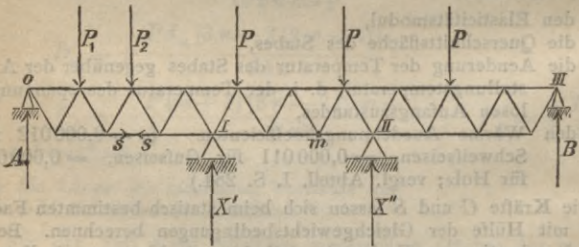
$$S_0 = \mathfrak{S}_0 + \mathfrak{S}_m P_m \text{ und: } C_0 = \mathfrak{C}_0 + \mathfrak{C}_m P_m,$$

wobei \mathfrak{S}_m und \mathfrak{C}_m diejenigen Werte von S und C bedeuten, welche entstehen, wenn das statisch unbestimmte Fachwerk durch Nullwerden der Gröfsen X statisch bestimmt wird und wenn auf dieses statisch bestimmte System nur eine im Knotenpunkte m angreifende Last $P_m = 1$ nebst den, durch diese Last erzeugten Stützenwiderständen wirkt; dabei ist ganz besonders zu beachten, daß ein statisch unbestimmtes System auf verschiedene Weise statisch bestimmt gemacht werden kann. Man erhält dann:

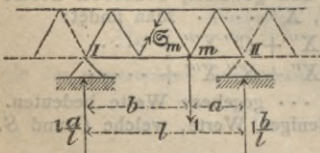
$$\text{III) } \delta_m = \sum \mathfrak{S}_m \Delta s - \sum \mathfrak{C}_m \Delta c.$$

Beispiel. Ein durchlaufender Fachwerkträger (Abbild. 186) mit vier Stützpunkten sei durch lotrechte Lasten P_1, P_2, \dots beansprucht. Die Stützenwiderstände sind lotrecht und $= A, X', X'', B$. Die Werte X' und X'' sollen als diejenigen Unbekannten aufgefaßt werden, welche mit Hilfe der Elasticitätsgleichungen zu bestimmen sind.

Abbild. 186.



Abbild. 187.



Denkt man die Mittelstützen beseitigt, so entsteht ein statisch bestimmter Träger, dessen Spannkkräfte S_0 sich mittelst des Ritterschen Verfahrens (s. S. 208) berechnen lassen. Nun nimmt man an, es sei der bei 0 und III gestützte Träger nur durch eine im Punkte I angreifende, aufwärts gerichtete, lotrechte Kraft 1 (welche also an die Stelle von X' tritt) belastet und berechnet die Spannkkräfte

S' für sämtliche Stäbe; ebenso ermittelt man die Spannkkräfte S'' , welche eine im Punkte II angreifende, aufwärts gerichtete lotrechte Kraft I hervorbringt. Für den durchlaufenden Träger erhält man jetzt als allgemeinen Ausdruck für die Stabkraft:

$$S = S_0 + S'X' + S''X''$$

und die Elasticitätsgleichungen lauten, unter der Voraussetzung starrer Stützen ($\Delta c = 0$):

$$0 = \sum S' \Delta s \text{ und: } 0 = \sum S' \Delta s, \quad \text{d. h. wegen } \Delta s = \frac{Ss}{EF} + \alpha ts:$$

$$0 = \sum S_0 S' \frac{s}{EF} + X' \sum S' S' \frac{s}{EF} + X'' \sum S' S'' \frac{s}{EF} + \sum S' \alpha ts,$$

$$0 = \sum S_0 S'' \frac{s}{EF} + X' \sum S' S'' \frac{s}{EF} + X'' \sum S'' S'' \frac{s}{EF} + \sum S'' \alpha ts.$$

Durch diese Gleichungen sind X' und X'' bestimmt.

Soll die Senkung irgend eines Knotenpunktes (z. B. δ_m für Punkt m der Mittelöffnung) berechnet werden, so betrachtet man den durch $P_m = 1$ belasteten statisch bestimmten Träger (Abbild. 187) und berechnet die Spannkkräfte \mathfrak{E}_m . Hierauf findet man für den durchlaufenden Träger:

$$\delta_m = \sum \mathfrak{E}_m \Delta s = \sum \mathfrak{E}_m \left[\frac{Ss}{EF} + \alpha ts \right] \text{ d. i.}$$

$$\delta_m = \sum \mathfrak{E}_m S_0 \frac{s}{EF} + X' \sum \mathfrak{E}_m S' \frac{s}{EF} + X'' \sum \mathfrak{E}_m S'' \frac{s}{EF} + \sum \mathfrak{E}_m \alpha ts.$$

J. Die Sätze von der Formänderungsarbeit.

(Nach Castigliano und Fränkel.**)

Ein beliebiger, durchaus gleichartiger, fester Körper sei irgendwie belastet. Die Lasten seien mit den Stützenwiderständen im Gleichgewicht. Die **Stützen** seien **starr** und vollkommen glatt (wie denn überhaupt keinerlei Reibungen auftreten mögen), und es bestehe derjenige Temperaturzustand, für welchen mit den Lasten alle Spannungen verschwinden. Die **Formänderungsarbeit** ist (mit den Bezeichnungen a. Abteil. I, S. 304 u. 305):

$$1) A = \frac{1}{2E} \int \left[\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \frac{2}{m} (\sigma_y \sigma_z - \sigma_z \sigma_x - \sigma_x \sigma_y) \right] dV \\ + \frac{1}{2G} \int (\tau_x^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2) dV;$$

und die **Verschiebung** d_m , welche der Angriffspunkt m einer Last P_m (die auch = 0 sein darf) im Sinne von P_m erfährt, ist (falls die elastischen Formänderungen so klein sind, daß sie als verschwindende Größen aufgefaßt werden dürfen):

*) Um den Träger statisch bestimmt zu machen, beseitigt man irgend zwei Stützen; für die vorliegende Aufgabe der Berechnung von δ_m am bequemsten die Endstützen; Spannkkräfte \mathfrak{E}_m entstehen dann nur zwischen I und II.

**) Vergl. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin, Negro, 1879; Fränkel, Das Princip der kleinsten Arbeit der inneren Kräfte elastischer Körper, Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1882.

$$\text{II) } \delta_m = \frac{\partial A}{\partial P_m}.$$

Ändert sich der oben angenommene Temperaturzustand im Punkte x, y, z um t , so hat man nach Müller-Breslau*) den Wert A zu ersetzen durch:

$$\text{III) } A_i = A + \int \alpha t (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) dV;$$

es folgt:
$$\delta_m = \frac{\partial A_i}{\partial P_m}.$$

Es gelingt häufig, die **Spannungen** σ und τ in der allgemeinen Form:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_0 + \sigma' X' + \sigma'' X'' + \dots, \\ \tau &= \tau_0 + \tau' X' + \tau'' X'' + \dots \end{aligned}$$

darzustellen, unter $\sigma_0, \tau_0, \sigma', \sigma'', \dots, \tau', \tau'', \dots$ gegebene, von den Lasten P und der Form des Körpers abhängige Werte verstanden, während die X', X'', \dots statisch nicht bestimmbare Größen sind. Es ergeben sich dann zur Berechnung der Werte X die Elasticitätsgleichungen:

$$\frac{\partial A_i}{\partial X'} = 0; \quad \frac{\partial A_i}{\partial X''} = 0 \dots \dots,$$

wobei:
$$\frac{\partial \sigma}{\partial X'} = \sigma'; \quad \frac{\partial \sigma}{\partial X''} = \sigma'' \text{ u. s. w. ist.}$$

Diese Gleichungen sagen aus, daß der Wert A_i (und im Falle $t = 0$ die Formänderungsarbeit A) durch die als unabhängige Veränderliche aufzufassenden Größen X zu einem Minimum gemacht wird.

Sind die **Stützen nicht starr**, so ist das Integral A_i auch über die elastischen Teile der Stützen auszudehnen, oder man denke die sich verschiebenden Stützpunkte mit außerhalb des betrachteten Körpers gelegenen festen Punkten durch Stäbe verbunden, deren Abmessungen so zu wählen sind, daß ihre Längenänderungen die vorgeschriebenen Verschiebungen der Stützpunkte bedingen, worauf man den Wert A_i für den zu untersuchenden Körper um die den hinzugefügten Stäben entsprechende Arbeit A_i zu vergrößern hat. In gleicher Weise läßt sich die Arbeit von Reibungswiderständen berücksichtigen.

Für den **geraden Balken** folgt:

$$\begin{aligned} \text{IV) } A_i &= \int \frac{M^2 dx}{2 EJ} + \int \frac{N^2 dx}{2 EF} + \int \frac{M}{h} \alpha (t_1 - t_2) dx \\ &\quad + \int N \alpha \left(t_1 \frac{e_2}{h} + t_2 \frac{e_1}{h} \right) dx, \end{aligned}$$

*) Vergl. Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-V. 1884, S. 211.

wobei angenommen ist, daß alle äußeren Kräfte in ein und derselben Ebene (Kraftebene) wirken, welche den Balkenquerschnitt in einer Hauptachse schneidet. Es bedeutet:

M das Biegemoment,

N die Achsialkraft (senkrecht zum Querschnitte und als Zug positiv),

F den Querschnittsinhalt,

J das äquatoriale Trägheitsmoment des Querschnittes,

dx das Element der Achse des Balkens,

e_1 und e_2 die Abstände der äußersten Fasern von der senkrecht zur Kraftebene gelegenen Schwerachse des Querschnittes, wobei sich e_1 auf die Faser bezieht, in welcher das positive Moment Zugspannung erzeugt,

h die Höhe des Querschnittes,

t_1 und t_2 die Temperaturänderungen, entsprechend den äußersten Fasern (der Uebergang von t_1 und t_2 sei linear).

Bei abwärts wirkenden Lasten ist M positiv, sobald es in der unteren Querschnittshälfte Zugspannungen hervorbringt (Abbild. 188). (Bedeutung von α und E s. S. 229.)

Formel IV gilt auch für einen nicht zu scharf gekrümmten **Bogen**, dessen Schwerachse eine ebene Kurve ist. Die äußeren Kräfte müssen in der Ebene dieser Kurve liegen und diese Ebene muß

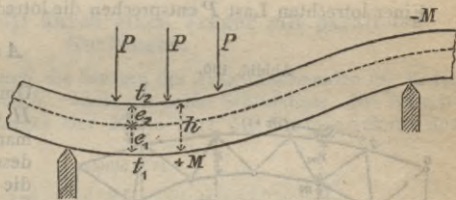
den Querschnitt des Bogens in seiner Symmetrieachse schneiden. An Stelle von dx schreibt man zweckmäßig ds (Bogenelement).

Für das **Fachwerk** ist (mit den Bezeichnungen unter **H.**):

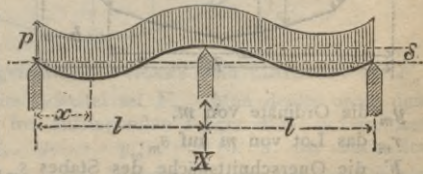
$$A_i = \sum \frac{S^2 s}{2EF} + \sum \alpha t S s.$$

Beispiel. Ein wagerechter Balken von der Höhe h liege auf drei Stützen (Abbild. 189). Die Mittelstütze ist um δ gehoben. Die Anfangstemperatur hat sich für die unterste Faser um t_1 , für die oberste um t_2 geändert. Der Balken wird nur auf Biegung beansprucht ($N = 0$). Belastung gleichförmig und $= p$ für die Längeneinheit. Gesucht der Gegendruck X der Mittelstütze.

Abbild. 188.



Abbild. 189.



Es folgt:

$$\delta = \frac{\partial A_i}{\partial X},$$

wobei:

$$A_i = \int \frac{M^2 dx}{2 EJ} + \int \frac{M \alpha}{h} (t_1 - t_2) dx \text{ und: } M = plx - p \frac{x^2}{2} - \frac{X}{2} x;$$

$$\frac{\partial M}{\partial X} = -\frac{x}{2}, \text{ also: } \frac{\partial A_i}{\partial X} = - \int \frac{M dx}{EJ} \cdot \frac{x}{2} - \int \frac{\alpha (t_1 - t_2) dx}{h} \cdot \frac{x}{2}$$

und nach Ausführung der Integration:

$$\delta = \frac{1}{EJ} \left[X \frac{l^3}{6} - \frac{5 pl^4}{24} - \alpha \frac{t_1 - t_2}{h} EJ \frac{l^2}{2} \right];$$

woraus X sich berechnen läßt.

K. Besondere Fälle statisch unbestimmter Bogenträger. Einfluslinien der statisch nicht bestimmaren Größen.

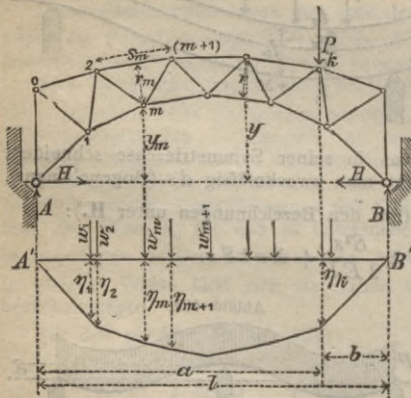
(Nach Müller-Breslau.)

a. Fachwerkbögen mit Kämpfergelenken und ohne Scheitelgelenk.

Einer lotrechten Last P entsprechen die lotrechten **Auflagerkräfte**:

$$A = \frac{Pb}{l} \text{ und } B = \frac{Pa}{l}.$$

Abbild. 190.



Um den **Horizontalschub** H zu erhalten, berechne man für jeden Gurtstab, dessen Länge = s_m sei, die Werte:

$$w_m = \frac{y_m s_m F_c}{r_m^2 F_m}$$

und:

$$z_m = \frac{y_m^2 s_m F_c}{r_m^2 F_m},$$

wobei bedeutet:

m die Ordnungsnummer des dem Stabe s_m gegenüberliegenden Knotenpunktes,

y_m die Ordinate von m ,

r_m das Lot von m auf s_m ,

F_m die Querschnittsfläche des Stabes s_m ,

F_c eine beliebige Querschnittsfläche (am besten gleich der am häufigsten vorkommenden Querschnittsfläche gewählt, damit möglichst viele Verhältnisse $F_c : F_m = 1$ werden).

Die w_m fasse man als Lasten eines frei aufliegenden Trägers $A'B'$ auf und berechne für diesen die Momentenkurve, deren Ordinaten $= \eta$ seien. Liegt P bei k , so mißt man unter k das Moment η_k und findet den durch P erzeugten **Horizontalschub**:

$$H = P \frac{\eta_k}{\sum z_m}$$

In der Regel ist es zulässig, $\frac{F_c}{F_m} = 1$ zu setzen.

Eine gleichmäßige **Erhöhung der Temperatur** um t° erzeugt:

$$H_t = \frac{\alpha E l F_c t}{\sum z_m}$$

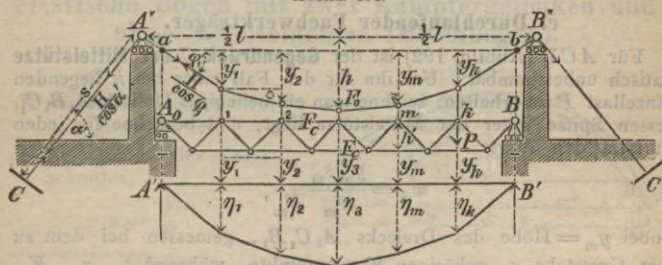
Man setze (bezogen auf kg, m und Celsiusgrade):

$$\alpha E = 240 \text{ für Schweißseisen.}$$

b. Kette, versteift durch einen Träger mit parallelen Gurtungen.

Die Lotrechten durch die Stützen des Trägers schneiden die Kette (Abbild. 191) in a und b . Linie ab heißt Schluslinie. Bei Berechnung des Horizontalzuges der Kette darf der Gurtquerschnitt des

Abbild. 191.



Trägers als konstant angenommen werden; sein Mittelwert sei F_c . Querschnitt der Kette im Scheitel sei F_0 . Man denke unter dem Versteifungsträger einen frei aufliegenden Träger $A'B'$, auf welchen lotrechte Lasten $y_1, y_2, y_3 \dots y_m \dots y_n$ (d. h. die über den Knotenpunkten 1, 2, 3 \dots des Trägers lotrecht bis zur Schlus-

linie gemessenen Ordinaten der Kette) wirken und berechne die Biegemomente $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots \eta_m \dots$. Hierauf findet man den durch irgend eine Last P , angreifend in k , erzeugten **Horizontalzug**:

$$H = P \frac{\eta_k}{\mathfrak{N}},$$

wobei:

$$\mathfrak{N} = \sum y^2 + \frac{1}{2} h'^2 \frac{F_c s_0}{F_0 \lambda}, \quad s_0 = l \left[1 + \frac{16 h^2}{3 l^2} \right] + \frac{2 s'}{\cos \alpha'},$$

h' = Höhe des Trägers,

λ = Feldweite,

s' = Länge der Rückhaltkette $A''C$, l = Spannweite der Kette,

h = Pfeil der Kette, gemessen bis zur Wagerechten $A'B''$ ist.

Eine **Erniedrigung der Aufstellungstemperatur** um den konstanten Betrag t bedingt:

$$H_t = \frac{\frac{1}{2} h'^2 \frac{F_c s_0}{F_0 \lambda}}{\mathfrak{N}} \alpha E t F_0.$$

Das **Biegemoment** für irgend einen Knotenpunkt m des Versteifungsträgers ist:

$$\mathfrak{M}_m = \mathfrak{M}'_m - H y_m,$$

und die **Querkraft** für das Trägerfeld $(m-1)$ bis m ist:

$$Q_m = Q'_m - H \operatorname{tg} \varphi_m,$$

wobei \mathfrak{M}'_m und Q'_m dem durch P belasteten frei aufliegenden Träger AB entsprechen, während φ_m der Neigungswinkel des Kettengliedes $(m-1)$ bis m ist.

c. Durchlaufender Fachwerkträger.

Für ACB (Abbild. 192) ist der **Gegendruck C der Mittelstütze** statisch unbestimmbar. Um ihn für den Fall einer bei k liegenden Einzellast P zu erhalten, zeichne man ein beliebiges Dreieck $A_1 B_1 C_1$, dessen Spitze unter der Mittelstütze liegt, und berechne für jeden Gurtstab den Wert:

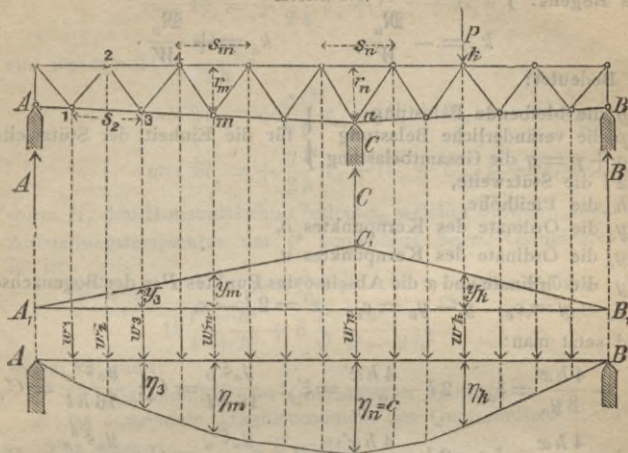
$$w_m = \frac{y_m s_m F_c}{r_m^2 F_m},$$

wobei y_m = Höhe des Dreiecks $A_1 C_1 B_1$, gemessen bei dem zu dem Gurtstabe s_m gehörigen Knotenpunkte, während s_m, r_m, F_c, F_m die unter a. erklärte Bedeutung haben. Nun berechne man für einen einfachen Träger AB mit den Lasten $w_1, w_2 \dots w_m \dots$ die Biegemomente $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_m \dots$ (am besten, indem man mit beliebiger Polentfernung ein Seilpolygon zeichnet und die Culmannsche Schlusslinie einträgt), messe unter der Mittel-

stütze die Ordinate e dieser Momentenkurve, um für eine bei k liegende Last P zu finden:

$$C = P \frac{\eta_k}{e} \cdot *)$$

Abbild. 192.



I. Der stabförmige, elastische Bogen mit zwei Kämpfergelenken und ohne Scheitelgelenk (Blechbogen).

Es sei:

W das Widerstandsmoment des Querschnittes,

F der Inhalt des Querschnittes,

$$e = \frac{W}{F}$$

Abbild. 193.



*) Die vorstehenden und weitere Anwendungen dieses auf der Berechnung einfacher Momentenkurven beruhenden Verfahrens finden sich in folgenden Abhandlungen von Müller-Breslau: Theorie des durch einen Balken verstärkten steifen Bogens, *Civiling.* 1883. — Theorie der versteiften Kette, *Zeitschr. d. hannöv. Arch.- u. Ing.-Vereins* 1883. — Vereinfachung der Theorie der statisch unbestimmten Bogensträger, ebendas. 1884. — Beiträge zur Theorie der Versteifung labiler und flexibler Bogensträger, *Zeitschr. f. Bauwesen* 1883 u. 1884. — Einflusslinien für kontinuierliche Träger, *Wochenblatt für Arch. u. Ing.* 1883. — Ueber kontinuierliche Bögen und Balken, ebendas. 1884.

Zwei zur Bogenachse im konstanten Abstände e gezogene Kurven heißen die Kernlinien.

Sind \mathfrak{M}_o und \mathfrak{M}_u die Angriffsmomente für die (in ein und derselben Lotrechten anzunehmenden) Kernpunkte o und u , so sind an der Stelle x die Spannungen in der obersten bzw. untersten Faser des Bogens:*)

$$k_o = -\frac{\mathfrak{M}_u}{W}; \quad k_u = +\frac{\mathfrak{M}_o}{W}.$$

Bedeutet:

g die bleibende Belastung
 p die veränderliche Belastung
 $g + p = q$ die Gesamtbelastung
 $2l$ die Stützweite,
 h die Pfeilhöhe,
 y_o die Ordinate des Kernpunktes o ,
 y_u die Ordinate des Kernpunktes u ,
 y die Ordinate und x die Abscisse des Punktes P in der Bogenachse,
 $y_o - y = c_o$, $y - y_u = c_u$, $x' = 2l - x$,

und setzt man:

$$\begin{aligned} 2 \quad -\frac{4hx}{3y_o} &= \xi_o; & 2l - \frac{4hx'}{3y_o} &= \xi'_o; & \frac{y_o \xi_o^3}{16hl} &= C_o; & \frac{y_o \xi'^3_o}{16hl} &= C'_o; \\ 2l - \frac{4hx}{3y_u} &= \xi_u; & 2l - \frac{4hx'}{3y_u} &= \xi'_u; & \frac{y_u \xi_u^3}{16hl} &= C_u; & \frac{y_u \xi'^3_u}{16hl} &= C'_u, \end{aligned}$$

so folgt bei parabolischer Bogenachse,**)

für $x < 2l - \frac{3ly_o}{2h}$:

$$\min \mathfrak{M}_o = -\frac{gl^2 c_o}{2h} - C_o p - H_t y_o,$$

$$\max \mathfrak{M}_o = -\frac{ql^2 c_o}{2h} + C_o p + H_t y_o;$$

und für $x > 2l - \frac{3ly_o}{2h}$:

$$\min \mathfrak{M}_o = -\frac{gl^2}{2h} c_o - (C_o + C'_o) p - H_t y_o,$$

$$\max \mathfrak{M}_o = -\frac{ql^2}{2h} c_o + (C_o + C'_o) p + H_t y_o;$$

*) Vergl. Winkler, Theorie der Bogenbrücken, Allgemeine Bauzeitung 1874.

**) Vergl. Müller-Breslau, Theorie und Berechnung der Bogenbrücken, Berlin 1880.

ferner für $x < 2l - \frac{3ly_u}{2h}$:

$$\min \mathfrak{M}_u = + \frac{gl^2}{2h} c_u - C_u p - H_t y_u,$$

$$\max \mathfrak{M}_u = + \frac{ql^2}{2h} c_u + C_u p + H_t y_u;$$

und für $x > 2l - \frac{3ly_u}{2h}$:

$$\min \mathfrak{M}_u = + \frac{gl^2}{2h} c_u - (C_u + C'_u) p - H_t y_u,$$

$$\max \mathfrak{M}_u = + \frac{ql^2}{2h} c_u + (C_u + C'_u) p + H_t y_u,$$

worin H_t den Horizontalschub bedeutet, welcher entsteht, sobald die Aufstellungstemperatur um t° vergrößert bzw. verkleinert wird. Es ist:

$$H_t = \frac{15 \alpha E F t}{15 \frac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2} + 8 \frac{F h^2 l^2}{J l^2 - 2 h^2}} \sim \frac{15 \alpha E J t}{8 h^2},$$

wobei bedeutet:

F den Flächeninhalt des Querschnittes in qcm,

J das äquatoriale Trägheitsmoment des Querschnittes in cm^4 .

Man setze: $\alpha E = 24,$

$t = \pm 30^\circ$ bis $40^\circ \text{C}.$

M. Einflußlinien für die Momente, Querkräfte und Stabkräfte ebener Fachwerke. *)

1. Der auf zwei Endstützen ruhende Träger.

(Abbild. 195 a. S. 240.)

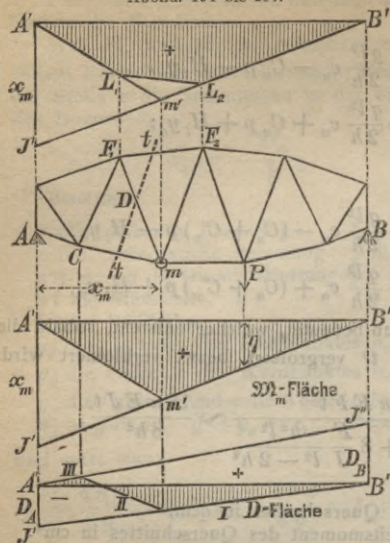
Die Einflußlinie für das **Angriffsmoment** \mathfrak{M}_m in bezug auf einen Knotenpunkt m , welcher der zur Aufnahme der Querträger dienenden Gurtung angehört, besteht aus zwei Geraden $A'm'$ und $B'm'$, Abbild. 196, deren Schnittpunkt senkrecht unter m liegt. Gerade $B'm'$ schneidet auf der Auflagerlotrechten A Strecke x_m ab. Die Einzellast P erzeugt:

$$\mathfrak{M}_m = P \eta.$$

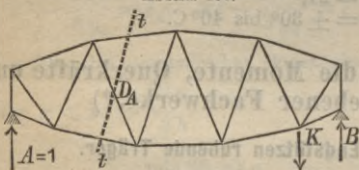
Die Fläche zwischen der Einflußlinie $A'm'B'$ und der Nullachse $A'B'$ heißt die **Einflußfläche** für \mathfrak{M}_m oder auch kurz die \mathfrak{M}_m -Fläche.

*) Vergl. Müller-Breslau, Graphische Statik, Bd. I u. II. 1887 bis 1891.

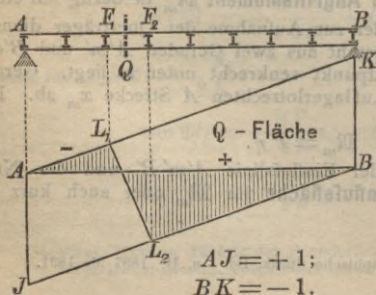
Abbild. 194 bis 197.



Abbild. 198.



Abbild. 199.



$$AJ = +1;$$

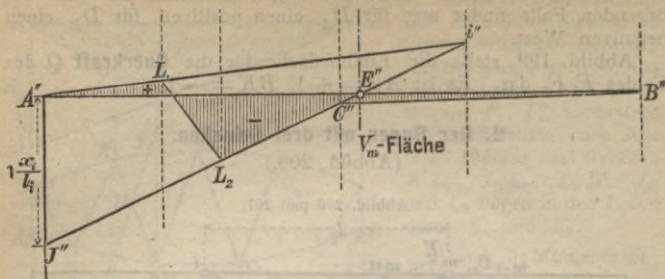
$$BK = -1.$$

Greift die Belastung an der dem Knotenpunkt m gegenüberliegenden Gurtung (Fahrbahn oben) an, und liegt m zwischen zwei Querträgern F_1, F_2 , so besteht die Einflusslinie nach Abbild. 194 aus drei Geraden $A'L_1, L_1L_2, L_2B'$. L_1 und L_2 liegen in den Loten durch F_1 und F_2 .

Durch die Momente M_m sind die Spannkraften in den Gurtungen bestimmt; vergl. S. 212 u. 224.

Abbild. 197 zeigt die aus drei Geraden I, II, III bestehende Einflusslinie für die Spannkraft D einer Diagonale, u. zw. für den Fall: Fahrbahn unten. So lange die über den Träger wandernde Last $P=1$ rechts vom Knoten m liegt, greift links vom Schnitte tt nur die äußere Kraft A an; es ist dann D proportional A . Einflusslinie I schneidet deshalb auf dem Lot durch A' diejenige Spannkraft D_A ab, welche in der fraglichen Diagonale entsteht, sobald links von tt nur $A=1$ angreift (Abbild. 198). Man findet D_A mit Hilfe des Ritter'schen Verfahrens (s. S. 208) oder mittelst eines Kräfteplanes. Ganz ebenso ergibt sich, dass die Gerade III in Abbild. 197, welche den Einfluss von Lasten angibt, die zwischen A und C aufgebracht werden, auf dem rechtsseitigen Auflagerlote die Spannung D_B (erzeugt durch $B=1$) ab-

Abbild. 203.



Die Einflussfläche für den **Horizontalschub** H ist ein Dreieck ACB von der Höhe $1 \frac{l}{4f}$, worin l die Stützweite und f die Pfeilhöhe bedeutet.

Um die \mathfrak{M}_m -**Fläche** für den Knotenpunkt m zu erhalten, bringe man Gerade Am mit der durch das Scheitelgelenk gelegten Geraden BC in E zum Schnitt, bestimme senkrecht unter E auf der Nullachse $A'B'$ den Nullpunkt E' , Abbild. 201, mache $A'J' = x_m$ und ziehe $J'E'C'$, $C'B'$, $A'm'$; die gestrichelte Fläche ist die gesuchte \mathfrak{M}_m -Fläche; sie stimmt links von E' mit der \mathfrak{M}_m -Fläche eines einfachen Balkenträgers $A'E'$ überein. Aus \mathfrak{M}_m findet man

$$U_{m+1} = + \frac{\mathfrak{M}_m}{h_m \cos \gamma_{m+1}}$$
 Aehnlich wird die Einflussfläche für das

Angriffsmoment $\mathfrak{M}_{(m)}$ in bezug auf den Knotenpunkt (m) der unteren Gurtung ermittelt; dieses dient zur Berechnung von $O_m = - \frac{\mathfrak{M}_{(m)}}{h_m}$.

Abbild. 202 zeigt die **D-Fläche** für das Feld m bis $(m+1)$ (s. v. S.). Man bestimmt den Treffpunkt i der Gurtstäbe O_{m+1} , U_{m+1} , sodann den Schnittpunkt E_1 der Geraden Ai und BC , hierauf in der Nullachse $A''B''$ senkrecht unter E_1 den Punkt E'' . Nun macht man $A''J'' = 1 \frac{x_i}{r_i}$, wo r_i das Lot von i auf die Diagonale D (d. i.

Hebelarm von D) bedeutet, zieht $J''E''$ bis zu dem senkrecht unter i gelegenen Punkte i' , verbindet i' mit A'' und trägt schliesslich L_1L_2 und $C''B''$ ein. L_1 und L_2 liegen senkrecht unter den das fragliche Feld begrenzenden Knotenpunkten m und $m+1$ und C'' liegt senkrecht unter dem Scheitelgelenk.

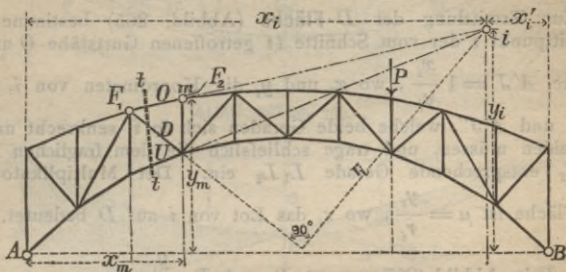
Aehnlich wird die V_m -**Fläche** erhalten (Abbild. 203). i bedeutet hier den Schnittpunkt von O_m und U_{m+1} , er fällt bei

gerader oberer Gurtung mit dem Schnittpunkte von O_{m+1} und U_{m+1} zusammen. Die Strecke $A''J''$ ist $= 1 \frac{x_i}{l_i}$, wo l_i das Lot von i auf V_m ; die Gerade $L_1 L_2$ entspricht dem Felde $m - 1$ bis m .

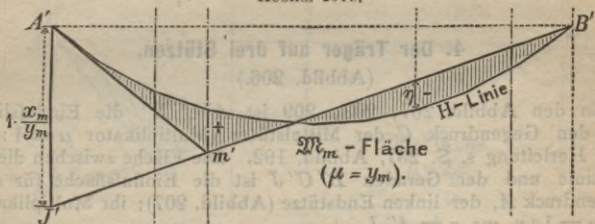
3. Der Bogen mit zwei Gelenken.

(Abbild. 204.)

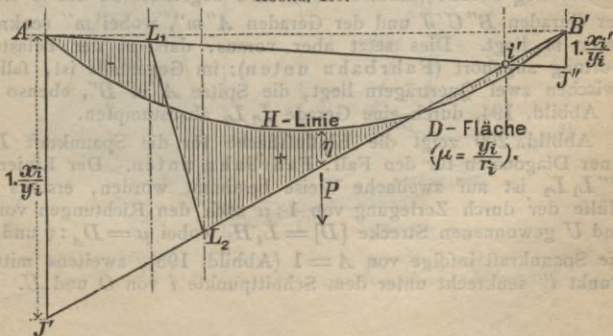
Abbild. 204.



Abbild. 204a.



Abbild. 205.



Die Ermittlung der auf statischem Wege nicht bestimmbaren Einflußlinien für den Horizontalschub H s. S. 234, Abbild. 190. Ist die H -Linie gezeichnet, so findet man die \mathfrak{M}_m -Fläche in

Abbild. 204a, indem man $A'J' = 1 \frac{x_m}{y_m}$ macht und die Geraden $B'J'$ und $A'm'$ zieht. Die gestrichelte Fläche ist die Einflußfläche für \mathfrak{M}_m ; sie besitzt einen Multiplikator $\mu = y_m$. Die in der Abbild. angenommene Last P erzeugt $\mathfrak{M}_m = -P \eta y_m$.

Zur Ermittlung der D -Fläche (Abbild. 205) bestimme man Schnittpunkt i der vom Schnitte tt getroffenen Gurtstäbe O und U , mache $A'J' = 1 \frac{x_i}{y_i}$, wo x_i und y_i die Koordinaten von i , ziehe

$J'B'$ und $A'J''$, welche beide Geraden sich in i' senkrecht unter i schneiden müssen, und trage schließlic die dem fraglichen Felde F_1F_2 entsprechende Gerade L_1L_2 ein. Der Multiplikator der

D -Fläche ist $\mu = \frac{y_i}{r_i}$, wo r_i das Lot von i auf D bedeutet. Die

Last P in Abbild. 205 erzeugt $D = +P \eta \frac{y_i}{r_i}$.

4. Der Träger auf drei Stützen.

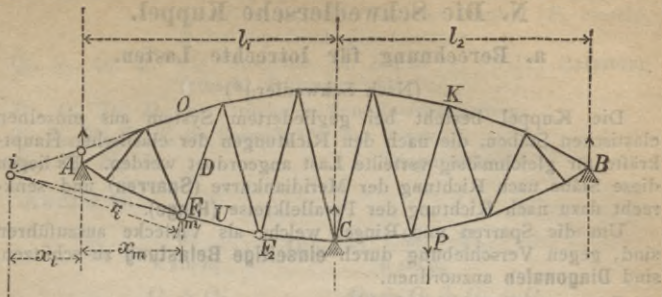
(Abbild. 206.)

In den Abbild. 207, 208, 209 ist $A''C''B''$ die Einflußlinie für den Gegendruck C der Mittelstütze (Multiplikator $\mu = 1 : c$); ihre Herleitung s. S. 237, Abbild. 192. Die Fläche zwischen dieser C -Linie und der Geraden $B''C''J$ ist die Einflußfläche für den Gegendruck A , der linken Endstütze (Abbild. 207); ihr Multiplikator ist $\mu = 1 : v$, wo $v = A''J$.

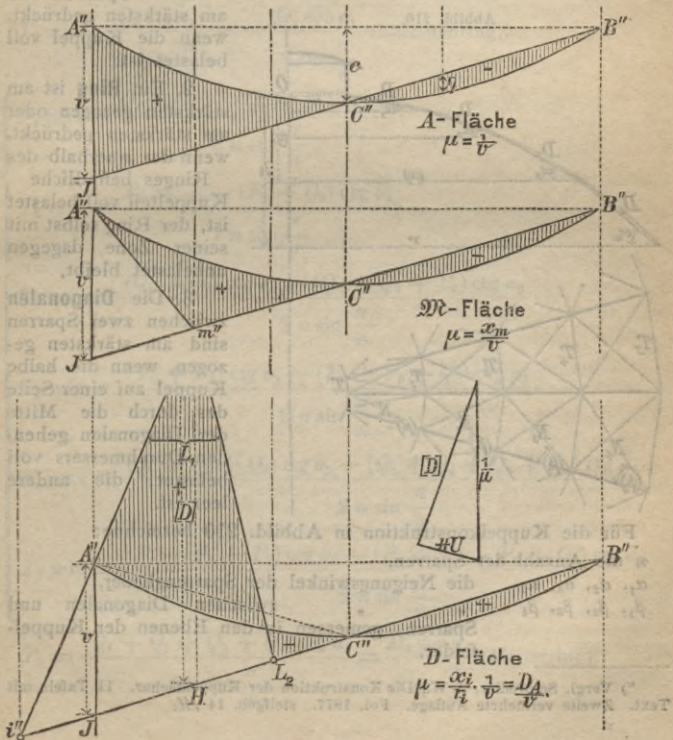
Die \mathfrak{M}_m -Fläche (Abbild. 208) wird begrenzt von der C -Linie, der Geraden $B''C''J$ und der Geraden $A''m''$, wobei m'' senkrecht unter m liegt. Dies setzt aber voraus, daß m der belasteten Gurtung angehört (Fahrbahn unten); im Gegenfalle ist, falls m zwischen zwei Querträgern liegt, die Spitze $A''m''B''$, ebenso wie in Abbild. 194, durch eine Gerade L_1L_2 abzustumpfen.

Abbild. 209 zeigt die Einflußfläche für die Spannkraft D in einer Diagonalen für den Fall: Fahrbahn unten. Der Linienzug $A''L_1L_2$ ist auf zweifache Weise bestimmt worden, erstens mit Hilfe der durch Zerlegung von $1 : \mu$ nach den Richtungen von D und U gewonnenen Strecke $[D] = L_1H$, wobei $\mu = D_A : v$ und D_A die Spannkraft infolge von $A = 1$ (Abbild. 198), zweitens mittelst Punkt i'' senkrecht unter dem Schnittpunkte i von O und U .

Abbild. 206.



Abbild. 207 bis 209.



N. Die Schwedlersche Kuppel.

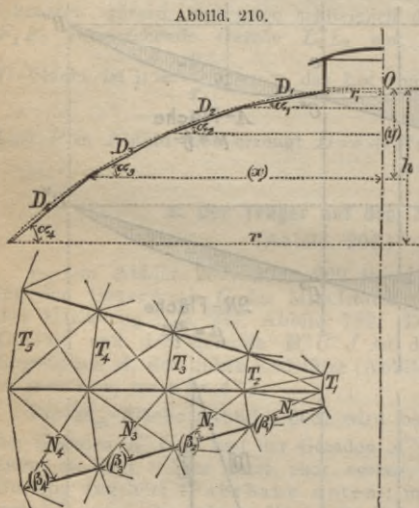
a. Berechnung für lotrechte Lasten.

(Nach Schwedler.)*

Die Kuppel besteht bei gegliedertem System aus einzelnen elastischen Stäben, die nach den Richtungen der elastischen Hauptkräfte für gleichmäßig verteilte Last angeordnet werden. Es liegen diese Stäbe nach Richtung der Meridiankurve (**Sparren**) und senkrecht dazu nach Richtung der Parallelkreise (**Ringe**).

Um die Sparren und Ringe, welche als Vielecke auszuführen sind, gegen Verschiebung durch **einseitige Belastung** zu schützen, sind **Diagonalen** anzuordnen.

Grenzen der Spannkraft:



1. Die **Sparren** sind am stärksten gedrückt, wenn die Kuppel voll belastet ist.

2. Ein **Ring** ist am stärksten gezogen oder am stärksten gedrückt, wenn der innerhalb des Ringes befindliche Kuppelteil voll belastet ist, der Ring selbst mit seiner Zone dagegen unbelastet bleibt.

3. Die **Diagonalen** zwischen zwei Sparren sind am stärksten gezogen, wenn die halbe Kuppel auf einer Seite des durch die Mitte der Diagonalen gehenden Durchmessers voll belastet, die andere leer ist.

Für die Kuppelkonstruktion in Abbild. 210 bezeichne:

n die Anzahl der Sparren,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ die Neigungswinkel der Sparrenglieder,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ " " " " zwischen Diagonalen und Sparren, gemessen in den Ebenen der Kuppelfelder,

*) Vergl. Schwedler, J. W., Die Konstruktion der Kuppeldächer. 11 Tafeln mit Text. Zweite vermehrte Auflage. Fol. 1877. steifgeh. 14 M.

P_1, P_2, P_3, P_4 die Eigengewichte der Kuppelzonen, wodurch die Knotenpunkte belastet werden (P_1 einschl. Belastung durch die Laterne),

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 die Gewichte der Zonen bei voller Belastung (einschl. Eigengewicht),

D_1, D_2, D_3, D_4 die Drücke in den Sparrengliedern,

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 die Spannkkräfte der Ringe,

N_1, N_2, N_3, N_4 „ „ „ „ „ Diagonalen.

Alsdann ist:

$$D_1 = \frac{Q_1}{n \sin \alpha_1}; \quad D_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{n \sin \alpha_3};$$

$$D_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n \sin \alpha_2}; \quad D_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n \sin \alpha_4}.$$

$$T_1 = - \frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} = - \frac{D_1 \cos \alpha_1}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \quad (\text{Laternenring}).$$

$$T_2 \max = \frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (Q_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_2 \min = \frac{P_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (P_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_3 \max = \frac{(Q_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (Q_1 + Q_2 + P_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_3 \min = \frac{(P_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (P_1 + P_2 + Q_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_4 \max = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3) \operatorname{ctg} \alpha_3 - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + P_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_4 \min = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) \operatorname{ctg} \alpha_3 - (P_1 + P_2 + P_3 + Q_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}.$$

$$T_5 = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} = \frac{D_4 \cos \alpha_4}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \quad (\text{Mauerring}).$$

Angenähert ist ferner:

$$N_1 = \frac{Q_1 - P_1}{n \sin \alpha_1 \cos \beta_1}; \quad N_2 = \frac{Q_1 + Q_2 - (P_1 + P_2)}{n \sin \alpha_2 \cos \beta_2};$$

$$N_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 - (P_1 + P_2 + P_3)}{n \sin \alpha_3 \cos \beta_3};$$

$$N_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - (P_1 + P_2 + P_3 + P_4)}{n \sin \alpha_4 \cos \beta_4}.$$

Bei obigen Formeln sind positive Werte als Zugspannungen, negative als Druckspannungen aufzufassen.

Sollen die **Sparren einen konstanten Normaldruck** haben, so dafs:

$$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D$$

ist, so sind die **Neigungswinkel**:

$$\sin \alpha_1 = \frac{Q_1}{n D}; \quad \sin \alpha_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{n D};$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n D}; \quad \sin \alpha_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n D}.$$

Sollen die **Ringe die mittlere Spannung Null** haben, so mufs also sein:

$$T_{\max} + T_{\min} = 0;$$

daraus ergeben sich die **Neigungswinkel**:

$$\operatorname{ctg} \alpha_2 = \operatorname{ctg} \alpha_1 \frac{P_1 + Q_1 + P_2 + Q_2}{P_1 + Q_1} \text{ u. s. w.}$$

In beiden Fällen berechnet sich jeder folgende Neigungswinkel aus dem vorhergehenden. Nach Annahme eines Neigungswinkels läfst sich die Form der Kuppel bestimmen.

Die Sparren sind auf Biegung zu untersuchen.

Anmerkung. Bei den Kuppeldächern über den Berliner Gasbehältergebäuden von 32 m bis 44 m Spannweite sind in Rechnung gestellt:

das Eigengewicht mit 70 kg f. d. qm,
die zufällige Last mit 100 kg f. d. qm.

Diese Konstruktionen bestehen aus vier bezw. fünf vieleckigen Ringen und 24 radialen Sparren; der Laternenring ist ein Zwölfeck, die anderen Ringe sind Vierundzwanzigecke; die Dachfläche ist aus Fellen, Schalung und Pappe gebildet. Die Pfeilhöhe (h) beträgt $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ der Spannweite ($2r$).

Der Querschnitt ist eine kubische Parabel von der Gleichung:

$$y = \frac{h(r^3 - x^3)}{r^3}$$

für einen um die Pfeilhöhe h tiefer als der Scheitel liegenden Anfangspunkt der Koordinaten. Der mittlere Teil der Kuppel ist als gemeine Parabel konstruiert, welche mit der kubischen Parabel im Uebergangspunkte dieselbe Tangente gemein hat.

Neuere Ausführungen in Berlin (Schmargendorf) zeigen bis 60 m Spannweite unter Benutzung von 36 radialen Sparren. In Wien-Erdberg befindet sich ein Gasbehälter-Kuppeldach von 64,5 m Spannweite.

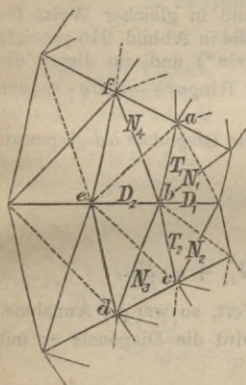
b. Einfluss beliebig gerichteter Lasten.

(Nach Müller-Breslau.)*

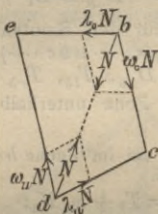
Das folgende Verfahren setzt beliebig gerichtete Lasten voraus und führt auch dann zum Ziele, wenn die Ringe nicht regelmässige Vielecke sind, z. B. bei einer Kuppel über elliptischem Grundriss.

Es sei $bcde$ in Abbild. 212 ein in die wagerechte Grundriss-Ebene umgelegtes Fach. Die Spannkraft N der Diagonale bd sei im oberen Endpunkte b nach den Richtungen be und bc in die Seitenkräfte $\lambda_o N$ und $\omega_o N$ zerlegt, im unteren Endpunkte d in die Seitenkräfte $\lambda_u N$ und $\omega_u N$. Man findet diese Seitenkräfte nach Abbild. 213 als Seiten eines dem Fache $ebcd$ ähnlichen Vierecks.

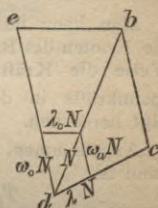
Abbild. 211.



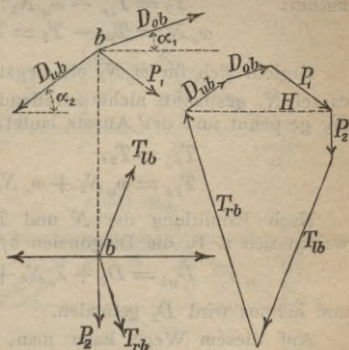
Abbild. 212.



Abbild. 213.



Abbild. 214 und 215.



Werden sämtliche Spannkraften N in dieser Weise zerlegt, so treten nur noch solche inneren Kräfte auf, welche die Richtungen von Sparren und Ringstäben haben.

Nun bezeichne für irgend einen Knotenpunkt b (Abbild. 214 und 215):

*) Vergl. Müller-Breslau, Beitrag zur Theorie des räumlichen Fachwerkes, Centralbl. d. Bauverw., 1891 u. 1892.

Vergl. auch Hacker, Zeitschr. f. Bauwesen, 1888.

D_{ob} die Summe der inneren Kräfte nach der Richtung der oberen Rippe (d. i. D_1),

D_{ub} desgl. nach der Richtung der unteren Rippe (d. i. D_2),

T_{lb} desgl. nach der Richtung des linken Ringstabes T_1 (Blick nach der Achse der Kuppel),

T_{rb} desgl. nach der Richtung des rechten Ringstabes T_2 .

Die Belastung des Knotens b bestehe aus einer in die Meridianebene fallenden Last P_1 und einer wagerechten Last P_2 .

Die Spannkkräfte der Zone oberhalb des Ringes $\dots abc \dots$ seien bekannt; dann sind auch die Kräfte D_o für die Knoten $\dots a, b, c, \dots$ gegeben. Es ist z. B. für den in Abbild. 211 angenommenen Spannungszustand der Diagonalen:

$$D_{ob} = D_1 + \lambda_u N_1.$$

Man kann nun für den Knoten b (und in gleicher Weise für alle Knoten des Ringes $\dots abc \dots$) auf die in Abbild. 215 gezeigte Weise die Kräfte D_{ub} , T_{lb} , T_{rb} ermitteln*) und aus diesen die Spannkkräfte in der Zone unterhalb des Ringes $\dots abc \dots$ wie folgt berechnen.

Angenommen, es sei im Fache $bced$ die Diagonale bd gespannt. Dann ist:

$$T_{lc} = T_2 + \omega_u N_2;$$

$$T_{rb} = T_2 + \omega_o N_3,$$

mithin: $T_2 = T_{lc} - \omega_u N_2;$

$$\omega_o N_3 = T_{rb} - T_2 = T_{rb} - T_{lc} + \omega_u N_2.$$

Ergiebt sich für $\omega_o N_3$ ein negativer Wert, so war die Annahme, es sei N_3 gespannt, nicht zutreffend, es wird die Diagonale ec mit N_3 gespannt und der Ansatz lautet:

$$T_{rb} = T_2,$$

$$T_{lc} = \omega_u N_2 + \omega_o N_3 + T_2, \text{ woraus } N_3 \text{ zu berechnen.}$$

Nach Ermittlung der N und T werden die D bestimmt. Erweisen sich z. B. die Diagonalen bf und bd als gespannt, so ist:

$$D_{ub} = D_2 + \lambda_o N_4 + \lambda_o N_3,$$

und hieraus wird D_2 gefunden.

Auf diesem Wege kann man, am obersten Ringe anfangend, sämtliche Spannkkräfte mit Hülfe einfacher Kräftepläne und Zwischenrechnungen bestimmen.

*) Abbild. 214 giebt die positiven Richtungen der Kräfte D_o , D_u , T_l , T_r an. In dem hier gezeichneten Falle ergeben sich also für D_{ub} , T_{lb} , T_{rb} negative Werte. Die Linie H ist wagerecht.

0. Näherungsformeln für einige Holzkonstruktionen.

Im folgenden sind nur die durch die Belastungen hervorgerufenen **achsialen** Spannkkräfte der Konstruktionsteile aufgeführt.

1. Einfaches Hängewerk.

Der Balken (Tram) AB (Abbild. 216) sei gleichmäßig mit Q belastet, C die Mitte von AB ; es ist dann unter der Voraussetzung, dass der Balken bei A und B nicht eingeklemmt ist:

$$H = \frac{5}{8} Q; \quad S = \frac{5}{16} \frac{Q}{\sin \alpha}; \quad T = \frac{5}{16} \frac{Q}{\text{tg } \alpha}.$$

2. Doppelt Hänge- und Sprengwerk.

(Abbild. 217 und 218.)

Unter der Voraussetzung gleichmäßiger Verteilung der Last Q über AB , und dass $AC = CD = DB$, sind die Spannkkräfte:

$$H = \frac{11}{30} Q;$$

$$S = \frac{11}{30} \frac{Q}{\sin \alpha};$$

$$R = T = \frac{11}{30} \frac{Q}{\text{tg } \alpha}.$$

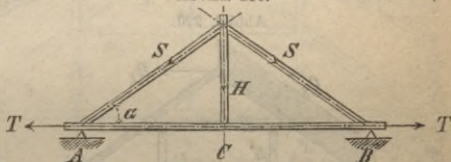
3. Fettendach.

(Abbild. 219.) Ist von dem Hängewerk außer der auf den Hauptbalken gleichmäßig verteilten Last noch die zweier Dachsparren zu tragen, so sind die Spannkkräfte:

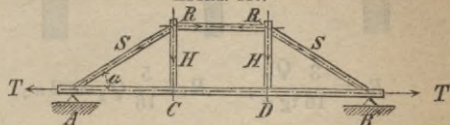
$$H = \frac{11}{30} Q; \quad S = \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q + P \cos \alpha \right);$$

$$R = T = \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q \cos \alpha + P \right),$$

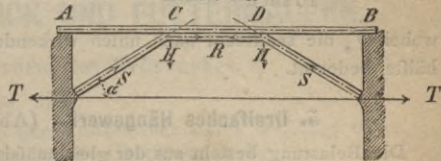
Abbild. 216.



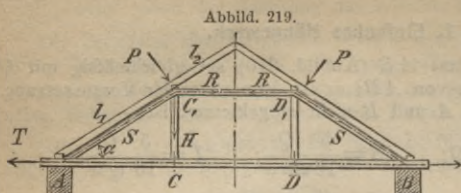
Abbild. 217.



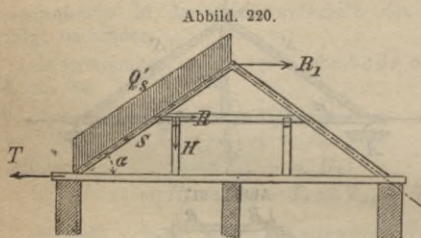
Abbild. 218.



unter P die Belastung verstanden, mit welcher die in den Punkten C_1 und D_1 auf dem Hängewerk gelagerten Fette die Konstruktion normal zur Sparrenrichtung beanspruchen. Die Fette überträgt die Last von n Sparren.



$$P = \frac{P_1 l_1 (4 l_2 + l_1) + P_2 l_2 (4 l_1 + l_2)}{8 l_1 l_2}.$$



Ist Q_s die auf eine Binderhälfte senkrecht zur Sparrenrichtung wirkende gleichmäßige Belastung, so ist für $l_1 = l_2$:

$$P = \frac{5}{8} Q_s.$$

4. Kehlbalkendach. (Abbild. 220.)

$$R_1 = \frac{3}{16} \frac{Q'_s}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad R = \frac{5}{16} Q'_s \sin 2 \alpha; \quad H = \frac{5}{8} Q'_s \cos^2 \alpha;$$

$$S = \frac{1}{16} \frac{Q'_s}{\sin \alpha} (3 + 10 \sin^2 \alpha); \quad T = \frac{1}{16} \frac{Q'_s}{\operatorname{tg} \alpha} (3 + 10 \sin^2 \alpha),$$

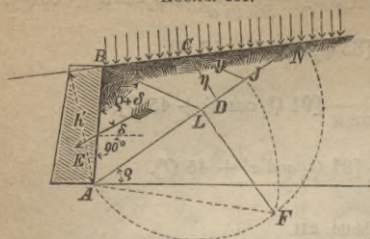
wobei Q'_s die senkrecht nach unten wirkende Belastung der Binderhälfte bedeutet.

5. Dreifaches Hängewerk. (Abbild. 221.)

Die Belastung besteht aus der gleichmäßig über den Hauptbalken verteilten Last Q und der senkrecht zur Dachfläche wirkenden halben Binderbelastung Q_s . Die Spannkraften sind:

$$H_1 = \frac{13}{56} Q; \quad H_2 = \frac{2}{7} Q;$$

Abbild. 222.



Ist BN die Bodenfläche, so zieht man nach Rebhann*) AN unter φ gegen die Wagerechte, BL unter $\varphi + \delta$ gegen AB , beschreibt über AN einen Halbkreis, macht $LF \perp AN$ und $AJ = AF$, zieht $JC \parallel LB$ und fällt von C das Lot CD auf AN . Ist $CJ = y$ und $CD = \eta$, in m gemessen, so folgt:

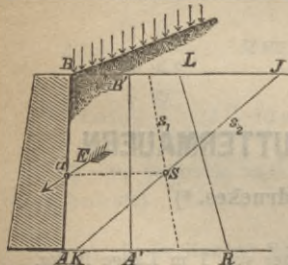
$$E = \frac{1}{2} \left(\gamma_e + \frac{2p}{h'} \right) y \eta.$$

h' bedeutet das Lot von A auf BN .

b. Richtung und Angriffspunkt von E .

1. In der Regel wird $\delta = \varphi$ gesetzt, nämlich angenommen, daß in der Ebene der Wand der volle Reibungswiderstand dem Herabgleiten der Erde entgegenwirkt. Diese Annahme ist aber nur bei rauher Wand und trockener (gut entwässerter) Hinterfüllung zulässig; sonst ist $\delta = 0$.

Abbild. 223.



2. Konstruiert man ein Trapez (Abbild. 223) mit den Abmessungen:

$$B'L = b \frac{p}{\gamma_e h'}, \text{ und:}$$

$$A'R = b \left(1 + \frac{p}{\gamma_e h'} \right),$$

worin b eine beliebig zu wählende Strecke bedeutet, bestimmt den Schwerpunkt S dieses Trapezes und zieht durch S eine Wagerechte, so trifft diese die Wand AB in dem Angriffspunkte a von E . Um S zu finden, macht man $LJ = A'R$ und $A'K = B'L$, verbindet J und K durch die Gerade s_2 , ferner die Mittelpunkte der Strecken $B'L$ und $A'R$ durch die Gerade s_1 . Der Schnittpunkt der Geraden s_1 und s_2 ist S .

*) S. Rebhann, Theorie des Erddruckes und der Futtermauern, Wien 1871.

c. Besondere Fälle.

1. Hat die Bodenfläche den Neigungswinkel ρ (Abbild. 224), so zieht man von einem beliebigen Punkte C der Bodenfläche aus die Strecken $y \parallel BL$ und $\eta \perp AN$ und findet:

Abbild. 224.

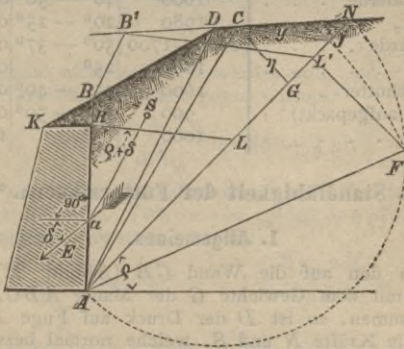
$$E = \frac{1}{2} \left(\gamma_e + \frac{2p}{\eta} \right) y \eta.$$

2. Bei überhöhtem, unbelastetem Erdkörper (Abbild. 225) verlängert man AR bis zum Schnittpunkte B mit KD , zieht AN unter ρ gegen die Wagerechte, RL unter $\rho + \delta$ gegen AR und von B aus eine Parallele zu AD bis zur verlängerten ND . Nun wird $B'L' \parallel RL$ gezogen, über AN ein Halbkreis beschrieben, $L'F \perp AN$, $AJ = AF$, $JC \parallel LR$ und $CG \perp AN$ gemacht. Dann wird:

$$E = \frac{1}{2} \gamma_e y \eta.$$

Ist S der Schwerpunkt des Vierecks $ABDC A$, und zieht man $Sa \parallel AC$, so erhält man in a genügend genau den Angriffspunkt von E . Die Wahl von δ s. S. 254, unter b. 1.

Abbild. 225.

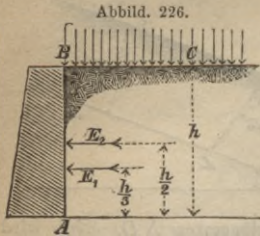


3. Bei lotrechter Wand AB und wagerechter Bodenfläche BC wird mit Vernachlässigung der Reibung an der Wand, d. h. mit $\delta = 0$, der Erddruck E gleich der Mittelkraft aus den wagerechten Kräften (Abbild. 226):

$$E_1 = \frac{1}{2} \gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (\text{Unmittelbarer Einfluss des Erdreichs}),$$

$$E_2 = p h \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) \quad (\text{Einfluss der Belastung } p),$$

welche in der Höhe $\frac{1}{3} h$ bzw. $\frac{1}{2} h$ angreifen; hierbei bezeichnet h die Höhe der Mauer.



Für **Dammerde** ist mit $\rho = 37^\circ$:

$$E_1 = \frac{1}{8} \gamma_e h^2; \quad E_2 = \frac{1}{4} p h.$$

Bei Berechnung von **Schleusenmauern** führe man etwa $\rho = 20^\circ$ ein, da hier die Erde besonders stark durchnässt anzunehmen ist. Man erhält dann:

$$E_1 = \frac{1}{4} \gamma_e h^2; \quad E_2 = \frac{1}{2} p h.$$

d. Durchschnittswerte für γ_e und ρ .

Erdart.	Gewicht γ_e . kg f. d. cbm	Böschungswinkel ρ .	$\operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\rho}{2} \right)$.
Trockener Lehmboden . . .	1500	$40^\circ - 46^\circ$	0,217 — 0,163
Nasser „ . . .	1900	$20^\circ - 25^\circ$	0,490 — 0,406
Trockene Thonerde . . .	1600	$40^\circ - 50^\circ$	0,217 — 0,132
Nasse „ . . .	1980	$20^\circ - 25^\circ$	0,490 — 0,406
Nasse Dammerde . . .	1600—1700	$30^\circ - 37^\circ$	0,333 — 0,250
Nasser Kies . . .	1860	25°	0,406
Nasser Steinschotter . . .	1600	$35^\circ - 40^\circ$	0,271 — 0,217
(Gas-Kohlen, aufgepackt) . .	900	$45^\circ - 50^\circ$	0,171 — 0,132
(Wasser) . . .	1000	0°	1

e. Standfähigkeit der Futtermauern. *)

1. Allgemeines.

Setzt man den auf die Wand CB (Abbild. 227) wirkenden Erddruck E mit dem Gewichte G der Mauer $ABCF$ zur Mittelkraft D zusammen, so ist D der Druck auf Fuge AB . Zerlegt man D in die Kräfte N und S , welche normal bzw. parallel zu AB sind, so darf der Winkel, welchen N mit D bildet, höchstens gleich dem Reibungswinkel ρ_0 der Ruhe (vergl. Abteil. I. S. 198) sein. Dieser beträgt i. M. $\rho_0 = 33^\circ$ bis 35° .

*) Vergl. Müller-Breslau, Elemente der graphischen Statik d. Baukonstruktionen, Berlin 1881.

Bedeutet:

γ_m das Gewicht eines cbm Mauerwerks in kg,

e den Abstand des Angriffspunktes R des Druckes D vom Mittelpunkte M der Fuge AB , in m,

ξ den Abstand des Punktes R von der am stärksten gepressten Kante der Fuge AB , in m,

b die Länge der Fuge AB , in m,

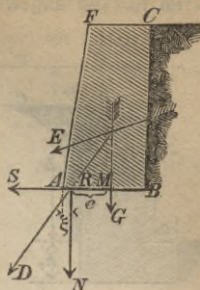
so beträgt die größte Druckspannung in der Fuge (in kg f. d. qm):

$$\text{wenn } e < \frac{b}{6} \text{ ist: } k = \frac{N}{b} \left(1 + \frac{6e}{b} \right); \text{ (vergl. Abteil. I. S. 358)}$$

$$\text{wenn } e > \frac{b}{6} \text{ ist: } k = \frac{2N}{3\xi}.$$

Werte von k s. Abteil. I. S. 310.

Abbild. 227.



2. Mauer mit Rechteckquerschnitt.

Die erforderliche **Dicke b der Mauer** beträgt bei der Höhe h und bei wagerechter Bodenfläche (Abbild. 228):

$$b = \sqrt{\frac{h[\gamma_e h + 3p] \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\rho)}{\gamma_m \left[3 - 4 \frac{\gamma_m h}{k} \right]}}$$

wenn das Material nicht zerdrückt werden soll, und mit Rücksicht auf die Sicherheit gegen Gleiten:

$$b = \frac{\gamma_e h + 2p}{2\mu_0 \gamma_m} \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\rho),$$

wo $\mu_0 = 0,7$ den Reibungskoeffizienten der Ruhe für Mauerwerk auf Mauerwerk bedeutet. (Werte von $\operatorname{tg}^2(45 - \frac{1}{2}\rho)$ s. S. 256.)

Der **Fundamentvorsprung c** beträgt:

$$c = \frac{1}{6} \frac{\gamma_e H^2}{\gamma_m b} \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right) + \frac{2\gamma_m b H}{3k'} - \frac{b}{2},$$

worin:

$$H = h + h_1 + \frac{p}{\gamma_e},$$

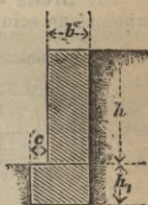
h_1 = Tiefe des Fundamentes,

k' = zulässige Belastung des Baugrundes in kg f. d. qm, s.

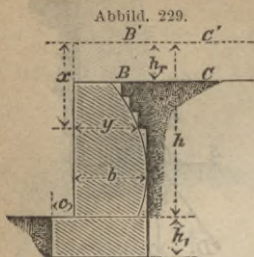
Abteil. I. S. 310,

p und γ_e s. S. 253.

Abbild. 228.



3. Im Rücken abgetreppte Mauer mit lotrechter Vorderfläche.



(Anwendung auf Schleusenmauern.)
Die Belastung p f. d. qm der wagerechten Bodenfläche (Abbild. 229) sei durch eine gleich schwere Erdschicht von der Höhe $h_r = \frac{p}{\gamma_e}$ ersetzt, also im Abstände h_r von der Bodenlinie BC die Wagerechte $B'C'$ gezogen. Im Abstände x von $B'C'$ beträgt die erforderliche Stärke der Mauer:

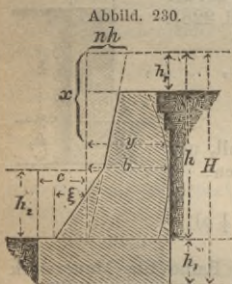
$$y = x \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) \sqrt{\frac{\gamma_e (3h - 2x) (k + \gamma_m x - \gamma_m h_r)}{\gamma_m k (h + 2x) - \gamma_m h (3x + h)}}$$

wo h die um h_r vermehrte Höhe der Futtermauer bedeutet. Hiernach kann man das theoretische und dann das wirkliche Profil der Mauer ermitteln.

Die Breite b der Mauer muß, damit ein Gleiten nicht eintritt, mindestens sein:

$$b = \frac{\gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{1}{2} \varrho \right)}{2 \mu_0 (h - h_r) \gamma_m}$$

wo $\mu_0 = 0,7$. Der Fundamentvorsprung c ist nach Formel unter 2. zu berechnen.



4. Im Rücken abgetreppte Mauer mit geneigter Vorderfläche.

Bezeichnungen s. Abbild. 230. h_r bedeutet die Höhe der die Belastung p der Bodenfläche ersetzenden Erdschicht. Das theoretische Profil bestimmt sich aus:

$$y = \sqrt{\frac{\gamma_e}{\gamma_m} \frac{x^2 (3h - 2x) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{1}{2} \varrho \right) + n^2 h^3}{h + 2x}}$$

Nach Berechnung des theoretischen und Feststellung des wirklichen Profils findet man:

$$\xi = \frac{\gamma_m h (2b - nh)}{3k - \gamma_m h_r}$$

und:

$$e = \frac{1}{\gamma_m (bH - 0,5 n h^2)} \left\{ \frac{1}{6} \gamma_e H^3 \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \frac{1}{2} \varrho) - \gamma_m b H \left(\frac{b}{2} - \xi' \right) + \gamma_m \frac{n h^2}{2} \left(\frac{n h}{3} - \xi' \right) \right\},$$

$$\text{wobei: } \xi' = \frac{\gamma_m (2bH - n h^2 + \xi h_2)}{3 k'}$$

(k' = zulässige Belastung des Baugrundes; s. Abteil. I. S. 310.)

III. GEWÖLBE. *)

A. Berechnung der Gewölbestärke.

a. Formeln von A. v. Kaven. **)

Für **Eisenbahnbrücken** normalspuriger Bahnen und **Chausseebrücken** ist unter der Voraussetzung von **Gewölbequadern** mit einer Druckfestigkeit von 300 bis 350 kg f. d. qcm und darüber und bei Ueberschüttung mit Kies und Dammmaterial von 1 m Höhe (vom Scheitel der äußeren Gewöbelinie bis Schienenunterkante) die **Gewölbestärke im Scheitel** in m:

$$d_q = 0,25 + l \left(0,025 + 0,0034 \frac{l}{h} \right),$$

worin:

l die Lichtweite des Gewölbes zwischen den Widerlagern in m,
 h den Pfeil der inneren Leibung in m bedeutet.

Bei **Ueberschüttungen** über dem äußeren Gewölbescheitel von der Höhe h (in m) und für eine Lichtweite des Gewölbes bis etwa 8, höchstens 10 m gilt für **Eisenbahnbrücken mit vollem Halbkreise**:

$$d_{qh} = d_q \sqrt{1 + \frac{h-1}{4,5}},$$

und für **Chausseebrücken**:

$$d_{qh} = d_q \sqrt{1 + \frac{h-1}{7}}.$$

Diese Formeln sind bis zu $h = 30$ m anwendbar.

*) Empirische Angaben s. auch Elfter Abschnitt, Hochbau, III. Mauerwerk.

**) A. v. Kaven, Kurze Anleitung zum Projektieren von Eisenbahnen. Aachen, 1878.

Für Gewölbe aus festen Backsteinen (**Klinkern**) wird:

$$d_k = d_q + d_q \left(\frac{1 - d_q}{2} \right);$$

$$d_{kh} = d_{qh} + d_{qh} \left(\frac{1 - d_{qh}}{2} \right);$$

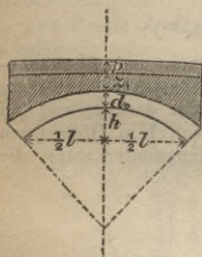
für Gewölbe aus **gut gebrannten Back- oder Ziegelsteinen**:

$$d_b = d_q + d_q \left(\frac{2 - 1,5 d_q}{3} \right);$$

$$d_{bh} = d_{qh} + d_{qh} \left(\frac{2 - 1,5 d_{qh}}{3} \right).$$

b. Formeln von Tolkmitt. *)

Abbild. 231.



Bezeichnet (Abbild. 231):

- z_1 die Konstruktionshöhe über dem Gewölbe, in m,
- p die Verkehrsbelastung in cbm Mauerwerk f. d. qm,
- γ das Gewicht eines cbm Mauerwerk in kg,
- k die Scheitelpressung in kg f. d. qcm, welche bei dem mittleren Belastungszustande (gleichmäßige Belastung mit $\frac{1}{2} p$) nicht überschritten werden soll.

Dann ist die Scheitelstärke (in m):

$$I) \quad d_0 \geq \frac{0,5 p h}{z_1 + d_0 + 0,5 p + 0,15 h};$$

$$II) \quad d_0 \geq 0,000\ 014 \frac{\gamma l^2}{k h} (z_1 + d_0 + 0,5 p + 0,20 h).$$

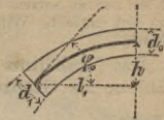
Beide Bedingungen müssen erfüllt sein, u. zw. die erste, damit die Stützlinie bei der ungünstigsten einseitigen Belastung nicht aus dem inneren Gewölbedrittel tritt, und die zweite, damit die Pressung k im obigen Sinne nicht überschritten wird. Die größte im Gewölbe auftretende Pressung ist höchstens $= 2k$. Man findet d_0 durch einige Versuchsrechnungen.

*) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1885; Tolkmitt, das Entwerfen und die Berechnung der Brückengewölbe.

c. Formeln für Brückengewölbe von Müller-Breslau. *)

Abbild. 232.

Voraussetzung, daß das Gewölbe nach der unter **B. 3.** gegebenen Anweisung als Stützliniengewölbe konstruiert wird. Die größte, bei einseitiger Belastung entstehende **Pressung am Kämpfer** ist:



$$I) k = \frac{\gamma l_1^2}{2 d_1 h} \left\{ (z_1 + d_0 + 0,5 p + 0,14 h) \left(\frac{1}{\cos \varphi_0} \mp \frac{4 \frac{h}{d_1}}{\left(\frac{h}{d}\right)^2 + 1} \right) \mp 0,75 p \frac{h}{d_1} \right\}.$$

Darin bezeichnet für beliebige, entsprechende Einheiten (Abbild. 232):

- γ das Gewicht des Gewölbematerials für die Raumeinheit,
 l_1 die halbe Stützweite } bezogen auf die Bogenmittellinie,
 h die Pfeilhöhe }
 d die mittlere Gewölbstärke, genügend genau $= \frac{1}{2} (d_0 + d_1)$,
 φ_0 den Neigungswinkel der Stützlinientangente am Kämpfer gegen die Wagerechte,
 z_1 die auf Gewölbemauerwerk reduzierte Höhe der Konstruktionslast im Scheitel (Abbild. 231),
 p die entsprechende Höhe der Verkehrslast (Abbild. 231).

Da die Stärke des Gewölbes vor der Aufsuchung der Gewölbeform abgeschätzt werden muß, so berechne man φ_0 nach der Formel:

$$II) \quad \operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{4 h^2 z + 0,5 h}{l_1^2 z + 0,14 h},$$

wobei:

$$z = z_1 + d_0 + 0,5 p.$$

Man muß nun d_0 und d_1 versuchsweise annehmen und die Pressung k berechnen, worauf bei zu großem oder zu kleinem k die Abmessungen zu vergrößern bzw. zu verkleinern sind.

Das obere Vorzeichen in Gleichung I bezieht sich auf die obere, das untere auf die untere Kante der Kämpferfuge. Ergiebt sich der eine der beiden Werte negativ, so zeigt dies an, daß die Stützlinie den Kern verläßt. Bedeutet dann k_1 die Pressung und k_2 die Zugspannung in der Kämpferfuge, beide Werte absolut genommen, so hat man, sobald die Zugwiderstandsfähigkeit des Mauerwerks vernachlässigt wird, zu setzen:

$$III) \quad k = \frac{\gamma l_1^2}{d_1 h} (z + 0,14 h) \frac{1}{\cos \varphi_0} \frac{k_1 - k_2}{k_1 - 2 k_2}.$$

*) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1886 (Elasticitätstheorie der nach der Stützlinie geformten Tonnengewölbe).

Ist z. B. $l_1 = 10,4$ m, $h = 4,0$ m, $d_1 = 1,21$ m, $d_0 = 0,90$ m, $d = \frac{1}{2}(d_0 + d_1) = 1,055$ m, $p = 1$ m, $z_0 = 0,90$ m, $z = 0,90 + 0,90 + 0,50 = 2,30$ m, $\gamma = 1,6$ t f. d. cbm, so folgt aus II: $\cos \varphi_0 = 0,727$ und aus I: $k = -18$ und $k = +159$ t f. d. qm. In Gleichung III ist nun zu setzen: $k_1 = 159$ und $k_2 = 18$, womit $k = 161$ t f. d. qm = 16 kg f. d. qem sich ergibt. Wird das Gewölbe in Klinkern ausgeführt, so ist diese Pressung zulässig.

Das Verhältnis $d_0 : d_1$ kann man bei flachen Gewölben $= \cos \varphi_0$ wählen; als Grenzwert empfiehlt sich $d_0 : d_1 \geq 0,5$.

B. Theorie der Stützlinie.

(Nach Hagen und Schwedler.)*

Im folgenden sei die Belastung des Bogens durch eine mit dem Bogenmaterial gleichartige Masse ersetzt, welche auf den Bogen denselben Druck, wie die eigentliche Belastung überträgt.

Die Kurve, welche alsdann diese Masse nach oben begrenzt, ist die auf die Gewölbsteinmasse reduzierte **Belastungslinie**.

1. Soll die Stützlinie mit der Bogenachse eines Kreisgewölbes, dessen Halbmesser r (in m) ist, zusammenfallen, so wird:

$$r = \frac{H}{\gamma z \cos^3 \alpha},$$

worin:

H der Horizontalschub in kg f. d. lfd. m Tiefe des Gewölbes,
 α der Neigungswinkel der Tangente an die Stützlinie mit der Wagerechten,

γ das Gewicht des Gewölbematerials in kg f. d. cbm,

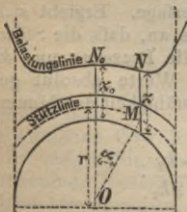
z die Belastungshöhe bei M in m (Abbild. 233), also γz die Belastung bei M in kg f. d. lfd. m und für 1 m Gewölbetiefe ist.

Für den Scheitel ist: $H = \gamma r z_0$,

und damit die **Gleichung der Belastungslinie: $z = \frac{z_0}{\cos^3 \alpha}$.**

Die Formel $H = \gamma r z_0$ gilt allgemein für **alle Stützlinien und zugehörige Belastungslinien**, wenn unter $r (= \rho_0)$ der Krümmungshalbmesser der Stützlinie im Scheitel verstanden wird.

Abbild. 233.



Wird eine annähernd **wagerechte** Belastungslinie verlangt, so kann man z. B.:

für $\frac{r}{z_0} = 25$	den $\angle \alpha$ bis auf 70° ,
" " = 15	" " " " 60° ,
" " = 10	" " " " 55° ,
" " = 5	" " " " 45° ,
" " = 3	" " " " 40°

*) Vergl. Zeitschr. f. Bauwesen, 1859.

anwachsen lassen, ohne daß die Belastungslinie bedeutend über jene Wagerechte hinaustritt, welche durch den höchsten Punkt von z_0 geht.

Innerhalb der Werte $\frac{r}{z_0} = 5$ und 3 nähert sich die Belastungslinie am meisten der Geraden.

Zeichnerische Ermittlung der Belastungslinie s. Abbild. 234.

Man beschreibt mit r den Kreisbogen der Stützzlinie und mit $r + z_0$ einen concentrischen Hilfskreis. Um die einem beliebigen Centriwinkel α entsprechende Belastungshöhe zu ermitteln, führe man durch a eine Lotrechte, ziehe $bc \perp ab$, $cd \perp ac$ und $de \perp ad$; $ea = z$ ist dann die gesuchte Belastungshöhe.

Abbild. 234.



2. Bestimmung der Stützzlinie eines Gewölbes, dessen Belastung wagerecht abgeglichen ist. *)

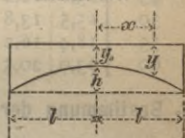
Gleichung der Stützzlinie:

$$x = \sqrt{\frac{H}{\gamma}} \ln \left(\frac{y}{y_0} + \sqrt{\left(\frac{y}{y_0} \right)^2 - 1} \right)$$

$$= \sqrt{\frac{H}{\gamma}} \operatorname{Ar} \operatorname{Co} \frac{y}{y_0} \quad (\text{vergl. Abteil. I. S. 59}).$$

$$y = y_0 \operatorname{Co} x \sqrt{\frac{\gamma}{H}}.$$

Abbild. 235.



(Zur Bestimmung von H dient die Gleichung $\operatorname{Co} l \sqrt{\frac{\gamma}{H}} = \frac{h + y_0}{y_0}$).

Besser ist es (wegen des richtigen Fugenschnittes) die Stützzlinie aus den Krümmungshalbmessern ρ zu konstruieren.

Nennt man den Krümmungshalbmesser im Scheitel ρ_0 und bezeichnet mit c (Gewölbe-Modul) das konstante Verhältnis $\rho_0 : y_0$, so ist:

$$\rho = y_0 \frac{c}{\cos^3 \alpha \sqrt{1 + c \operatorname{tg}^2 \alpha}},$$

nach welcher Gleichung die Tafel auf S. 264 berechnet ist.

Innerhalb der Grenzen $\alpha = 0^\circ$ und $\alpha = 50^\circ$ sind die in den Spalten der Tafel auf einander folgenden Zahlenwerte der Halbmesser von einander wenig verschieden, namentlich ergeben sich für $c = 5$ bis 0,1, wenn α den Wert von 40° nicht überschreitet, so geringe Unterschiede in der Länge der ρ , daß man die zugehörigen Kurven innerhalb der angegebenen Grenzen als Kreisbögen konstruieren kann.

*) Ueber eine neuere Bestimmung dieser Stützzlinie von Tolkmitt vergl. Zeitschr. f. Bauwesen 1892.

eines Seilpolygons (Pol O_1) die Mittelkraft $\Sigma g = g_1 + g_2 + g_3 + \dots$ bestimmt. Der im Mittelpunkte a der Scheitelfuge angenommene Horizontalschub H , das Gewicht Σg und der im Mittelpunkte b der Kämpferfuge angreifend gedachte Kämpferdruck K müssen sich in einem Punkte e schneiden. Die Zerlegung von Σg parallel den Richtungen ae und be liefert die Kräfte H und K , sowie den Pol O_2 ; es kann jetzt mit dem Polabstande H ein durch a und b gehendes Seilpolygon gezeichnet werden, welches die Fugen in den Stützpunkten $s_1, s_2 \dots$ schneidet. Der geometrische Ort der Punkte s ist die verbesserte Gewölbemittellinie; weicht diese von der erst angenommenen Mittellinie erheblich ab, so ist eine Wiederholung des Verfahrens ratsam.

4. Berechnung der Pressungen im einseitig belasteten Gewölbe.

(Abbild. 237 bis 239, S. 266.)

Die ungünstigste Beanspruchung entsteht (angenähert), wenn nur die eine Gewölbehälfte belastet ist. Die Stützlinae schneidet dann die Kämpferfugen und die Scheitelfuge in Punkten a, b, c , deren Abstände von der Mittellinie des Gewölbes durch die Gleichungen bestimmt sind:

$$e = \frac{5}{16} \frac{d^2}{h} \text{ (nach Winkler);}$$

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= \cos \varphi_0 \left[2e + \frac{1}{8} \frac{ph}{z_1 + 0,14h} \right] \\ e_2 &= \cos \varphi_0 \left[2e - \frac{1}{8} \frac{ph}{z_1 + 0,14h} \right] \end{aligned} \right\} \text{ (nach Müller-Breslau).}$$

Bedeutung der Buchstaben s. S. 261.

Ergiebt sich für e_2 ein negativer Wert, so liegt Punkt b oberhalb der Mittellinie.

Zur Ermittlung der Stützlinae verbinde man die Streifengewichte 1, 2, 3, 8 durch ein Seilpolygon $I' II' III' \dots$, dessen Pol O' beliebig gewählt werden darf, bringe die Senkrechten durch a, b, c in a', b', c' mit diesem Seilpolygone zum Schnitt und ziehe $O'L \parallel c'a', O'R \parallel c'b'$, hierauf $LO \parallel ca$ und $RO \parallel cb$. Dann ist O der Pol der gesuchten Stützlinae $I II III \dots$.

Gesucht seien z. B. die Pressungen in Fuge (3), Abbild. 239. Der Druck auf diese Fuge ist durch den mit dem Kräftemaßstabe zu messenden Seilstrahl III gegeben ($D_3 = III$); die Lote von den Kernpunkten o und u auf die Polygonseite III seien η_o bzw. η_u . Dann sind die Kantenpressungen:

$$k_o = \frac{6 D \eta_u}{d^2}; \quad k_u = \frac{6 D \eta_o}{d^2},$$

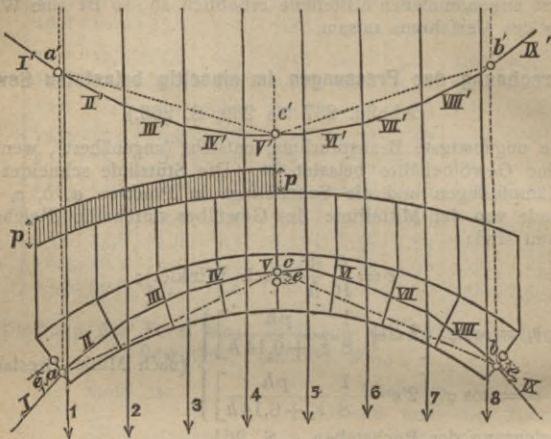
worin D der auf die Fuge wirkende Druck ist.

Schneidet III die Fuge außerhalb des Kerns, so findet man unter Vernachlässigung der entstehenden Zugspannungen die größte

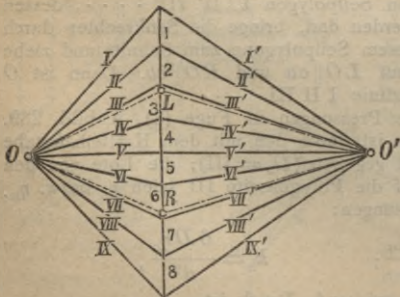
Pressung:
$$k = \frac{2 D \cos \alpha}{3 \xi},$$

wo ξ den Abstand des Angriffspunktes des Druckes D von der am stärksten gepressten Kante und α den Winkel bedeutet, welchen D mit der Normale zur Fuge einschließt.

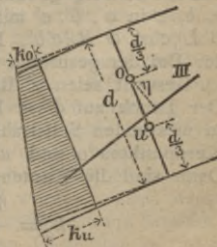
Abbild. 237.



Abbild. 238.



Abbild. 239.



C. Standfähigkeit des Widerlagers.

Bedeutet (Abbild. 240) in kg f. d. lfd. m der Gewölbetiefe:

K den vom Gewölbe auf das Widerlager ausgeübten Druck,

G das Gewicht des unbelasteten Widerlagers,

R die Mittelkraft aus K und G ,

und zerlegt man R in N senkrecht zur Fuge SM und in S parallel zur Fuge SM , so muß sein:

$$S \leq 0,7 N.$$

Bezeichnet (in m):

e den Abstand des Angriffspunktes des Druckes R von dem Mittelpunkt M der Fuge,

b die Stärke des Widerlagers,

so ist die Belastung des Mauerwerks:

$$1) \text{ wenn } e < \frac{b}{6}:$$

$$k = \frac{N}{b} \left(1 + \frac{6e}{b} \right) \text{ kg f. d. qm;}$$

$$2) \text{ wenn } e > \frac{b}{6}:$$

$$k = \frac{2N}{3(0,5b - e)} \text{ kg f. d. qm.}$$

Dabei ist diejenige Art der Belastung des Gewölbes maßgebend, für welche die Werte N und e die Pressung k zu einem Maximum machen. (In der Regel tritt dies ein, wenn etwa $\frac{1}{4}$ der Stützweite des Gewölbes, u. zw. der dem Widerlager zugekehrte Teil unbelastet ist).

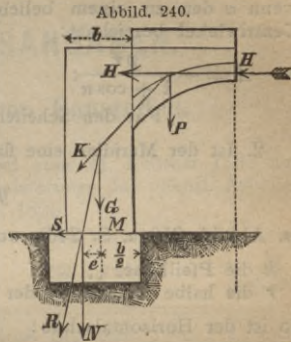
Soll der auf den Rücken des Widerlagers wirkende Erddruck berücksichtigt werden, so tritt an die Stelle von K die Mittelkraft aus K und dem Erddrucke (welcher nach S. 253 u. f. zu bestimmen ist).

D. Theorie des Kuppelgewölbes.

(Nach Schwedler.)*

Die Kuppelfläche sei eine elastische Umdrehungsfläche, welche durch eine in lotrechter Ebene liegende, ebene Kurve erzeugt wird, indem diese um die lotrechte y -Achse sich dreht. Es bezeichne:

*) Vergl. Zeitschr. f. Bauwesen 1866. Diese Theorie berücksichtigt nicht, daß das Kuppelgewölbe ein Körper ist, innerhalb dessen Normal- und Schubspannungen auftreten; erstere sind ungleichmäßig über den Querschnitt verteilt.



- A die elastische Spannkraft nach der Richtung des Meridians, in kg f. d. lfd. m des Parallelkreises,
 B die elastische Spannkraft nach der Richtung des Parallelkreises, in kg f. d. lfd. m des Meridians,
 p die konstante Gesamtbelastung der Kuppelfläche in kg f. d. qm der letzteren.

1. Ist der Meridian ein **Kreisbogen** vom Halbmesser r , so ist, wenn α den zu einem beliebigen Parallelkreise gehörigen halben Centriwinkel bezeichnet:

$$A = -\frac{pr}{1 + \cos \alpha}; \quad B = pr \left(\frac{1}{1 + \cos \alpha} - \cos \alpha \right).$$

Für den Scheitel ist $A = B = -\frac{1}{2}pr$.

2. Ist der Meridian eine flache **gemeine Parabel**

$$y = \frac{hx^2}{r^2},$$

(s. Abbild. 210 a. S. 246), worin

h die Pfeilhöhe,

r die halbe Spannweite der Kuppel bezeichnet,

so ist der Horizontalschub:

$$H = A \cos \alpha = -\frac{pr^2}{4h} = -\frac{p\rho_0}{2} = \text{konstant.}$$

(ρ_0 = Krümmungshalbmesser im Scheitel). -

Ringspannkraft B , gemessen f. d. lfd. m der Abscisse, hat dieselbe Größe.

3. Ist der Meridian eine flache **kubische Parabel**

$$y = \frac{hx^3}{r^3}$$

(Bezeichn. wie u. 2.), so ist der Horizontalschub:

$$H = A \cos \alpha = \frac{pr^3}{6hx}$$

Ferner ist:

$$B = 0.$$

Im Scheitel (für $x=0$) ist $H = \infty$, daher ist dort eine Lichtöffnung mit belastetem Ringe anzuordnen, oder der mittlere Kuppelteil ist als gemeine Parabel auszuführen.

Ueber die Ermittlung der Drucklinien und Spannungen an **Kreuz- und Sterngewölben** s. Hacker, Zeitschr. d. hannöv. Arch.-u. Ing.-V. 1889 und 1890.

IV. BELASTUNGSANGABEN.

A. Eigengewichte von Baustoffen.

Vorschriften der Berliner Bau-Polizei vom 21. Februar 1887 und der Bauabteilung des preussischen Ministeriums der öffentl. Arbeiten vom 16. Mai 1890.

Baustoff.	kg f. d. cbm	Baustoff.	kg f. d. cbm
Erde und Lehm . . .	1600	Gips gegossen . . .	970
Kies	1800	Schiefer	2700
Ziegelmauerwerk aus vollen Steinen . . .	1600	Glas	2600
Desgl. a. porigen Steinen	1000-1200	Tannenholz	600
Desgl. aus Lochsteinen	1300	Kiefernholz	650
Desgl. aus porigen Loch- steinen	900	Eichenholz	800
Mauerwerk a. Schwemm- steinen	850	Buchenholz	750
Desgl. aus Kalkstein . .	2600	Gufseisen	7250*)
Desgl. aus Sandstein . .	2400	Schweißseisen	7800*)
Desgl. aus Granit oder Marmor	2700	Flufseisen	7850*)
Beton je nach Material	1800-2200	Gewalzter Stahl und Flufsstahl	7860*)
Basalt	3200	Blei	11370*)
Asphalt	1500	Bronze	8600
		Kupfer	8900
		Zink gegossen	6860
		Desgl. gewalzt	7200

Gewichte von **Ziegelmauern** s. S. 292.

Gewicht von **Eisenfachwerk** = 250 kg f. d. qm.

*) Die angegebenen Gewichte sind auch in die „besonderen Vertragsbedingungen für die Anfertigung, Lieferung und Aufstellung von größeren zusammengesetzten Eisenkonstruktionen“, aufgestellt vom preussischen Ministerium der öffentl. Arbeiten vom 25. November 1891, aufgenommen, für Blei indes 11420 kg f. d. cbm.

B. Eigengewichte und Belastungen von Bauteilen im Hochbau.

I. Vorschriften der Bauabteilung des preussischen Ministeriums der öffentl. Arbeiten vom 16. Mai 1890.

(Die klein gedruckten Angaben sind nicht Gegenstand dieser Vorschriften.)

a. Zwischendecken.

1. Eigengewichte.

Holzdecken.	kg f. d. qm	Gewölbte Decken.	kg f. d. qm
Entfernung der Tragebalken von Mitte zu Mitte 1,0 m, Stärke d. Balken 24 · 26 cm.		Stich der Kappe = $\frac{1}{8}$.	
1. Balkenlage mit gestrecktem Windelboden, Lehm- schicht nach Abzug der Stangen 10 cm stark	230	Verfüllung mit Sand oder Koksasche einschl. Hintermauerung bis Scheitelhöhe. Lagerhölzer d. Fußbodens 10 · 10 cm, 0,8 m v. M. z. M., Dielen 3,5 cm stark	
2. Balkenlage, nur mit Fußboden, 3,5 cm stark	70	Die Gewichte verstehen sich ausschl. des Gewichtes der eisernen Träger.	
3. Balkenlage mit Stülpdecke 3,0 cm stark darüber, sowie Lehmschlag 10 cm stark	210	Bei Verfüllung des Raumes zwischen den Lagerhölzern erhöht sich d. Belastung um	140
4. Balkenlage mit halbem Windelboden, Lehmfüllung bis Unterkante Fußboden 11 cm stark, sowie Fußboden 3,5 cm stark	220	1. Preussische Kappe bis 2,0 m Spannweite, $\frac{1}{2}$ Stein stark aus Vollsteinen	370
5. Desgl. aber statt Fußboden ein Gips- oder Lehmestrich, 5 bis 7 cm st.	310	2. Desgl. aus porigen oder Lochsteinen	310
6. Wie unter 4., außerdem Deckenschalung 2 cm st., gerohrt und geputzt	250	3. Desgl. a. Schwemmsteinen	260
7. Desgl. aber statt Fußboden ein Gips- od. Lehmestrich, 5 bis 7 cm stark	340	4. Preussische Kappe, 2 bis 3 m Spannweite, $\frac{1}{2}$ Stein stark, aus Vollsteinen	440
8. Balkenlage mit ganzem Windelboden, auch unterhalb mit Lehmbesatz bis Unterkante Balken, sowie Fußboden 3,5 cm stark	360	5. Desgl. aus porigen oder Lochsteinen	380
		6. Desgl. a. Schwemmsteinen	330
		7. Kappe aus Cement-Kiesel- Beton bis 1,5 m Spannweite	370
		8. Decke aus Wellblech, Buckelplatten oder Belageisen mit Beton zwischen Trägern, im Beton 13 cm stark	250
		9. Decke nach französ. Bauart aus Eisen mit Füllung aus Gips (15 bis 30 kg Eisen, 220 kg Gips, 25 kg Holz)	270
		10. Monier-Decken	115

2. Belastungen.

Art der Nutzlast.	kg f. d. qm	Benennung des zu lagernden Stoffes.	kg f. d. cbm
1. Nutzlast für Wohn- und kleine Dienstgebäude ausschließlich etwaiger besonderer Belastung durch Akten u. s. w.	250	Heu (und Stroh)	100
		Weizen	760
		Roggen	680
		Große Gerste	640
		Kleine Gerste	510
		Hafer	430
2. Für größere Geschäftsgebäude von mehr als 300 000 M. Anlagekosten	400	Erbsen (Bohnen, Linsen)	850
		Torf	600
		Braunkohlen	650
		Steinkohlen	900
3. Für Versammlungssäle	400	Koks	450
		Eis	910
4. Für Decken unter Durchfahrten oder befahrbaren Höfen, wenn nicht größere Einzellasten (Raddruck) zu berücksichtigen sind	800	Aktengerüste, Bücherschränke u. dergl.	500
		Mehl	700
		Gries	650
		Hirse	850
		Rüb- und Leinsaat	650
		Kartoffeln	700
		Zucker	750
		Holz	400
		Salz	800
		Cement	1200
5. Treppennutzlast	400	In Säcken geschichtet Ist hiervon etwa 0,80 zu rechnen.	

b. Dächer.

1. Eigengewichte f. d. qm geneigter Dachfläche

einschl. Sparren, Latten, Deckungsmaterial, Mörtel, mit den Abmessungen: Entfernung der Sparren 1,0 m, Stärke der Sparren 13 · 16 cm, Latten 4 · 6 cm stark, wenn nicht besondere Angaben und Zusätze gemacht sind.

Art des Daches.	kg f. d. qm	Art des Daches.	kg f. d. qm
1. Einfaches Biberschwanz-Dach	90	4. Pfannendach	90
2. Biberschwanz - Doppeldach	120	5. Desgl. auf Schalung 2,5 cm stark und darüber Lattung	110
3. Kronendach	130	6. Deutsches Schieferdach auf Schalung 2,0 cm stark	85

Art des Daches.	kg f. d. qm	Art des Daches.	kg f. d. qm
7. Falzziegeldach	110	11. Holzcementdach einschl. Schalung 3,5 cm stark und Sparren 13·18 cm st.	180
8. Zinkdach auf Schalung 2,5 cm stark	40	12. Glasdach auf Sprossen- eisen einschl. dieser, Glas 4 mm stark	20
9. Wellblechdach auf Win- keleisen (Wellbl. 150·40 · 1,5, L 2 m freitrag., 2 m Abstand)	25	(Sprossenabstand 0,45 m)	
10. Teerpappdach auf Scha- lung 2,5 cm stark	35	13. Desgl. Glas 5 mm stark (Sprossenabstand 0,55 m)	25
		14. Desgl. Glas 6 mm stark (Sprossenabstand 0,55 m)	30

Das Gewicht der **Binder** darf man f. d. qm der Dachgrundfläche bei eisernen Dächern zu 10 bis 25 kg annehmen.

2. Belastungen.

Schneelast beträgt f. d. qm Dachgrundfläche 75 kg (d. i. 0,60 m Schneehöhe bei 0,125 spec. Gewicht), wobei die Möglichkeit einseitiger Schneebelastung zu berücksichtigen ist. Sehr steile Dächer (Turmdächer) sind auf Schneelast nicht zu untersuchen.

Von 40° Dachneigung ab ist etwa die halbe Schneelast, von 50° Dachneigung ab keine Schneelast einzuführen.

Winddruck auf die Dachfläche $p = 125$ kg, bei freistehenden Gebäuden nötigenfalls bis 250 kg f. d. qm einer zur Windrichtung senkrechten Fläche anzunehmen. Windrichtung wagerecht. (Vergl. Abteil. I. S. 278.)

Winddruck auf geneigte Dachflächen.

$$p_1 = p \sin \alpha. *)$$

Dachneigung.	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5	1:3	1:3,5	1:4	1:4,5	1:5
Neigungswinkel α des Daches.	45°	33° 41'	26° 34'	21° 48'	18° 26'	15° 57'	14° 2'	12° 32'	11° 18'
Winddruck p_1 senk- recht zur Dachfläche in kg f. d. qm ge- neigter Dachfläche.	88	69	56	47	40	34	30	27	24

Für mittlere Dachneigungen genügt die Annahme einer lotrechten Belastung durch Schnee- und Winddruck von 100 bis 125 kg f. d. qm Dachgrundrifs.

Für offene Hallen ist ein von innen nach außen wirkender Winddruck von 60 kg f. d. qm Dachfläche anzunehmen.

*) Diese Formel ist die in Abteil. I. S. 278 angegebene Formel von F. R. v. Löffl.

In der Mitte der einzelnen Bauteile (Sprosseneisen, Fetten u. s. w.) ist außerdem eine einzelne Nutzlast von 100 kg (für einzelne das Dach bei Ausbesserungsarbeiten u. dergl. betretende Arbeiter) anzunehmen.

II. Vorschriften der Berliner Bau-Polizei

vom 15. Januar 1887.

Eigengewichte und Gesamt-Belastungen von Bauteilen.

Benennung.	Eigen- gewicht. kg f. d. qm	Gesamt- Belastung. kg f. d. qm
Balkenlage in Wohngebäuden	250	500
Desgl. in Fabrik- und Lagergebäuden . .	250	750
Desgl. in Getreidespeichern einschl. Belastung zum Nachweis		850—1000
Gewölbte Decke aus porigen Steinen in Wohngebäuden	350	600
Gewölbte Decke in Fabrikgebäuden einschl. Belastung		1000
Gewölbte Decke unter Durchfahrten und be- fahrenen Höfen einschl. Belastung . .		1250
Wellblechdecken einschl. Belastung zum Nachweis		500—1000
Gewölbte Treppen	500	1000
Dachflächen in der wagerechten Projektion, einschl. Schnee- und Winddruck:		
bei Metall- und Glasdeckung		125—150
„ Schieferdeckung		200—240
„ Ziegeldeckung		250—300
„ Holzcementdeckung		350
Steile Mansardendächer		400

C. Belastung der Brückenkonstruktionen aus Eisen.

l ist überall die Stützweite der Brücke in m.

I. Straßenbrücken.

a. Eigengewichte von Straßenbrücken mit Balkenträgern.*)

Nach der Stärke des aufzunehmenden Verkehrs kann man leichte Landstraßenbrücken und schwere Stadtstraßenbrücken unterscheiden.

1. Landstraßenbrücken mit doppeltem Bohlenbelage.

Das gesamte Eisengewicht der Fahrbahn einschl. der Hauptträger ist:

$$g = 105 + 2,3 l + 0,02 l^2 \text{ kg.}$$

Gewicht des Bohlenbelages 110 kg f. d. qm.

*) Nach Engesser, Zeitschr. f. Baukde. 1881, S. 66.

Finden sich auferhalb der Hauptträger noch besondere, mit Holz gedeckte Fußwege, so entspricht diesen ein Eisengewicht f. d. qm Fußweg (einschl. der erforderlichen Verstärkung der Hauptträger, aber ausschl. der Geländer) von:

$$g' = 60 + 2,3 l \text{ kg.}$$

2. Landstraßenbrücken mit Beschotterung.

Eisengewicht, ausschl. Zoreseisen (oder anderer Belageisen):

$$g = 125 + 2,8 l + 0,025 l^2 \text{ kg f. d. qm.}$$

Für Zoreseisen sind 65 kg f. d. qm und für Schotter $\frac{1}{4}$ 400 kg f. d. qm hinzuzurechnen. Gewicht g' außenliegender Fußwege wie unter 1.

3. Stadtstraßenbrücken mit doppeltem Bohlenbelage.

$$g = 155 + 2,7 l + 0,021 l^2 \text{ kg f. d. qm;}$$

$$g' = 80 + 2,7 l \text{ kg f. d. qm.}$$

Gewicht des Bohlenbelages 140 kg f. d. qm.

4. Stadtstraßenbrücken mit Beschotterung.

$$g = 170 + 3,2 l + 0,028 l^2 \text{ kg f. d. qm.}$$

$$g' \text{ wie unter 3.}$$

Gewicht des Schotters 480 kg f. d. qm;

„ der Zoreseisen 80 kg f. d. qm.

5. Stadtstraßenbrücken mit Pflasterung.

$$g = 180 + 3,7 l + 0,029 l^2 \text{ kg f. d. qm.}$$

$$g' \text{ wie unter 3.}$$

Gewicht der Pflasterung 700 kg f. d. qm;

„ „ Zoreseisen 80 kg f. d. qm.

b. Eigengewichte eiserner Straßenbrücken mit Bogenträgern.*)

Das Gewicht der Hauptträger (einschl. der Wind- und Querkreuze) ist f. d. lfd. m Stützweite (für Bögen mit zwei Gelenken):

worin:

$$g = \gamma b + 35 z \text{ kg,}$$

b die Breite der Brücke in m,

z die Anzahl der Hauptträger, und

γ der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen ist.

*) Nach Engesser, Theorie und Berechnung der Bogenfachwerkträger ohne Scheitelgelenk, Berlin 1880.

Stützweite l in m =	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Fahrbahn mit Beschotterung; $\gamma =$	32	62	94	129	168	209	255	300	350	410
Fahrbahn mit doppeltem Bohlenbelage; $\gamma =$	28	53	80	110	144	180	220	260	305	355

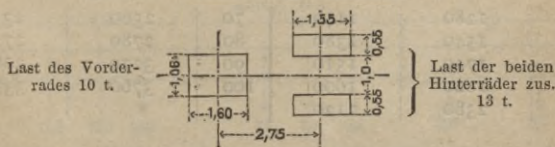
Für Bogenträger mit drei Gelenken darf man obige Zahlenwerte um $15\frac{0}{0}$ vermindern.

e. Verkehrslasten der Strafenbrücken.

Die Verkehrslast besteht aus der Belastung durch Menschen und Fuhrwerke. Für die Hauptträger bei Brücken bis etwa 20 m Spannweite wirken die größten Radlasten in der Regel ungünstiger als Menschengedränge. Es genügt dann für Landstraßenbrücken Wagen mit 3,0 bis 3,5 m Radstand und (je nach der Bedeutung der Strafe) 3000 bis 6000 kg Achsbelastung anzunehmen, ferner, vergleichsweise, eine 6000 kg schwere Chausseewalze. Stadtstraßenbrücken berechnet man unter der Annahme der Belastung durch einen Wagen mit 10000 bis 12000 kg Achsdruck und 4,5 m Radstand. In besonderen Fällen ist die Last der Dampfwalze 10 t f. d. Vorderrad, 13 t f. d. Hinterräder zusammen einzuführen (Abbild. 241); der übrige Teil der Fahrbahntafel wird mit Menschengedränge oder mit leichteren Wagen (4500 kg bis 6000 kg Achsdruck) belastet gedacht.

Die Hauptträger großer Strafenbrücken werden in der Regel für Belastung der Brücke durch Menschengedränge berechnet.

Abbild. 241.



Für Menschengedränge rechnet man durchschnittlich (fünf bis sechs Menschen f. d. qm) 400 kg. Bei Lage der Brücken in einem Dorfe vielleicht 300 kg, in Städten noch bis 500 kg f. d. qm.

II. Eisenbahnbrücken.

a. Eigengewichte der Eisenbahnbrücken mit Balkenträgern.

(Auszug aus den Tafeln von Seefehlner.)

Die Brücke ist eingleisig gedacht; bei zwei Gleisen sind die Zahlen zu verdoppeln. Die unter „schwerere Konstruktion“ gemachten Angaben beziehen sich auf Hauptbahnen.

1. Blechbalken, Fahrbahn oben.

Eigengewicht f. d. lfd. m Stützweite in kg.

l in m	Schwerere Konstruktion	Leichtere Konstruktion	l in m	Schwerere Konstruktion	Leichtere Konstruktion
2	610	610	10	790	700
3	510	450	12	930	840
4	570	500	14	1020	950
5	620	550	16	1140	1060
6	630	560	18	1530	1410
8	660	600			

2. Blechbalken, Fahrbahn unten.

6	840	740	14	1150	1060
8	950	780	16	1220	1100
10	970	870	18	1320	1200
12	1090	980			

3. Parabel-, Schwedler- und Pauli-Träger.

25	1220	1090	70	2510	2260
30	1480	1320	80	2730	2660
40	1640	1460	90	3150	2830
50	1760	1550	100	3600	3300
60	2320	2080			

4. Halbparabelträger und Parallelträger.

25	1280	1140	70	2560	2310
30	1540	1380	80	2780	2710
40	1740	1510	90	3270	3080
50	1820	1600	100	3760	3370
60	2380	2120			

b. Eigengewichte der Eisenbahnbrücken mit Bogenträgern.*)

Das Gewicht der **Fahrbahn** (Schwellen, Schienen, Bohlenbelag) und der Fahrbahnträger (Quer- und Längsträger) lässt sich genau ermitteln, ehe zur Berechnung der Hauptträger geschritten wird. Für die **Hauptträger** (einschl. der Quer- und Windkreuze) kann man das Eisengewicht setzen:

$$\text{für } l = 10 \mid 20 \mid 30 \mid 40 \mid 50 \mid 60 \mid 70 \mid 80 \mid 90 \mid 100 \text{ m} \\ g = 450 \mid 750 \mid 1050 \mid 1350 \mid 1650 \mid 1950 \mid 2250 \mid 2560 \mid 2890 \mid 3280 \text{ kg f. d. lfd. m Gleis.}$$

*) Nach Engesser a. a. O.

Von $l = 10$ m bis $l = 70$ m schliessen sich diese Werte der Formel an:

$$g = 150 + 30 l \text{ kg.}$$

Die obigen Werte beziehen sich auf Bogenträger mit zwei Gelenken; bei drei Gelenken ist eine Verminderung um 15% zulässig.

c. Verkehrslast der Eisenbahnbrücken.

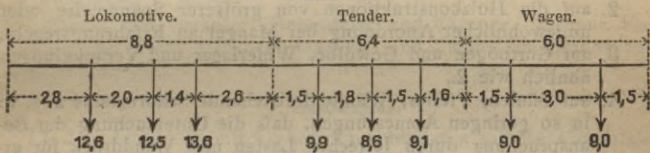
Es ist stets zu empfehlen, mit den auf der betreffenden Bahnlinie verkehrenden schwersten Lokomotiven zu rechnen, wobei ein von zwei bis drei Lokomotiven geführter Güterzug anzunehmen ist. Die Voraussetzung einer gleichmäßigen Belastung ist nur bei Berechnung der Gurtungen einfacher Balkenbrücken ratsam. Angaben hierüber s. S. 212.

Achs-Lasten der Normal-Güterzuglokomotive nebst Tender und Wagen.

Die Achslasten sind in t angegeben.

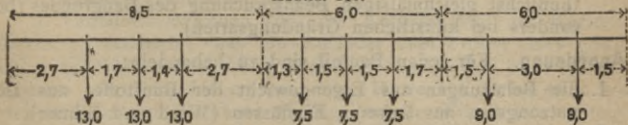
1. Preussische Staatsbahnen.

Abbild. 242.



2. Reichs-Eisenbahnen.

Abbild. 243.



Für die Rechnung empfiehlt sich nach Müller-Breslau der auf S. 214 angegebene Lastenzug.

D. Verkehrsbelastung gewölbter Brücken.

(Nach Winkler.)

An Stelle der aus Wagen und Menschengedränge sich zusammensetzenden Belastung darf eine gleichmäßig über die Brücke verteilte Belastung angenommen werden, welche bei einer Stützweite l (in m) f. d. qm beträgt:

a) bei Strafsenbrücken,

$$\text{entsprechend leichten Wagen: } p = 0,37 + \frac{1,7}{l},$$

entsprechend mittelschweren Wagen: $p = 0,34 + \frac{2,6}{l}$,

„ sehr schweren „ : $p = 0,28 + \frac{8,4}{l}$.

β) bei Eisenbahnbrücken

mit 0,75 m Spurweite der Gleise: $p = 0,58 + \frac{5,0}{l}$,

„ 1,00 m „ „ „ : $p = 0,82 + \frac{8,1}{l}$.

Normalspurigen Lokalbahnen entspricht: $p = 0,96 + \frac{5,2}{l}$,

Hauptbahnen „ : $p = 1,24 + \frac{6,8}{l}$.

Statische Berechnungen.

(Geschäfts-Anweisung f. d. Techn. Bureau d. Bau-Abteilung im Minist. d. öffentl. Arbeiten v. 16. Mai 1890.)

Ausdehnung: Die statische Berechnung erstreckt sich:

1. auf alle Eisenkonstruktionen,
2. auf die Holzkonstruktionen von größerer Spannweite oder ungewöhnlicher Anordnung bei Mangel an Erfahrungsregeln,
3. auf Gurtbögen und Gewölbe, Widerlager und Verankerungen ähnlich wie 2.,
4. auf Säulen, Pfeiler, Wände, freistehende Schornsteine u. s. w. in so geringen Abmessungen, daß die Untersuchung der Beanspruchung durch lotrechte Lasten und Winddruck für erforderlich erachtet wird,
5. auf Breiten von Fundamentsohlen zur Herbeiführung einer thunlichst gleichmäßigen Beanspruchung des Baugrundes (besonders bei künstlichen Gründungsarten).

Anordnung. Für jeden Bauteil sind zu behandeln:

1. die Belastungen aus Eigengewicht der Baustoffe, aus Benutzungsort, aus äußeren Einflüssen (Wind und Schnee),
2. Art der gewählten Konstruktion, Form der Gewölbe, Gurtbögen, Pfeiler, Stützen,
3. Ermittlung der inneren Kräfte bezw. Verlauf der Drucklinie und Nachweis des Gleichgewichtes,
4. Stärke der Konstruktionsteile,
5. Art der Verbindung der einzelnen Teile und Stärke und Anordnung der Nietungen und Verschraubungen,
6. Massenberechnung (Gewichtsberechnung).

Bei **Brücken** beginne man stets mit der Berechnung der Fahrbahn und ermittle schrittweise das Gewicht der Fahrbahntafel, der Längs- und Querträger und der Fußwege, bevor mit der Untersuchung der Hauptträger begonnen wird.

Entsprechendes gilt für **Hochbauten**.

ELFTER ABSCHNITT.

HOCHBAU.

I. ARBEITSLEISTUNG.*)

a. Bodenförderung.**)

Arten der Erdarbeiten s. S. 61.

Gewinnung s. S. 62.

Förderung s. S. 63.

Anzahl der Pickeler, Schaufeler und Kärerner. Genaue Feststellung nur durch Versuche an Ort und Stelle, annähernde nach Erfahrungsregeln.

α. Schubkarren.

1. Die Anzahl der mit Ausheben beschäftigten Arbeiter (Schaufeler) bestimmt sich durch die wagerechte Längen-Ausdehnung der Angriffsfläche; die Leute können 1,5 bis 2 m auseinanderstehen, ohne sich gegenseitig hinderlich zu sein.

2. Verhältnis zwischen Zahl der Auflader und der Kärerner ist daraus zu ermitteln, daß ein Auflader zum Füllen eines gewöhnlichen Schubkarrens mit 50 kg Erdinhalt dieselbe Zeit braucht, wie ein Kärerner zum Fortschieben der vollen Karre auf 35 bis 40 m wagerechter Bahn und Rückkehr mit der leeren. Für d. lfd. m Steigung bei vollen Schubkarren ist ein Zuschlag von 6 m zur wagerechten Förder-Strecke anzunehmen (vergl. S. 64, Nr. 6, Sp. I).

Die Anzahl der für jeden Auflader erforderlichen Schubkarren beträgt um eins mehr als die Anzahl der Kärerner.

Ein Arbeiter kann jede volle Schaufel 2 bis 3 m weit in wagerechter und 1,5 m hinauf in lotrechter Richtung werfen. Bei größeren Entfernungen oder Höhen sind mehrere Reihen von Schaufelern zu verwenden.

*) Vergl. Rankine, Handbuch der Bauingenieurkunst, Wien, Spielhagen, S. 367, 890 u. f.

***) Weitere Angaben über den Erdbau finden sich auf S. 61 u. f.

3. Verhältnis zwischen Zahl der Pickeler und der Schaufeler (in einfacher Reihe) hängt ab von der Festigkeit des Bodens, u. zw. kommen auf einen Schaufeler:

in lockerem Sande und Ackererde 0 Pickeler, in fester Erde $\frac{1}{2}$, in gewöhnlichem Thon $\frac{1}{2}$ bis 1, in festem Thon $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pickeler.

4. Bezeichnet m die Zahl der Arbeiter mit Pickel und Schaufel, die gegebenenfalls nötig sind, um eine Linie von Schubkarrenführern zu beschäftigen, so ist die Gesamtzahl von Pickelern, Schaufelern und Kärnern annähernd

$$M = m + \frac{l + 6h}{35 \text{ bis } 40},$$

wobei l die Förderlänge, h die Förderhöhe in m bedeutet.

5. Die Leistung einer Linie von Kärnern (oder für jeden Auflader in einer Reihe) darf, wenn keine besonderen Schwierigkeiten sich einstellen, geschätzt werden täglich auf

16 cbm lockeren Sand oder Ackerboden
oder 12 cbm Thon oder feste Erde.

β. Rollwagen.

Ein Rollwagen faßt ungefähr soviel wie 50 Schubkarren. Seine Geschwindigkeit ist (bei Pferdebetrieb) um $\frac{1}{2}$ gröfser, als die der Schubkarren, so dafs er mit 60 Schubkarren gleichwertig ist.

Ein Erdwagen nimmt bei wagerechter Förderlänge von etwa 1800 m hin und her einen Auflader in Anspruch, wenn während der Förderung ein anderer Wagen gefüllt wird. Bei Steigungen und mäfsig guter Ordnung der Rollbahn kann f. d. lfd. m Steigung eine wagerechte Mehrlänge von 150 m gerechnet werden.*) Mit den obigen Bezeichnungen ist daher die Anzahl der Schaufeler (in einfacher Reihe) für jeden gleichzeitig in Bewegung befindlichen Roll-

wagen etwa $= \frac{1800}{l + 150h}$; der umgekehrte Wert ist die Anzahl gleichzeitig in Bewegung befindlicher Rollwagen für einen Schaufeler. Für Wagen, die eben gefüllt werden, für solche, die eben umgekippt werden oder sich auf der Rückfahrt befinden, ist ein Zuschlag zu machen.

Die Wagen fassen bei 1 t Eigengewicht 1,8 cbm Erde von 2,5 t Gewicht. Für die Berechnung der erforderlichen Zugkraft kann der Widerstand zu $\frac{1}{100}$ der Gesamtlast angenommen werden. (Zugkraft eines langsam gehenden Pferdes = 60 kg.)

*) Vergl. auch Göring, Massenermittlung u. s. w. Transportkosten, 2. Aufl. Berlin 1890, Wilhelm Ernst & Sohn.

d. Fördermengen auf Landwegen und Chausseen. *)

Die Leistung eines zweispännigen Fuhrwerks, mittelmäßiger Güte, wenn 10 Arbeitsstunden f. d. Tag nicht überschritten werden, beträgt:

	auf ungepflasterten Wegen:	auf chausseierten Straßen:
Reingewicht der Ladung . . .	500—1000 kg	1500—2000 kg

Dieses Gewicht entspricht etwa folgenden Mengen:

Bruch-, Schnitt- und Kalksteine,		
Lehm	0,25—0,50 cbm	0,75—1,0 cbm
Ziegelsteine	150—300 Stück	450—600 Stück
Gebrannter Kalk	0,50—1,00 cbm	1,50—2,00 cbm
Trockener Sand und Schutt . . .	0,35—0,75 „	1,00—1,50 „
Feuchte Erde u. s. w.	0,30—0,60 „	0,90—1,20 „
Pflastersteine	0,25—0,50 „	0,80—1,00 „
Steinschotter	0,30—0,60 „	0,90—1,20 „
Laubholz	1,20	1,80—2,40 „
Nadelholz	0,85—1,50 „	2,50—3,00 „

II. GRÜNDUNGEN VON BAUWERKEN. **)

Ein zusammenhängendes Bauwerk muß in allen seinen Teilen, wenn irgend möglich, auf gleiche Weise fundiert sein. Die Fundamente müssen tiefer aufliegen, als der Frost in die Erde dringt, d. h. in einer Tiefe von 1,00 bis 1,25 m einschl. Abraum (Muttererde), in den nördlichen Gegenden Deutschlands 1,25 bis 1,50 m.

a. Untersuchung des Baugrundes.

Für kleinere Bauwerke genügt die Untersuchung des Grundes mittelst des Visitiereisens. Bei größeren Bauausführungen geschieht sie durch Bohren und, wenn irgend zulässig, durch Ausgraben.

*) Vergl. Handbuch der Baukunde.

**) Näheres s.: Menzel und Promnitz, Die Gründungen von Gebäuden. Ferner: Becker, Allgemeine Baukunde; Handbuch für Baukunde; Klasen, Fundierungsmethoden; Rankine, Handbuch der Bauingenieurkunst.

Sicherer Baugrund: 1) Felsboden, von etwa 3 m Mächtigkeit und genügender Ausdehnung; Tuff, steinigtes Erdreich, wenn gegen Abgleiten gesichert; Gerölle, Kies; grobkörniger Sand.

2) Feinkörniger Sand; Trockene Lagen von Lehm und Thon mit Sand gemischt nur bei einer Mächtigkeit von 4 bis 6 m tragfähig; bei geringerer Tiefe durch Einschließung mittelst Steinwurf, Pfahlreihen oder Spundwände zu befestigen.

Unsicherer Baugrund: Nasser Lehm und Thon, wenn auch mit Sand gemischt; besonders bläulicher (thoniger) Sand, Well- oder Triebssand, sehr nasser Sand, schwimmender Morast, Wiesen- und Brucherde, Mergel, Letten, Torf, Mutterboden, aufgeschüttete Erde und Bauschutt, auch nach jahrhundertelanger Lagerung.

b. Gründungen auf tragfähigem Baugrunde.

Die Stärke d einer Sand- oder Betonschüttung über weicherem Boden ist nach Rankine:

$$d = \frac{10000 p c^2}{\gamma_e - \gamma c^2},$$

wenn p den größten Druck des auszuführenden Gebäudes auf seine Grundfläche in kg f. d. qcm, γ das Gewicht des Sandes bzw. Betons in kg f. d. cbm (1440 bzw. 1800 bis 2200 kg f. d. cbm), γ_e das Gewicht weicher Erde in kg f. d. cbm (1600 kg f. d. cbm) bedeutet und

$$c^2 = \left(\frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho} \right)^2,$$

worin ϱ der Böschungswinkel des Erdreichs.

Für $\varrho = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	40°	45°
ist $c^2 = 0,346$	0,240	0,165	0,111	0,073	0,047	0,0296

Festgelagerter Sand wird gewöhnlich mit 2,5 kg f. d. qcm belastet, kann jedoch bis 10 kg f. d. qcm tragen, ebenso trockener Lehm- und Thonboden, wenn Durchfeuchtung ausgeschlossen ist (Vergl. Abteil. I, S. 310.)

c. Umschließung der Baugrube

bei Zudrang von Wasser oder bei Gründungen in Wasser durch Fangedämme oder Spundwände.

1. Fangedämme.

1. Einfache Fangedämme bei Wasserständen bis zu 1,5 m; Spitzpfähle in Entfernungen von 1,25 bis 1,5 m eingerammt und mit Holmen verbunden, gegen welche eine starke, 50 bis 60 cm in den Boden reichende, gestülpte Bretterwand gestellt wird. Dichtung von außen mittelst Erd- oder Düngeranschüttung.

2. Kastenfangedämme bei Wasserständen über 1,5 m.

Nach Eytelwein sei ihre Breite bei Höhen unter 2,5 m gleich

der Höhe, bei größeren Höhen gleich der halben Höhe + 1,25 m. Pfähle 1,25 m von einander entfernt, 1,3 bis 2 m tief einzuschlagen; Zangen 1,25 m Abstand von einander. — Zur Ausfüllung am besten lehmige, möglichst trockene Erde oder mit Sand gemischter Lehm ohne Pflanzenfasern oder Wurzeln, gut eingestampft.

2. Spundwände.

1 lfd. m Spundwand erfordert fünf Halbholzpfähle 24 cm breit; oder ebensoviel Ganzholzpfähle 25 cm breit; oder drei bis vier 11 cm starke, 31 cm breite Bohlen und 1 m Ganzholz für Holme.

d. Gründungen auf ungünstigem Baugrunde.

1. **Verdichten des Erdreiches** kann nur bei gleichmäßiger Beschaffenheit des Untergrundes ausgeführt werden und geschieht dann durch eine aufgebrachte Last oder durch Rammen.

2. **Rambbeton.** Der nachgebende Grund wird festgeschlagen, darauf eine etwa 0,3 m hohe Lage Bauschutt gebracht und eingerammt; in dieser Weise wird fortgefahren, bis die Lage 1 bis 1,25 m stark ist. Unter günstigen Umständen trägt eine 0,5 m starke Schicht schon ein zwei Stockwerke hohes Gebäude.

3. **Sandschüttung** von scharfkantigem, grobem, reinem Kies- sande, muß bedeutend breiter sein, als die Fundamentsohle, doch sollte bei der Berechnung die Fläche, über welche sich das Gewicht des Bauwerkes verteilt, nur gleich der Fläche der untersten Fundamentschicht genommen werden. Dicke zwischen 1 und 2 m; in 0,10 m hohen Schichten aufzubringen und ein gleichmäßiges Setzen des Sandes durch Sättigung mit Wasser und durch Walzen zu bewirken. Rammen ist unzulässig.

4. **Betonschüttung** ebenfalls erheblich breiter, als die Fundamentsohle. Zur Umschließung der Baugrube genügt eine Spundwand. Versenkung mittelst Trichter oder Senkkasten, aus Bohlen von 5 bis 8 cm Stärke, an den Kanten mit Eisenblech beschlagen oder aus zwei, um ihre Längsachse drehbaren Viertelzylindern aus Eisenblech; 1 m lang, 0,6 m breit, 0,6 m hoch, je etwa 0,36 cbm fassend.

Schüttung in Schichten; dabei das Material möglichst rasch und in großen Mengen zu versenken. Berührung mit Wasser während des Versenkens möglichst zu vermeiden, ebenso Ausbreiten oder gar Stampfen des Betons.

Probebelastung bei 1, 2, 3 und 4 zu empfehlen. Eine Betonschicht von 1 m Stärke kann bei wenig preßbarem Baugrunde eine Last von 4 bis 5 kg f. d. qcm Stützfläche tragen, bei preßbarem und ungleichmäßigem Baugrunde nur 2,5 kg f. d. qcm. Der Beton kann um $\frac{3}{4}$ seiner Stärke über die Fundamentkante vorragen. Bei Auftrieb

des Wassers ist die Dicke des Betons (in m) $d = \frac{t}{\gamma}$, worin t die Wassertiefe in m, γ das Gewicht des Betons in kg f. d. cbm.

5. **Fundamentpfeiler**, in einzelnen Fällen anwendbar, wenn der gute Baugrund nicht gar zu tief liegt und kein Grundwasser vorhanden ist. Pfeiler mit Gurtbogen überspannt.

In den meisten Fällen sind vorzuziehen

6. **Senkbrunnen**. Wandungen bei 1 bis 2 m Durchmesser 1 Stein stark. Brunnen bei Hauptmauern, je nach den Achsen des Gebäudes, mindestens 2,5 bis 3,75 m von Mitte zu Mitte, 0,6 bis 1 m in den festen Boden hineinreichend. Bei Brunnen unter Scheidemauern richten sich die Mafse nach der Tragfähigkeit des Baugrundes. Brunnen durch mindestens 2 Stein starke Bögen zu verbinden; an den Ecken der Mauern zwei, oft auch drei Senkbrunnen anzuordnen, die durch Eckbögen verbunden sind, auch Verankerung notwendig. Vor dem Bau wird eine Grube, 4 m im Quadrat groß, etwa 1,5 m tief, ausgeworfen und in dieser auf einem doppelten Bohlenkranz der Brunnenkessel ausgeführt. Füllung unten aus Beton, dann aus Bruchsteinen mit Mörtel. Auf den Senkbrunnen 0,3 bis 0,6 m über dem Wasserspiegel Pfeiler aus Bruchsteinen oder Klinkern zur Bildung der Widerlager gemauert. Gleichmäßige Senkung der Brunnen durch aufgebrachte Belastung und Entfernung des Erdreiches aus dem Inneren bewirkt. Ausführungen bis über 18 m Tiefe.

7. **Senkkasten**. Vier Eckstiele, oben durch vier Kreuzhölzer zusammengehalten, außen mit 5 bis 8 cm starken Bohlen umkleidet; Versenkung wie bei den Brunnen.

Höhe eines Kastens nicht über 5,5 bis 7 m; mit übereinander gesetzten Kasten ist eine Tiefe von 12,5 bis 14 m zu erreichen; wie die Brunnen bis zum Grundwasserspiegel mit Beton, dann mit Bruchsteinen zu füllen, zuletzt mit Gurtbögen zu überspannen.

Eine geringe Verjüngung der Brunnen und Senkkasten von der Grundfläche nach oben (1:50 bis 1:25) erleichtert das Einsinken. Verankerung der Brunnen und Senkkasten in der Kämpferlinie der Bögen verhindert seitliches Ausweichen und ist stets anzuraten.

8. **Liegender Rost**. Alle Hölzer mindestens 0,3 bis 0,5 m unter dem niedrigsten Grundwasserspiegel.

α . Bohlenrost. Aus Längsbohlen mit darunter gelegten 8 bis 10 cm starken Querbohlen in 1 bis 1,25 m Entfernung.

β . Schwellen- oder Streckrost. Querschwellen 24 bis 31 cm breit, 16 bis 24 cm hoch, in 1 bis 1,5 m Entfernung. Langschwellen 21 und 31 cm stark, in nicht über 1,1 m Entfernung. Die äußersten Langschwellen liegen 0,3 bis 0,5 m von den Enden der Querschwellen ab. Die Bohlen sind 8 bis 10 cm stark und treten 5 cm auf jedem Ende vor.

Wahl der Gründungsart. *)

	Boden in der Oberfläche fest.	Boden in erreichbarer Tiefe fest.	Fester Baugrund nicht erreichbar.
1. Wasser nicht vorhanden. (Kein Holz zu verwenden.)	Unmittelbares Mauern in der Oberfläche.	1) Aufgraben bis zum festen Boden und volles Mauerwerk. 2) Desgl., und ein- zelne Pfeiler mit Erdbögen. 3) Senkkasten oder Senkbrunnen. 4) Eiserne Pfähle.	1) Verbreiterung des Mauerwerks. 2) Sandschüttung. 3) Verkehrte Gewölbe. 4) Breite Beton-Lage. 5) Trockene Stein- packung.
2. Grundwasser oder offenes Wasser vorhanden, aber zu bewältigen. (Holz unter Wasser zulässig.)	1) Unmittelbares Mauern. 2) Einzelne Pfeiler mit Erdbögen. 3) Schwacher Beton (zur Schließung v. Quellen). 4) Hölzerne oder eiser- ne Fangedämme im ganzen versenkt.	1) Senkbrunnen. 2) Tiefer Pfahlrost. 3) Pfähle mit Beton oder Steinen da- zwischen. 4) Beton (nur zur Schließung von Quellen).	1) Sandschüttung. 2) Liegender Rost. 3) Breite Betonlage. 4) Verkehrte Gewölbe. 5) Befestigung des Grundes durch ge- rammte Schotter- lage oder kurze Pfähle. 6) Pfahlrost.
3. Wasser vorhanden, aber nicht zu bewältigen. (Holz unter Wasser zulässig.)	1) Beton mit Fange- dämmen von Holz oder Eisen, mit oder ohne Füllung. 2) Luftdruckgründung, mit Fangedämmen. 3) Senkbrunnen. 4) Senkkasten mit unterem Boden. 5) Steinschüttung oder Steinversenkung.	1) Senkbrunnen. 2) Luftdruckgründung. 3) Hoher Pfahlrost. 4) Eiserne Pfähle. 5) Ausbaggerung der Sohle und Beton. 6) Senkkasten mit Pfahlrost. 7) Gefriergründung. 8) Pfähle mit Beton oder Steinen. 9) Baggerung u. Stein- schüttung od. Stein- versenkung.	1) Pfahlrost z. Boden- verdichtung, mit Senkkasten darauf. 2) Breite Senkkasten als liegender Rost, und hohles Funda- ment. 3) Sandschüttung zur Verdrängung oder Verdichtung d nicht tragfäh. Grundes. 4) Belastung d. Bodens umher und Ver- breiterung d. Mauer- werks.

9. **Pfahlrost** aus Kiefern- oder Eichen-Pfählen, die mit ihren Köpfen noch 60 cm unter dem niedrigsten Grundwasser liegen müssen. Stärke der Pfähle in m: $d = 0,12 + 0,03 l$ oder $d = 0,15 + 0,0275 l$, wobei l die Pfahlänge in m; also bei 6 m langen Pfählen 30 bzw. 31,5 cm Stärke. Entfernung der Pfähle von Mitte zu Mitte 0,75 bis 1,25 m; Entfernung der Pfahlreihen 0,8 bis 1 m, höchstens 1,25 m. Zapfen 16 cm lang, 8 cm breit, 5 cm stark. Holme mindestens 26 cm im Quadrat stark. Querswellen in 2,5

*) Nach dem Handb. d. Baukde., Grundbau, S. 100.

bis 3 m Entfernung können 8 bis 10 cm über die Bohlen hervorragen. Spitze gewöhnlich 1,5- bis 2-mal so lang als die untere Pfahlstärke. Beton-Pfahlrost, Betonschicht mindestens 75 cm stark. Pfahlköpfe mindestens 15 cm in den Beton reichend. Seitliche Spundwände schützen den Betonkörper gegen Unterwaschen.

Pfahlschuh mit zwei bis vier Lappen, wiegt 2,5 bis 7 kg.

10. Eiserne Pfähle (Schraubenpfähle). Unter Umständen für die Gründung von Gebäuden sehr bequem, wenn auch teuer. Für weichen Boden großer Gewindedurchmesser der Schraube bei nur einem Gange, bei festem, mit Steinen untermischtem Thon doppeltes Gewinde, von jedem $\frac{1}{2}$ Gang ausgebildet. Verschraubung der Rohrstücke mittelst Muffen.*)

c. Rammen.

Tragfähigkeit der Pfähle. Steht ein Pfahl auf festem Boden, so kann er so stark belastet werden, als die Knickfestigkeit des Holzes es gestattet (s. Abteil. I. S. 347 u. f.). Die Bestimmung der Tragfähigkeit von Pfählen auf nachgiebigem Boden ist sehr unsicher und deshalb Proberammen angebracht.

Der Widerstand W des Pfahles, den dieser dem Eintreiben entgegensetzt, wenn der Rammbar vom Gewichte Q um die Höhe h herabfällt und dabei den Pfahl um die Strecke s eintreibt, ist auf S. 195 (Abteil. I.) angegeben; nach Brennecke**) ist besser zu setzen:

$$s = \frac{Qh}{W} - \frac{W}{20600} \quad \text{oder} \quad W = 10300 \left(-s + \sqrt{s^2 + \frac{Qh}{5150}} \right),$$

wobei Q und W in kg, h und s in cm.

Die zulässige Belastung von Pfählen beträgt $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ W ; gewöhnlich ist die Druckspannung $k = 14$ bis 70 (besser 20 bis 40) kg f. d. qcm der Querschnittsfläche (entsprechend $W = 170$ bis 210 kg f. d. qcm). Vergl. Abteil. I. S. 310.

Rammtau. 4 bis 5 cm stark. Zugleinen 1 bis 1,3 cm stark.

α. Handramme. 1- bis 4-männige 1 m Hubhöhe, auf jeden Mann 15 kg Gewicht.

β. Zugramme. Rammbar 150 bis 600 kg schwer, aus Eichenholz oder Gufseisen. Im ersteren Falle oben und unten mit einem eisernen Ringe versehen. Erforderlich 1 Arbeiter auf 15 kg Bärge-
gewicht. Etwa 4000 bis 5000 Schläge täglich. Tauscheibe aus Holz oder Gufseisen 0,5 bis 0,6 m Durchmesser, 30 Schläge i. d. Min., Hubhöhe 1,2 bis 1,5 m.

*) Näheres s. Brennecke, Der Grundbau, im Handb. d. Baukde., S. 146, Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 281.

**) Vergl. Handb. d. Baukde. S. 145.

Für kleine Arbeiten, wenn häufiges Versetzen der Ramme erforderlich, für loseren Boden und für Spundwände; nicht empfehlenswert für elastischen Thon, für große Rammtiefen, für sehr festen Sand und Kies.

γ. Kunstramme. Rammbar von Gufseisen, 600 bis 800 kg schwer. Hubhöhe 2 bis 8 m; Handkunstramme erfordert zum Heben des Rammbars mittelst der Winde vier bis fünf Arbeiter. Leistung bei 14 bis 16 kg Kraft für einen Arbeiter und bei 0,8 m Geschwindigkeit i. d. Sek. = 11 bis 12 mkg (vergl. hierzu Abteil. I. S. 628).

Für festen Sand und Kies und für elastischen Thon; Handkunstramme nicht für Triebsand und Moor. Dampfkunstramme bei Arbeiten von schwimmenden Gerüsten aus.

Dampfkunstrammen mit Winde u. a. von Schwartzkopff, Schramm, mit endloser Kette von Eassie, Menck & Hambrock.

δ. Dampfamme (von Nasmyth, Schwartzkopff, Riggenbach, Lewicki). Rammbar bis 2500 kg schwer, Fallhöhe 0,8 bis 1 m, 75 bis 100 Schläge i. d. Min.; oder Rammbar 750 bis 1000 kg schwer, Fallhöhe 2 bis 6 m, 3 bis 10 Schläge i. d. Min. Maschine 4 bis 6 PS.

Für Spundwände, losen Triebsand und Moorboden mit Sand und Kiesschichten durchsetzt. Nicht empfehlenswert für festen Sand und Kies, bei häufigem Versetzen der Ramme.

ε. Pulverramme (von Riedinger), wenig mehr angewandt.

III. MAUERWERK. *)

Mauermaterialien s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

Die Mauerstärken verhalten sich bei Anwendung von:

Werksteinen, Ziegelsteinen, lagerhaften Bruchsteinen, Geschiebsteinen
wie 5 bis 6 : 8 : 10 : 15

Ueber die Festigkeit verschiedener Stein- und Mörtelarten vergl. die Tafel S. 308, Abteil. I.

*) Vergl. Deutsche Bauztg., Jahrg. IV, Nr. 30. — Menzel und Schwatlo, Der Steinbau. — Handb. der Baukde. — Wanderley, Baukonstruktion. — Gottgetreu, Maurer-Konstruktionen. — Breymann, Baukonstruktionslehre, I.

A. Mauerstärken.

1. Mauern ohne Seitendruck.

1. **Freistehende Mauern** müssen mindestens $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{10}$, Bruchsteinmauern $\frac{1}{8}$ der Höhe zur Stärke erhalten.

Pfeilermauern 3 m hoch bei rd. 4,5 m Pfeilerabstand u. 2 St. st. Pfeilern erhalten 1 St. st. Füllung; bei 2,0 m Pfeilerabstand und gutem Mörtel $\frac{1}{2}$ St. st. Füllung.

2. **Frontwände** erhalten bei höchstens 4,2 m Geschosshöhe im obersten Geschofs $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke; jedes tiefer liegende Geschofs $\frac{1}{2}$ Stein stärker als das darüber liegende. Wenn die Frontwände auf mindestens 7,5 m eine Scheidewand haben, so können (in Berlin polizeilich gestattet) die beiden obersten Stockwerke je $1\frac{1}{2}$ Stein, je zwei folgende $\frac{1}{2}$ Stein wachsend angenommen werden. Kellermauern durchweg $\frac{1}{2}$ Stein stärker, als die darüber stehenden Mauern im Erdgeschoss. Frontwände bis 6 m Geschosshöhe macht man $\frac{1}{2}$ Stein, noch höhere mindestens 1 Stein durchweg stärker. Drempelmauern mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein stark, sofern sie massive Gesimse tragen.

Frontwände kleiner Wohngebäude auf dem Lande und einstöckiger Gebäude, wie Scheunen, Remisen u. s. w., $1\frac{1}{2}$ oder 1 Stein stark; im letzteren Falle unter jedem Dachbinder mit einer Vorlage von mindestens $\frac{1}{2}$ Stein Stärke und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stein Breite zu versehen.

3. **Giebelwände**, falls sie Walme tragen, sind wie Frontwände zu behandeln.

4. **Freistehende Grenzgiebel.** Im Dache 1 Stein stark mit Verstärkungspfählern, den Bundstielen entsprechend, von mindestens 2 Stein Länge und $\frac{1}{2}$ Stein Stärke. Im obersten Geschosse $1\frac{1}{2}$ Stein; darunter das zweite $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stein, das dritte 2 Stein, das vierte $2\frac{1}{2}$ Stein.

5. **Nicht freistehende Grenzgiebel.** Gemeinsame: im Dache 1 Stein stark, je zwei Geschosse darunter mit $\frac{1}{2}$ Stein Verstärkung. Nicht gemeinsame: im Dache 1 Stein, zwei Geschosse darunter auch 1 Stein, die zwei folgenden Geschosse 1 oder $1\frac{1}{2}$ Stein, je nachdem die Frontlänge geringer (9 bis 13 m) oder größer ist. In Berlin sind die Grenzgiebel am Dach 1 Stein mit eingebundenen Stielen, durch die folgenden beiden Stockwerke 1 Stein, durch die weiter folgenden beiden Stockwerke $1\frac{1}{2}$ Stein stark, bei gemeinsamen zusammen 2 Stein stark.

6. **Hohe Wände bei Pultdächern.** Freistehende, bei Stuhlwänden 1 Stein stark, ganz massiv, für drei Stockwerke $1\frac{1}{2}$ Stein stark, dann für je zwei Stockwerke $\frac{1}{2}$ Stein mehr. Nicht freistehende wie Grenzgiebel. Bei Pultdächern und Dachgiebeln (Berlin) in der Regel in Fachwerk ausgebunden, mit $\frac{1}{2}$ Stein verblendet und die Stiele $\frac{1}{2}$ Stein breit eingefasst.

7. **Mittelwände**, balkentragende, vier Stockwerke übereinander $1\frac{1}{2}$ Stein stark, die folgenden beiden darunter 2 Stein. Auch wenn längere Balken, z. B. bei an Zimmern anschließenden Fluren über eine Wand hinwegreichen, so ist diese, sofern die Gesamtlänge des Balkens mehr als 6 m beträgt, mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein stark zu machen, sollen die Flure gewölbt werden, mindestens 2 Stein. Treppenmauern in gleicher Stärke bis unter das Dach u. zw. gleich dem Mittel aus der oberen und unteren Stärke der gewöhnlichen Wände.

8. **Scheidewände**. Gewöhnlich durch vier Stockwerke $\frac{1}{2}$ Stein stark, darunter mindestens 1 Stein. Bei Fluren und großen Räumen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stein stark. Sonst aus ausgemauertem und verputztem Fachwerk, aus hochkantig gestellten, porigen Steinen in Cementmörtel, nach den Patenten Rabitz oder Monier, aus 5 bis 7 cm starken Gipsdielen oder als gesprengte, beiderseitig geputzte Bretterwände.

9. **Brandmauern**, welche Feuerungen umschließen, 1 Stein stark. Umschluss von Vorgelegen, Küchen- und Ofenschornsteinen $\frac{1}{2}$ Stein stark. Die im Inneren der Gebäude alle 40 m Frontlänge in ganzer Tiefe durch alle Geschosse aufzuführenden Brandmauern von 1 St. Stärke müssen die Dachflächen um wenigstens 20 cm überragen.

10. **Plintenmauern** springen aufsen in der Regel 4 bis 5 cm vor und werden abgewässert, bei Kellerwohnungen mindestens 1,3 bis 1,6 m hoch. Gewöhnlich $\frac{1}{2}$ Stein stärker, als die darauf ruhenden ersten Geschossmauern.

Für Berlin gelten unter den oben bemerkten Bedingungen folgende:

Mauerstärken in cm.

Bezeichnung des Geschosses.	Wohngebäude.						Fabrikgebäude.				
	Frontwand mit Oeffnungen und Balkenlast.	Mittelwand mit Oeffnungen, und Balkenlast.	Giebelwand ohne Oeffnungen, ohne Balkenlast.	Hohe Wand ohne Oeffnungen, mit Balkenlast.	Giebelwand mit Oeffnungen, ohne Balkenlast.	Treppenwand.	Frontwand mit Oeffnungen und Balkenlast	Mittelwand mit Oeffnungen und Balkenlast.	Giebelwand ohne Oeffnungen, ohne Balkenlast.	Hohe Wand ohne Oeffnungen, mit Balkenlast.	Treppenwand.
Dachgeschofs	25-38	.	25	25	25	25	25-38	.	25	25	25
IV. Geschofs	38	38	25	38	25	25	38	38	25	38	25
III. „	38	38	25	38	25	25	51	38	25	38	25
II. „	51	38	25	38	38	25	51	38	38	51	25
I. „	51	38	38	51	38	25	64	51	38	51	38
Erdgeschofs	64	51	38	51	51	38	77	51	51	64	38
Kellergeschofs	77	51	51	64	51	38	90	64	51	77	51
Fundament- sohle . .	zu berechnen für einen mittleren Druck von 2,5 kg f. d. qcm.										

2. Mauern mit Seitendruck (Futtermauern).

Berechnung s. S. 256.

Ausgeführte Konstruktionen (für den Eisenbahnkörper) s. S. 59 u. 60.

3. Mauern mit allseitigem Druck (Grund- oder Fundamentmauern).

Tiefenlage s. S. 282 u. f. Obere Stärke gewöhnlich $\frac{1}{2}$ Stein stärker, als die darauf stehende Plintenmauer, untere Stärke dem auf dem Fundament lastenden Druck entsprechend zu berechnen. (Vergl. Abteil. I. S. 310, erforderlichenfalls ist S. 267 zu berücksichtigen.)

Die ganze Höhe teilt man gewöhnlich in 1,5 m hohe Absätze (Banketts), dem untersten giebt man nur 0,4 bis 0,5 m (6 Schichten = 0,45 m) Höhe. Die Banketts setzt man meist mit $\frac{1}{2}$ Stein, bei Bruchsteinen mit 15 cm ab, jedenfalls sei die Breite des Absatzes kleiner als seine Höhe.

B. Die verschiedenen Arten Mauerwerk.

a. Bruchsteinmauerwerk.*)

Spec. Gewicht der Bruchsteine vergl. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde; des Bruchsteinmauerwerks S. 269.

Festigkeit s. Abteil. I. S. 308, Klassifikation im Sechzehnten Abschnitt, Materialienkunde.

Geringste Mauerstärke der Umfassungswände bei Wohngebäuden 45 bis 60 cm.

1 cbm Mauerwerk erfordert 1,25 bis 1,3 cbm regelmässig aufgesetzte Bruch- oder Lesesteine (bei lagerhaftem Material und großen Massen jedoch nur 1,05 bis 1,10 cbm) und 0,33 cbm Mörtel.

b. Quadermauerwerk.

Bei sorgfältig bearbeiteten Steinen werden nur die äußeren Fugen mit Kalkmörtel oder Steinkitt verstrichen. Auseinanderziehen zweier Steine wird verhindert durch bronzene, kupferne oder verzinkte eiserne Klammern, deren umgebogene Enden 2,5 bis 4 cm lang sind; am besten in trockener Höhlung mit Blei vergossen, welches nach dem Erkalten nachzutreiben ist. Schwefel bei eisernen Klammern nicht anzuwenden. Asphalt, Cement, hydraulischer Kalk und Gips, letzterer nur im Trockenem, als Vergufsmittel zu gebrauchen.

Verschieben der Steine gegeneinander wird verhindert durch Dübel aus Eisen, Stein oder Bronze von rundem, quadratischem oder schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, einer Länge von 8 cm, einer Dicke von 2 bis 5 cm.

1 cbm Quadermauerwerk	bedarf	0,08	bis	0,10	cbm	Mörtel,
1 " Quadergewölbe	"	0,10	"	0,12	"	"
1 qm Fugenverstrich	"	0,005	"	0,015	"	"

*) Vergl. den Min.-Erl. v. 13. April 1872. Zeitschr. f. Bauwesen XXII. S. 345.

e. Gestampftes Mauerwerk.

Erd- und Lehm-pisé kaum noch angewandt; besser Kalksand-pisé bestehend aus $1\frac{1}{8}$ cbm gegrabenem Sand und 0,1 bis 0,11 cbm Kalk mit sehr wenig Wasser gut durchgearbeitet, auch mit Cement-zusatz. Die Masse wird zwischen Holzgerüsten in etwa 10 cm hohen Lagen verbandartig festgestampft. Das Erdpisémauerwerk muß durch gute Isolierung und weit vorspringende Dächer vor Feuchtigkeit geschützt werden.

d. Ziegelmauerwerk.

1 cbm volles Mauerwerk enthält 400 Steine des Normalformats $25 \cdot 12 \cdot 6,5$ cm (1,95 l Inhalt) und 0,28 cbm Mörtel. Gewicht = 1600 kg f. d. cbm.

1 qm Wand-Mauerwerk

v. $\frac{1}{2}$ St. (12 cm) st.	erfordert 50 Ziegel,	0,035 cbm Mörtel u. wiegt 250 kg.
" 1 " (25 ") "	" 100 " 0,07 " " " "	450 "
" $1\frac{1}{2}$ " (38 ") "	" 150 " 0,105 " " " "	650 "
" 2 " (51 ") "	" 200 " 0,14 " " " "	850 "
" $2\frac{1}{2}$ " (64 ") "	" 250 " 0,175 " " " "	1050 "
" 3 " (77 ") "	" 300 " 0,21 " " " "	1250 "
" $3\frac{1}{2}$ " (90 ") "	" 350 " 0,245 " " " "	1450 "

(Bei dem Wandgewicht ist für beide Seiten zusammen 3 cm Putz mit einbegriffen.)

Zu 1000 Ziegeln bedarf man 0,55 bis 0,7 cbm Mörtel.

1 qm Frontmauerwerk mit Blendziegeln erfordert 104 halbe Blendsteine, 0,04 cbm Mörtel.

1 lfd. m Rollschicht erfordert 13 Ziegel und 0,01 cbm Mörtel.

13 Schichten auf 1 m Höhe (Schichthöhe 7,7 cm; Lagerfuge 1,2 cm, Stofsfuge 1,0 cm stark).

Mauerwerk schwindet durch Austrocknen um $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{100}$ der Höhe.

Der Bruch beträgt bei guten Ziegeln $1\frac{1}{2}\%$ bis 2% .

In Anschlägen pflegt man bei gutem Material 3% , bei geringerem 5 bis 8% zu rechnen; für Mörtel 3 bis 5% Verlust.

1 Normal-Ziegelstein wiegt 2,75 bis 3,0 kg; 1 Normal-Klinker 3,5 kg; 1 cbm Kalkmörtel 1700 kg.

e. Schornsteinmauerwerk.

1 stgd. m freistehender Schornsteinkasten mit russischen Rohren ($13 \cdot 20$ cm) und $\frac{1}{2}$ St. starken Wangen erfordert

bei 1 Rohr	. . .	60 Steine und 0,045 cbm Mörtel,
" 2 Rohren	. . .	100 " " 0,070 " " "
" 3 " "	. . .	140 " " 0,100 " " "

1 desgl. mit russischem Rohr bei 1 St. starken Wangen 85 Steine und 0,060 cbm Mörtel.

Schornsteinrohre in Aufsenmauern müssen mit einer äußeren Wange von mindestens 1 Stein Stärke angelegt und mit einer Luftschicht versehen werden. Schornsteine, welche unter oder über der Dachfläche in erheblicher Höhe freistehen, sind mindestens an einer Längsseite mit 1 Stein starken Wangen zu versehen. (G. A. d. M.)*

f. Verblendungsmauerwerk.

1 qm Verblendungsmauerwerk ohne Oeffnungen aus ganzen und halben Steinen im Kreuzverband (gleichzeitig mit der Hintermauerung auszuführen) erfordert 75 Steine, 0,052 cbm Mörtel.

1 qm desgl. ohne Oeffnungen aus halben und viertel Verblendsteinen (nachträglich auszuführen) an viertel und halben Steinen je 50 Stück und zusammen 0,040 cbm Mörtel.

Lager und Stofsfugen der Verblendung sollen nicht unter 10 mm Stärke erhalten. (G. A. d. M.)

C. Verschiedene Arbeiten und Materialien.

Gesimse. 1 lfd. m Gesims zu vermauern, putzen und ziehen, wenn 26 cm hoch, 32 cm Ausladung, erfordert 0,11 cbm Mörtel;

"	32	"	"	37	"	"	"	0,15	"	"	;
"	40	"	"	50	"	"	"	0,22	"	"	;
"	50	"	"	55	"	"	"	0,24	"	"	;

Werkstücke versetzen. 1 lfd. m Stufe versetzen, erfordert 0,003 cbm Mörtel. 1 qm Fugenfläche bei Werkstücken in Gesimsen und Mauern 0,01 cbm Mörtel.

Cement. 1 Fafs Portland-Cement enthält 120 bis 125 l lose Masse, welche 170 kg wiegt. 1000 Stück Ziegelsteine in Mauerwerk von Hochbauten, schwachen Gewölben, Rollschichten u. s. w. zu vermauern, erfordert bei der Mörtelmischung von 1 R.-T. Cement und 3 R.-T. Sand 2,5 bis 3,5 Fafs Cement. Desgl. bei der Mörtelmischung von 1 R.-T. Cement, 6 R.-T. Sand, 1 R.-T. Fettkalk, 1,25 bis 1,5 Fafs Cement und 1,25 bis 1,5 hl Kalkbrei.

Desgl. in Pflasterung zu vermauern bei der Mischung 1 R.-T. Cement und 2 R.-T. Sand, 2 bis 3 Fafs Cement.

100 qm Ziegelmauerwerk mit Cementmörtel, 1 R.-T. Cement und 1 R.-T. Sand, zu fugen, 2 bis 3 Fafs Cement.

100 qm glatter Putz auf Fassaden, 1 R.-T. Cement, 3 R.-T. Sand, bei 1 cm starkem Putz 3,5 bis 4 Fafs Cement;

*) G. A. d. M. bedeutet in folgendem eine Bestimmung der Geschäftsanweisung für das technische Bureau der Bauabteil. d. preufs. Minist. d. öffentl. Arbeiten v. 16. Mai 1890. (Berlin. W. Ernst & Sohn.)

Es erfordern 10 qm	Ringe	
	Nr. 23.	Nr. 24.
	Stück	
geschalte Wand od. Decke zu rohren, Drähte 15 cm entf.	0,28	0,21
desgl. „ „ 13 „ „	0,32	0,25
desgl. „ „ 10 „ „	0,42	0,35
Fachwand, das Holzwerk 15 cm breit	0,18	0,12

Nägel. Bedarf an Rohrnägeln (ungefähr 2,5 cm lang, 1,25 kg f. 1000 Stück) f. d. qm.

Geschalte Decken und Wände, einschl. $16\frac{3}{8}$ Bruch und Verlust;	
Drähte 15 cm entfernt	75 St.
desgl. ; „ 13 „ „	90 „
desgl. ; „ 10 „ „	115 „
Fachwand, Holzwerk 7,5 bis 13 cm breit, einschl. Bruch .	27 „
„ „ „ 15 „ 20 „ „ „ „ .	53 „

Ofenbaumaterialien. Bei Kacheln kommen in betracht: Vollkommene Ebenheit, Farbe, Glanz und Reinheit; darnach 1., 2. und 3. Klasse. Abmessung 21 · 24 cm.

Zu einem Ofen von a Kacheln Länge und b Kacheln Breite: für jede Höschicht $2(a + b) - 6$ gerade Kacheln und 4 Ecken; auf jede Sockelschicht zwei gerade Kacheln mehr zu rechnen. Auf je 1 l Lehm ist 0,1 l Sand zu rechnen.

Erforderlich ist für :	Mauer-	Dach-	Lehm.
	Ziegel.	Stück	
	Stück	Stück	1
1 Ofen, $3\frac{1}{2}$ K. lg., 2 K. br., 8 bis 9 K. hoch .	30	125	430
1 „ 4 bis $4\frac{1}{2}$ K. lg., $2\frac{1}{2}$ K. br. } 9 bis 10 K. h.	40	150	560
1 „ $4\frac{1}{2}$ „ 5 „ „ 3 „ „ } 9 bis 10 K. h.	50	180	620
1 „ 5 „ $5\frac{1}{2}$ „ „ $3\frac{1}{2}$ „ „ } 9 bis 10 K. h.	55	210	680
1 „ $5\frac{1}{2}$ „ $6\frac{1}{2}$ „ „ 4 „ „ } 9 bis 10 K. h.	60	250	830
1 Koch-Plattenherd (Platte 80 cm im □) mit Bratofen, Heizloch, $8\frac{1}{2}$ K. lg., 3 K. br.	200	75	750
1 Waschkessel vermauern (Kessel 76 cm Durchmesser) ausschl. Fundament . . .	260	—	206
1 Backofen zu 50 kg Mehl 2,5 und 2 m im lichten	3200	—	2000

Eisenschienen: Zu einem Heizofen 4-mal die Ofenbreite in m \times 0,3 kg; zu einem Bratofen 3-mal (0,5 bis 0,6 m) \times 0,3 kg.

D. Maueröffnungen.

a. Fenster.

Geringste Breite 0,3 m, gewöhnlich 0,90 bis 1,25 m; zweiflügliges Fenster bei Wohngebäuden 0,9 m bis 1,5 m breit; dreiflügliges 1,5 m bis 2,5 m. Höhe eines zweiteiligen Fensters gleich der 2- bis $2\frac{1}{2}$ -fachen Breite oder gleich der Diagonale des Rechtecks aus der einfachen und doppelten Fensterbreite.

Höhe über dem Fenster bis zur Decke bei Massivbauten mindestens 38 cm, bei Fachwerk geringer.

Fenster-Brüstung 75 bis 90 cm, gewöhnlich 78 bis 80 cm hoch.

b. Thüren.

Breiten im Lichtmaße des Mauerwerks:

Scheunenthore . .	3,2 bis 4,5	m	Thüren für Wohn-	zimmer (1 flgl.) . .	1,0 bis 1,25 m
Remisenthore . .	2,5 " 3,2	"			
Stallthüren	1,25 " 2,0	"	Thüren für kleinere		
Durchfahrtsthore .	2,5 " 3,5	"	Wohnzimmer . . 0,9 " 1,1 "		
Hausthüren	1,5 " 2,25	"	Küchenthüren . . . 0,9 " 1,1 "		
Thüren für Säle .	1,5 " 2,25	"	Speisekammer-		
" " Gesell-			thüren 0,7 " 0,9 "		
schaftszimmer(2flg.)	1,25 " 1,5	"	Tapetenthüren . . . 0,6 " 0,7 "		

Höhe ungefähr gleich der doppelten Breite, jedoch nie unter 2 m. Für Durchfahrten nutzbare Höhe = 2,8 m. Hausthüren und Thore mit Anschlag (mindestens 25 cm tief und 12 cm breit), innere Thüren mit Zargen oder Dübeln und Ueberlagsbohlen, darüber 25 bis 38 cm starker Mauerbogen. Oeffnungen innerer Thüren 10 cm breiter und 5 cm höher anzulegen, als das spätere lichte Maß der Thüren beträgt. (G. A. d. M.)

E. Gewölbe.

Inhaltsberechnung s. Abteil. I. S. 133.

Statische Berechnung s. S. 259 u. f.

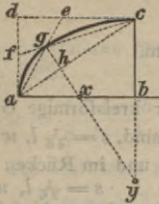
a. Konstruktion der Korbbögen.

Korbbogen aus einer ungeraden Anzahl stetig ineinander laufender Kreisbögen. Gegeben stets die Spannweite und die Pfeilhöhe; *ab* halbe Spannweite, *bc* Pfeilhöhe.

1. Die Kämpferpunkte liegen in derselben Wagerechten.

1. (Abbild. 244.) Halbiere in $abcd$ die Winkel acd und cad und ziehe durch den Schnittpunkt g der Halbierungslinien eine Normale gy zu ac , so schneidet letztere ab und die verlängerte Gerade cb in den Mittelpunkten x und y der Bögen ag und gc .

Abbild. 244.



Abbild. 245.



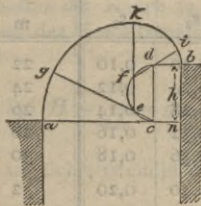
2. (Abbild. 245.) Ziehe $ef \parallel ab$, sowie ae und $bf \parallel cd$, wenn cd und ab gegeben, beschreibe mit angenommenem Halbmesser nd einen Kreisbogen bis g und verbinde g mit n . In ac nehme man den Mittelpunkt i beliebig, schlage mit ai den unbegrenzten Kreisbogen ah , mache $gk = hi$, verbinde i mit k , halbiere ik in l , errichte lm senkrecht auf ik , dann sind i, m, n, m', i' die Mittelpunkte der Kreise, h und g Uebergangspunkte.

Bei 1. ist nur eine Lösung möglich, bei 2. beliebig viele.

2. Die Kämpferpunkte liegen nicht in derselben Wagerechten.

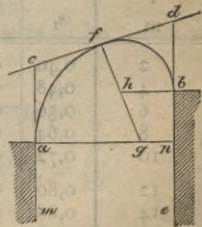
1. (Abbild. 246.) Gegeben die Spannweite an und die Höhe nb von b über a . — Mache $nc = \frac{1}{2}na - \frac{1}{4}nb$; cd parallel und gleich nb , beschreibe über cd einen Halbkreis, mache $df = fe = ec$; ziehe fd , ef und ce , dann sind d, f, e, c die Mittelpunkte der Kreisbögen bi, ik, kg und ga .

Abbild. 246.



Abbild. 247.

2. (Abbild. 247.) Gegeben der Kämpferpunkt a , die Spannweite an , und die Richtung der Scheitellinie cd . Die Widerlagsmauern am und be sind wie vorhin parallel; verlängere am bis c und be bis d .



Mache $cf = ca$ und bestimme b dadurch, daß $bd = df$, er-

richte in f ein Lot fg auf cd , g ist dessen Schnittpunkt mit an , ziehe bh parallel an , dann sind h und g die Mittelpunkte der Kreisbögen bf und fa .

b. Stärke der Gewölbe und Widerlager.

Genaue Ermittlung auf grund der Stützlinie s. S. 259 u. f.

1. Formeln von Rondelet.

Es bezeichne:

l die Spannweite des Gewölbes in m,
 s die Gewölbestärke am Schlußstein, in m,
 w die Widerlagerstärke in m.

α . Gewölbe aus **Ziegelmauerwerk**. Für kreisförmige Gewölbe:

1. die im Scheitel wagerecht abgeglichen sind, $s = \frac{1}{8} l$, $w = \frac{1}{11} l$,
2. die bis zur halben Höhe hintermauert und im Rücken parallel der Leibung abgeglichen sind, $s = \frac{1}{8} l$, $w = \frac{1}{8} l$,
3. die bis zur halben Höhe hintermauert und von hier bis zum Scheitel verjüngt abgeglichen sind, $s = \frac{1}{8} l$, $w = \frac{1}{10} l$ (am Widerlager $s = \frac{1}{8} l$).

β . Gewölbe aus **Bruchsteinmauerwerk**. Obige Werte sind auf das 1,5- bis 1,6-fache zu vergrößern.

γ . Gewölbe aus **Schnittsteinen** (Quadersteinen). Für kreisförmige oder elliptische Gewölbe ist die Schlußsteinstärke bei der Voraussetzung, daß am Widerlager das Gewölbe doppelt so stark wie am Schlußstein ist:

1. bei stark belastetem Brückengewölbe $s_1 = 0,04 l + 0,32$ m,
2. bei mittelstark belastetem Gewölbe $s_2 = 0,02 l + 0,16$ m,
3. bei unbelastetem Gewölbe $s_3 = 0,01 l + 0,08$ m.

Spannweite. l m	Schlußsteinstärke. m			Spannweite. l m	Schlußsteinstärke. m		
	s_1	s_2	s_3		s_1	s_2	s_3
2	0,40	0,20	0,10	22	1,20	0,60	0,30
4	0,48	0,24	0,12	24	1,28	0,64	0,32
6	0,56	0,28	0,14	26	1,36	0,68	0,34
8	0,64	0,32	0,16	28	1,44	0,72	0,36
10	0,72	0,36	0,18	30	1,52	0,76	0,38
12	0,80	0,40	0,20	32	1,60	0,80	0,40
14	0,88	0,44	0,22	34	1,68	0,84	0,42
16	0,96	0,48	0,24	36	1,76	0,88	0,44
18	1,04	0,52	0,26	38	1,84	0,92	0,46
20	1,12	0,56	0,28	40	1,92	0,96	0,48

(Nach Perronet ist für Brückengewölbe $s_1 = 0,035 l + 0,32$ m, wenn $l < 24$ m, für gröfsere Spannweiten $s_1 = \frac{1}{24} l$; hierbei ist angenommen, dafs das Gewölbe nach den Anfängen hin bis zur doppelten Schlufssteinstärke zunimmt.)

Wenn das Widerlager nicht über den äufseren Scheitel geführt ist, so hat man:

- für Kreisbögen $w = \frac{1}{8} l$,
- „ Korb- und Stichbögen, bis $\frac{1}{4} l$ gedrückt $w = \frac{1}{4} l$,
- „ „ „ „ über $\frac{1}{4} l$ „ $w = \frac{2}{3} l$.

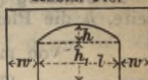
Widerlagerstärke für Gewölbe, die im Scheitel abgeglichen sind (Abbild. 248):

$$w = \frac{l}{8} \frac{3l - h}{l + h} + \frac{1}{8} h_1 + 0,3 \text{ m};$$

Für den Halbkreis ist $h = \frac{1}{2} l$, mithin:

$$w = \frac{5}{24} l + \frac{1}{8} h_1 + 0,3 \text{ m}.$$

Abbild. 248.



Fundamente der Widerlager in mehreren Absätzen, die 15 bis 20 cm vorspringen und etwa die doppelte Ausladung zur Höhe haben; gesamt Verbreiterung der Fundamente $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Pfeilerstärke w .

Die genauere Untersuchung der Widerlager s. S. 388.

2. Fläche Kappengewölbe.

Bezeichnet:

P die gesamte Belastung der Kappe in kg,

l die Spannweite in cm, h die Pfeilhöhe in cm,

$z_0 = \frac{P}{l}$ die Belastung der Kappe im Scheitel, in kg f. d. lfd. cm der Spannweite,

t die Tiefe der Kappe (normal zur Stirnfläche gemessen) in cm,

ρ den mittleren Halbmesser der Kappe in cm,

k die zulässige Belastung des Gewölbematerials in kg f. d. qcm,

so ist (vergl. S. 262):

der **Horizontalschub** (in kg) $H = \frac{Pl}{4h} = \rho z_0 = \rho \frac{P}{l}$;

die erforderliche **Stärke** am Schlufsstein in cm: $s_1 = \frac{H}{kt}$;

die „ „ „ „ Widerlager „ „ $s_2 = s_1 \frac{l^2 + 4h^2}{l^2 - 4h^2}$.

Werte von k s. Abteil. I. S. 310.

In den Endfeldern Zuganker alle 1,25 bis 1,50 m, zur Aufnahme des dieser Entfernung entsprechenden Schubes.

Flache Kappen von $\frac{1}{2}$ St. Stärke sollen in der Regel nicht über 2,50 m Spannweite erhalten; sind die Kappen zwischen eisernen Trägern einzuspannen, so müssen sie stets auf den unteren Flanschen der Träger aufrufen und mit einer Pfeilhöhe von nicht unter $\frac{1}{8}$ der Spannweite ausgeführt werden. (G. A. d. M.) Empfohlen wird 1,5 m größte Spannweite.

e. Verschiedenes.

1. **Senkung** (f) der Rüstungen für Gewölbe. Ist l die Spannweite, h die Pfeilhöhe des Bogens, so ist für hängende Lehrgerüste

von mittelmässiger Ausführung: $f = 0,02 (l - h)$,

„ guter Ausführung . . . $f = 0,01 (l - h)$,

für stehende Lehrgerüste von guter Ausführung $f = 0,005 (l - h)$.

Das Setzen der Gewölbe kann auch ohne Rücksicht auf das Lehrgerüst bei halbkreisförmigen auf $\frac{1}{14}$, bei gedrückten Bögen auf $\frac{1}{10}$ der Spannweite angenommen werden.

2. **Hintermauerung**, bei Materialberechnung für gewöhnliche Kappen nicht gerechnet; für die übrigen Gewölbe nur dann, wenn die Widerlagsmauer über der Kämpferlinie schwächer wird, u. zw.: bei Tonnengewölben als Produkt aus Länge, Weite und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ der Pfeilhöhe, bei Kreuzgewölben als Produkt aus $\frac{2}{3}$ lichter Länge, Breite und $\frac{1}{4}$ der Pfeilhöhe.

3. **Gewölbeüberzug**. Bei 1,3 cm Stärke f. d. qm erforderlich 23 kg Asphaltmastix und 12 kg Kies, oder 34 kg reiner Asphaltmastix.

4. **Tonnengewölbe**, in der Ebene gemessen bis zu 4 m Spannweite, bedarf einschl. Hintermauerung f. d. qm bei $\frac{1}{2}$ Stein Stärke 95 Steine und 0,07 cbm Mörtel, bei 1 Stein Stärke 190 Steine und 0,14 cbm Mörtel. Ebenso gedrücktes Gewölbe (Ellipse oder Korb-bogen) 90 Steine und 0,065 cbm Mörtel, bezw. 180 Steine und 0,13 cbm Mörtel. Für grössere Gewölbe unmittelbare Ausrechnung erforderlich.

5. **Klostergewölbe**. Stärke des Widerlagers $\frac{2}{3}$ von der eines Tonnengewölbes von gleicher Spannweite, wenn der Grundriss ein Quadrat bildet; $\frac{3}{4}$ von jener Stärke, wenn die eine Seite des Grundrisses doppelt so groß als die andere. — Widerlager ringsherum erforderlich.

6. **Kuppelgewölbe**. Stärke am Widerlager halb so groß wie die eines Tonnengewölbes von gleicher Spannweite oder gleich $\frac{1}{8}$ des Durchmessers.

7. Rauchfanggewölbe, meist $\frac{1}{2}$ Stein stark, erfordert, in der Ebene gemessen, f. d. qm bei $\frac{1}{2}$ Stein Stärke 60 Steine und 0,04 cbm Mörtel, bei $\frac{1}{4}$ Stein Stärke 32 Steine (in Cement).

8. Kappengewölbe (böhmisches). Aufwölbung $\frac{1}{3}$ der längsten Seite des Grundrisses bei Spannweiten bis zu 7 m, bei einer Pfeilhöhe von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ der Spannweite $\frac{1}{2}$ Stein stark.

Materialbedarf. $\frac{1}{2}$ Stein Stärke, in der Ebene gemessen, erfordert ausschl. Hintermauerung und Gurtbogen f. d. qm 56 Steine und 0,04 cbm Mörtel; $\frac{1}{4}$ Stein Stärke ebenso f. d. qm 28 Steine und 0,037 cbm Mörtel.

9. Kappengewölbe (preussisches), flachbogig $\frac{1}{2}$ Stein stark ohne Verstärkungsrippen, erfordert 75 Steine und 0,055 cbm Mörtel; desgl. flachbogig mit $1\frac{1}{2}$ Stein breiten und 1 Stein hohen Verstärkungsrippen 82 Steine und 0,06 cbm Mörtel f. d. qm in der Ebene gemessen.

10. Kreuzgewölbe. Stärke des Widerlagers ist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ grösser, als das eines Tonnengewölbes, welches die Spannweite der Grate hat. Widerlager nur an den Ecken erforderlich. Stärke der Kappen gewöhnlich $\frac{1}{2}$ Stein, der Grate 1 und $1\frac{1}{2}$ Stein. Spannweite bis 5 m.

Materialbedarf. Ein halbkreisförmiges Kreuzgewölbe, in der Ebene gemessen, erfordert bei $\frac{1}{2}$ Stein starken Kappen und Graten von $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke und 1 Stein Höhe f. d. qm 125 Steine und 0,09 cbm Mörtel; desgl. flachbogig, sonst wie vor, 95 Steine und 0,07 cbm Mörtel.

11. Gurtbogen stets als volles Mauerwerk gerechnet, von dem die lichte Oeffnung abgezogen ist.

F. Fachwände.

a. Holzfachwände.

Abmessungen. Schwellen mindestens 0,5 m über der Erde, bei leichten Gebäuden 21 cm breit und 12 cm hoch, bei mittleren 21 cm breit und 16 cm hoch. Stiele gewöhnlich 1 bis 1,5 m von Mitte zu Mitte entfernt, 12 · 12 bis 12 · 16 cm stark. Eckstiele mindestens 21 cm im Quadrat. Fächer 1,2 bis 1,5 qm groß, Eckfach, wenn notwendig, mit Strebe und dann 1,3 bis 1,6 m weit. Neigung der Strebe $\frac{1}{6}$. Rahmholz 12 · 16 cm stark, wenn mit Balken belastet, stärker. 2,5 m hohe Wände erfordern einmalige, 3,5 m hohe zweimalige und über 4 m hohe Wände dreimalige Verriegelung. Es erfordert 1 qm 2,2 bis 2,5 lfd. m Holz.

Materialverbrauch, ohne Holzabzug. 1 qm Fachwand auszumauern erfordert 35 Steine und 0,025 cbm Mörtel, zu verblenden einschl. $\frac{1}{2}$ Stein breiter Einfassung des Holzwerkes 75 Steine und

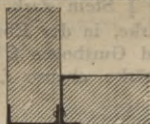
0,05 cbm Mörtel, auszumauern und $\frac{1}{2}$ Stein stark zu verblenden
85 Steine und 0,06 cbm Mörtel.

b. Eisenfachwände.

Abbild. 249.



Abbild. 250.



Bei Ziegelausmauerung Säulen und Riegel aus I-Eisen Nr. 14, Schwelle, Rähm und Leibungen von Thüren u. Fenstern aus L-Eisen Nr. 14. Riegel auch aus L-Eisen, wenn der Halt, den das Mauerwerk an den Säulen findet, genügt.

Bei weniger als 1,25 m Säulenabstand sind Riegel nur für Thür- und Fensterrahmen nötig. Streben in ein bis zwei Feldern zur Aufnahme des Schubes. Eckbildung s. Abbild. 249 und 250.

G. Putz.

Ausfugen. Es erfordern:

100 qm Ausfugung bei Feldstein- bzw. Bruchsteinmauerwerk	1,5 cbm Mörtel,
100 " " " " Ziegelmauerwerk	0,5 " " "
100 " " " " Fachwerk	0,3 " " "

Putz. Nachstehende Angaben gelten für Ziegelmauerwerk; für Bruchsteinmauerwerk von großen Steinen sind die Zahlen um die Hälfte, von kleinen Steinen auf das Doppelte zu erhöhen.

1. **Rappputz** für 100 qm 1,3 cbm Mörtel.
2. **Glatter Wandputz** 1,5 cm stark für 100 qm = 1,7 cbm Mörtel,
2 " " " 100 " = 2,0 " " "
3. **Quaderputz** mit eingeschnittenen Fugen für 100 qm 2 cbm, mit schablonierten Fugen für 100 qm 2,5 cbm.
4. **Gewölbedeckenputz**, in der Leibung gemessen, für 100 qm bei halbkreisförmigen Gewölben 2,6 cbm, bei gedrückten 2,3 cbm, bei flachen 2,0 cbm Mörtel.
5. **Schornsteinputz** vergl. S. 357.
6. **Gipsputz.** Zu 1 R.-T. Weißkalk $\frac{1}{2}$ R.-T. Gipsmörtel, oder zu 1 R.-T. Kalkmörtel $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{4}$ R.-T. Gipsmörtel; für schwebende Decken auf 1 R.-T. Gips $\frac{1}{2}$ R.-T. reinen Sand.
7. **Marmorino-Putz.** Aus 3 R.-T. feinem weißen Marmor- und 1 R.-T. durchsiebtem Kalk. In zwei Lagen 0,3 cm stark; die oberste abgezogen, mit Filz abgerieben und mit Eisenkellen von 18 bis 21 cm Länge und 8 bis 10 cm Breite geglättet. Die Kellen zum Glanzmachen von Flußstahl, 13 cm lang, 5 cm breit, 9 bis 13 mm stark, werden bis auf 45° C erwärmt.
8. **Fachwände**, ohne Abzug des Holzwerks glatt zu putzen, für 100 qm 1,5 cbm Mörtel.

Um das Holz von Fachwänden zu rohren und alles glatt zu putzen, für 100 qm 1,3 cbm Kalkmörtel, 2 hl Gips oder 1,50 cbm Kalkmörtel; hierzu 1,4 Schock Rohr, 4000 Rohrnägel, $1\frac{1}{8}$ Ring Draht Nr. 24 oder 25, oder $1\frac{3}{4}$ Nr. 23. Ueber Rohr vergl. S. 294.

Um das Holz innerer Fachwände mit Pliesterruten zu benageln und alles glatt zu putzen, sind für 10 qm erforderlich 36 Stück Pliesterruten, 360 Stück Pliesternägel, 0,08 cbm Kalk, 0,16 cbm Sand, 1,2 kg Heu oder Stroh.

9. Schaldecken oder Bretterwände erfordern:

auf einfach gerohrter Schalung ohne Gipszusatz 0,020 cbm Mörtel,

„ „ „ „ mit „ 0,017 „ „
und 0,003 cbm Gips,

auf doppelt gerohrter Schalung mit Gipszusatz 0,030 cbm Mörtel
und 0,004 cbm Gips.

Ueber Gips, Rohr, Draht vergl. S. 294.

10. **Balkendecken** mit Spalierlatten zu benageln, mit Heukalk zu durchwerfen und mit Haarkalk zu putzen, erfordern für 10 qm 77 Spalierlatten (2,9 m lang, 2,5 cm breit, 1,4 bis 1,6 cm stark), 390 Stück Brettnägel, 0,26 cbm Mörtel (Mischung $\frac{1}{3}$), 3 bis 4 kg Heu und 2 kg Kälberhaare, oder 57 Latten (3 m lang, 5,2 cm breit, 2 cm stark), 330 Brettnägel, 0,43 cbm Mörtel (Mischung $\frac{2}{3}$), 7 kg Heu und 2 kg Kälberhaare. Statt Heu kann auch Stroh, in 15 cm lange Stücke geschnitten, benutzt werden.

11. **Schaldecken oder Bretterwände** mit Pliesterlatten zu benageln und putzen erfordert für 1 qm: 30 m Pliesterlatten, 100 Stück 3,5 cm lange Drahtnägel, 30 l Kalkmörtel, 0,5 kg Haferstroh, erforderlichenfalls 0,05 kg Kälberhaare.

Alten Kalkputz aufzureiben, zu schlemmen und zu weissen erfordert für 10 qm 0,022 cbm Kalk und 0,022 cbm Sand.

Alten oder neuen Kalkputz zweimal zu schlemmen erfordert für 10 qm 0,003 bis 0,005 cbm Kalk; 100 qm einmalige Kalktünche erfordert 0,060 cbm Mörtel.

12. **Schalbretter.** 2 cm stark, 6 bis 8 m lang und möglichst nur 10 cm breit. Erforderlich für 1 qm 0,9 qm Brett mit 25 Stück Nägel 6 cm lang.

13. **Schieferschabung** lotrechter Wände. 1 qm erfordert 0,2 Riefs Schiefer und 200 Stück Nägel.

14. 1 lfd. m **Kalkleiste** an Giebeln und Schornsteinen erfordert 0,005 cbm Mörtel.

15. 1 lfd. m bezw. 1 qm **Voute** erfordert 0,008 cbm Gips, 140 Stengel Rohr, 40 m Draht, 210 grofse und kleine Nägel, 0,017 bezw. 0,030 cbm Mörtel.

16. 1 **Thür** oder 1 **Fenster** zu verputzen erfordert je nach Gröfse 0,03 bis 0,05 cbm Mörtel. 100 qm **Ziegelfufsboden** zu verstreichen erfordert 0,01 cbm Mörtel (vergl. S. 327).

H. Trockenschichten.

Mindestens 0,15 bis 0,3 m über der Erde.

1. **Asphalt**, 1 bis 4 cm stark. Natürlicher Asphalt erfordert f. d. qm 16 kg Asphalt-Mastix und 10 kg groben Sand.

Künstlicher Asphalt erfordert f. d. qm 4,5 l Steinkohlenteer, 0,7 kg Kolophonium, 0,005 cbm Kalk.

2. **Asphaltfilzplatten**. 0,7 bis 1,0 cm stark, 81 cm lang, werden in Breiten der Mauerstärken geliefert. Gewicht = 10,5 bis 15 kg f. d. qm. Flach auf die Fundamentmauern mit 5 cm Ueberdeckung aufgelegt. Verbindung der Platten nicht erforderlich.

Zur Abdeckung von Gewölben sind die Platten 1,0 bis 1,3 cm stark, 81 cm breit und 3 bis 4 m lang. Gewicht = 15 bis 17 kg f. d. qm. Ueberdeckung = 8 bis 10 cm, so dafs der Gewölbeneigung entsprechend die untere von der oberen überlappt wird; Wulste sind dadurch vermieden, dafs die Ränder der Platten nur halbe Stärke haben. Diese Ränder werden durch dazwischengestrichenen heifsen Asphaltkitt und nochmaliges Ueberziehen der Falze unter sich unlöslich fest und dicht verbunden. Die ganze Asphaltplattenlage erhält schliesslich einen Ueberzug von Steinkohlenteer- und Asphaltmischung. Verbrauch zu 1 qm Abdeckung einschl. Ueberzug 2 kg Dachasphalt und 2 kg Steinkohlenteer.

3. **Gewalzte Bleiplatten**, 1,6 mm stark, 1 qm wiegt 18,2 kg.

4. **Fettige Körper**. 15 G.-T. Staubkalk, 5 G.-T. pulverförmige Bleiglätte, 60 G.-T. rein gewaschenen Sand zu Brei gemengt.

5. **Grünes Tafelglas** in starker Mörtellage von fein gesiebtem Sande.

6. **Teer**, Steinkohlenteer und Steinkohlengrus mit oder ohne geschmolzenes Pech, 2 bis 2,5 cm stark, oder Holzteer mit Torfasche oder Mastix-Cement 0,7 bis 1,3 cm stark aufgetragen.

7. **Trafs- oder Cementmörtel** (1 R.-T. Trafs, 1 R.-T. Kalkbrei und 1 R.-T. Sand oder 1 R.-T. Cement, 1 R.-T. Sand).

8. Zwei Schichten **Klinker** (glasartige) oder Dachsteine in Cementmörtel vermauert.

9. **Schieferplatten** über einander in Cementmörtel.

10. **Dachpappe**. Rollen 1 m breit, 7,5 bis 20 m lang.

IV. DÄCHER.

Statische Berechnung s. S. 210 u. f., auch S. 251 u. f.

Belastung durch Eigengewicht s. S. 271;

„ „ Winddruck s. S. 272;

„ „ Schneedruck s. S. 272.

A. Tragkonstruktionen der Dächer.

Lager für das Deckmaterial.

1. **Dachlatten** 6 bis 8 m lang; Querschnitt: 4 · 6,5 cm und 5 · 8 cm; 5% Verschnitt. Lattweite für einfache Flachziegeldächer (Spließdächer) 20 cm, Doppeldächer 14 cm, Kronendächer 26 cm, Pfannendächer 31,5 bzw. 23,5 bis 29 cm, Falzziegeldächer 30 bis 32 cm, engl. Schieferdächer 18 bis 35 cm.

2. **Dachschalung.** 1 qm Dachschalung von rauhen 2 bis 2,5 cm starken Brettern bei 1 m weiter Nagelung erfordert 5,25 m Brett 20 cm breit und 18 Lattnägel.

Für Schiefer- und glatte Metaldächer volle Schalung mit 1 cm breiten Fugen. Schalbretter entweder in Richtung der Sparren auf hölzernen Fetten, die in Entfernungen von 1 bis 1,25 m liegen (bei eisernen Dächern findet man auch auf 3 m von einander entfernten Fetten Langhölzer zur Befestigung der Schalung gelagert), oder unmittelbar auf die Sparren, senkrecht zu diesen genagelt. Wellenzink, Profil *E*, häufig anstatt auf Lattung auf halber Schalung aus Brettern von 15 bis 20 cm Breite mit Zwischenräumen von derselben Breite, oder auf voller Schalung verlegt.

Für Holzcementdächer ist die hier 2,5 bis 3,3 cm starke Schalung zu spunden, ebenso die 2,5 cm starke Schalung der Teerpappdächer.

3. **Sparren.** Freitragende Länge 3,5 bis 5,0 m; gewöhnlich 3,8 m; bei dieser Länge und den nachstehenden Sparrenweiten meistens eine Stärke von 12 · 12 cm ausreichend, für Holzcementdächer 13 · 16 cm. Für die leichteren Deckungsmittel Sparren von 16 cm Stärke bis auf 5 m freitragend zulässig.

Sparrenweite von Mitte zu Mitte:

für das einfache Ziegeldach } 1,0 bis 1,1 m;
 „ „ Pfannendach }

für das Doppeldach	}	. . . . . 0,9 bis 1,0 m;
" " Kronendach		
" " Falzziegeldach		
" " Schieferdach am besten		1 m
		(deutsches Schieferdach stets mit 2,0 cm starker Schalung);
" " Metalldach		1,0 bis 1,25 m;
" " Teerpappdach		1,0 bis 1,25 m;
" " Holzcementdach		0,7 bis 0,8 m;
" " Asphalt Dach		0,8 bis 1,0 m.

a. Dächer aus Holz.

α. Satteldächer.

1. **Kehlbalkendächer.** (Vergl. Abbild. 220 a. S. 252.) Die Sparren jedes Gebindes sind an den Kopfenden mit einander durch Schlitz-Zapfen verbunden, ruhen mit den Fußenden aufgekämmt auf den Sparrenschwellen auf und sind durch ein bis zwei wagerechte Kehlbalken (im letzteren Falle der obere der Hahnenbalken) gegeneinander abgestützt. Verbindung mit den Sparren am besten durch schwalbenschwanzförmiges Blatt.

Bei zu großer Länge der unteren Kehlbalken werden in Entfernungen von 4 bis 5 m, gewöhnlich der Lage der Fensterpfeiler entsprechend, in den Hauptgespärren (Dachbindern) Stützen mit geneigten Kopfbändern aufgestellt (Stuhlpfosten oder -säulen), auf welche sich mittelst Verzapfung die die Kehlbalken der Zwischengesparre tragenden Rähme (Stuhlrähme) legen; diese bewirken vorwiegend den sonst durch Windrispen erstrebten Längenverband des Daches. Die Stuhlpfosten stehen unmittelbar mittelst Zapfen oder mittelbar durch Wechsel auf dem Hauptbalken, wenn dieser von unten durch Zwischenmauern oder ein Sprengwerk gestützt werden kann.

Ist eine Zwischenunterstützung des Hauptbalkens nicht zu erreichen, so trägt ein Hängewerk Hauptbalken und Rähme der Kehlbalken und bildet so den Dachstuhl.

Kehlbalken gewöhnlich 12 · 15 bis 13 · 18 cm stark, je nach der Sparrenstärke höchstens 4,5 m freiliegend; bei doppeltem Stuhl nicht über 7 bis 7,25 m lang, bei dreifachem Stuhl nicht über 10 bis 10,5 m lang; über dem Fußboden mindestens 1,9 m entfernt. Stuhlrähme gewöhnlich 3,8 bis 4,5 m freiliegend, 18 · 21 cm, auch 21 · 24 cm bis 24 · 26 cm stark. Stuhlsäulen gewöhnlich 15 · 18 cm, auch 18 · 18 cm bis 21 · 24 cm stark. Hahnenbalken 10 · 12 cm, gewöhnlich 12 · 15 cm, auch 13 · 18 cm stark, je nach der Sparrenstärke. Freie Sparrenlänge zwischen Kehlbalken und First höchstens 2,5 m.

2. **Fettendächer.** (Vergl. Abbild. 219 a. S. 252; und Abbild. 221 a. S. 253.) Die Sparren liegen unmittelbar auf Fetten, die

bei kleineren Konstruktionen wie vorher von Stuhlpfosten auf unterstütztem Hauptbalken (liegender oder stehender Dachstuhl), oder einem Hängewerk, bei größeren Konstruktionen von den Hauptsparren oder Fettenträgern auf geeigneter Unterstützung getragen werden. Diese wiederholen sich in jedem Bindergespärre und bilden mit ihrer Unterstützung den Dachstuhl. Bei kleineren Konstruktionen dient aufer den auf den Balkenenden aufgekämmten Sparrenschwellen zur weiteren Stützung der Sparren oftmals nur noch eine vom Dachstuhl getragene Fette; häufig ist auch eine Firstfette vorhanden. Größere Dächer zeigen Fufs- und Firstfetten, zwischen denen die Zwischenfetten nach Maßgabe der Tragfähigkeit der verwandten Dachsparren verteilt sind.

Fetten, gewöhnlich 18·21 cm stark, können von Mitte zu Mitte bei Ziegeldach 3,8 bis 4 m, bei Asphalt- und Metalldach 4 bis 4,7 m, bei Rohr- und Strohdach 4,7 bis 5,4 m weit freiliegen. Die Sparren, gewöhnlich 12·12 bis 13·16 cm stark, in je 3,8 bis 5 m Entfernung unterstützt. Dachstreben 18·21 cm stark. Ist keine Firstunterstützung vorhanden, so beträgt die freie Sparrenlänge zwischen Fette und First höchstens 2,5 m.

Stuhlpfosten 18·18 cm, Zangen 8·21 bis 10,5·24 cm, Kopfbänder 10·12 bis 12·15 cm stark, nicht über 1,5 m lang, gewöhnlich 0,9 bis 1,4 m.

Die Knaggen (Holzklötze) zum Festhalten der Fetten sind mit langen Nägeln auf den Hauptsparren zu befestigen, besser auferdem mit Versatzung in diesen einzulassen.

Um einen Bodenraum freizulassen, legt man den Sparrenfufs auf eine Drempe wand 1,25 bis 2 m hoch. Rähme der Drempe wand 15·18 cm, Stiele 15·15 cm, Saumschwellen wie die Stiele (Drempe stiele).

β. Walmdächer.

Im allgemeinen gelten hier die obigen Angaben.

Die Neigung der Walme ist gewöhnlich gleich der der Langseiten. In den meisten Fällen sind die Diagonal-Binder unter den Gratsparren anzuordnen.

γ. Mansardendächer.

Vorteilhafte Verwendung der Kehlbalkenkonstruktion mit liegendem Dachstuhle. Neigung der unteren Sparren gegen die Wage-rechte gewöhnlich nach baupolizeilicher Vorschrift 60°, die der oberen beliebig.

δ. Pultdächer.

Halbe Satteldächer. Bei der Konstruktion ist besonders darauf zu sehen, daß die lotrechte Wand nicht durch die Dachlast nach aufsen übergedrückt wird. Ebenso bei Mansarden-Pultdächern.

b. Dächer aus Holz und Eisen.*)

Immer seltener angewandt. Alle auf Biegefestigkeit beanspruchten Teile von Holz, alle gedrückten entweder von Holz oder Gußeisen, alle gezogenen aus Schweifs- oder Flußeisen.

Bei gewöhnlichen Hängewerksdächern Ersatz der Hängesäulen und oft auch der Spannbalken durch Zugstangen von Rundeisen. Am Fuß- und Kopfende der Streben hierbei gußeiserne Schuhe.

Sonst zweckmäßig angewandte Formen: Der Dreiecksträger (s. S. 219) und der Polonceau-Träger (s. S. 210).

Bei ersterem gewöhnlich die Streben von Holz mit gußeisernen Schuhen oder ohne solche, ebenso der Spannbalken; statt der Hängesäulen jedoch Zugstangen mit Verschraubung. 18 bis 25 m Spannweite je nach der Zahl der Streben.

Der Polonceau-Binder besteht aus zwei gegeneinander geneigten Streben, oben und unten in gußeisernen Schuhen, welche nach Art der armierten Balken in der Mitte durch kurze, gußeiserne Stützen abgesteift werden, deren freier Endpunkt mit den Strebenschuhen durch Zugstangen verbunden ist. Die mittlere Zugstange, welche beide Binderhälften mit einander verknüpft und an den freien Stützenden befestigt ist, bildet gewöhnlich mit den unteren Strebenzugstangen eine in den Knotenpunkten gebrochene, manchmal auch eine gerade Linie und ist durch ein in ihrer Mitte angebrachtes Schraubenschloß anzuspannen. Ein solches erhalten auch die übrigen Zugstangen bei bedeutender Länge. Gußeiserner Schuh im First entweder zur Aufnahme der Firstfette einzurichten oder zwei Fetten zu beiden Seiten anzubringen. Längsverband durch Fetten und Schalung zumeist genügend gesichert, sonst in einfachster Weise durch Flacheisenkreuze zwischen je zwei benachbarten hölzernen Streben herzustellen. Spannweite 12 bis 18 m.

c. Eiserne Dächer.**)

Dachformen. 1. Sattel-, Pult- und Mansardendächer für Gebäude aller Art, 2. Tonnendächer mit Sichel- und Bogenbindern für Bahnhofshallen, Retortenhäuser, Ausstellungsgebäude u. s. w., 3. Zeltdächer für Gebäude mit vieleckigem Grundriß (Turmspitzen, Lichthöfe, runde Lokomotivschuppen, Cirkus u. s. w.), 4. Kuppeldächer für Gasbehälter-Gebäude, runde Lokomotivschuppen, Kirchen, Panoramen u. s. w., 5. sägeförmige (Shed- oder Parallel-) Dächer für Werkstätten, Ausstellungsräume (Glasflächen möglichst gegen Norden), 6. überhängende (frei-

*) Vergl. Gottgetreu, Eisenkonstruktionen. Klagen, Holz- und Holz-Eisenkonstruktionen.

**) Vergl. Breymann, Baukonstruktionslehre, III. Teil 1890. Baukunde des Architekten, I. Band, 1. Teil, 1890. Handbuch der Architektur, I. Teil, 1. Band (Th. Landsberg) 1890; III. Teil, 1. Band, 1886. Scharowsky, Musterbuch f. Eisenkonstr. 1888.

tragende) Dächer für Unter- und Vorfahrten, Bahnsteige, Ladebühnen, Wandelbahnen u. s. w.

Bei den Dächern unter 2. und 4. sind die Binder-Obergurte gekrümmt oder gebrochen, bei den übrigen gerade; bei 3. und 4. laufen die Binder strahlenförmig nach einem Punkt, bei den übrigen sind sie parallel oder angenähert parallel, wie bei ringförmigen Lokomotivschuppen und in der Krümmung der Bahnachse liegenden Bahnhofshallen.

Lattung stets unmittelbar auf Sparren (Sparrendächer), Schalung unmittelbar auf Sparren oder Fetten (Sparren- bzw. Fettendächer). Glasdächer sind meist Sparrendächer, Wellenblechdächer fast stets Fettendächer.

Sparrendächer. Abstände der Sparren s. S. 305. Sparren bei kleinen Pultdächern unmittelbar durch die Umfassungsmauern unterstützt; sonst durch Fetten, deren Abstand sich nach der Tragfähigkeit der Sparren richtet. Die Fetten ruhen entweder auf den Umfassungswänden oder, bei grösserer Dachlänge, auf Bindern.

Fettendächer. Die Fettenabstände sind geringer als bei Sparrendächern, entsprechend der Tragfähigkeit des Deckmaterials. Die Auflager der Fetten, also die Knotenpunkte der Binder, rücken hierbei dichter aneinander, oder es müssen die Obergurte der Binder durch Zwischenlastpunkte auf Biegung beansprucht werden. Fettendächer nur vorteilhaft bei großer Tragfähigkeit des Deckmaterials (Wellenblech), welche möglichst große Fettenabstände gestattet, oder bei leichten Dächern (Pappdächern), welche für den Binder-Obergurt Zwischenlastpunkte zulassen, oder auch bei Bogenbindern, bei welchen die Beanspruchung des Binders auf Biegung gering ist.

Berechnung. Bestimmung der auftretenden Spannkkräfte und der erforderlichen Querschnitte s. Vierter Abschnitt, Festigkeitslehre und Zehnter Abschnitt, Statik der Baukonstruktionen. Zulässige Spannungen für die Eisenteile s. Abteil. I. S. 310. Höhen der Walzprofile nicht unter $\frac{1}{8}$ der Stützweiten zu wählen, was einem Verhältnis der größten Durchbiegung zur Stützweite von $\frac{1}{600}$ bei $k_b = 750$ kg f. d. qcm entspricht (Fall 8, Abteil. I. S. 334).

1. Zwischensparren.

Nur auf Biegung beansprucht. Je nach dem Deckmaterial aus Holz oder Eisen. Hölzerne Sparren mit rechteckigem Querschnitt, vergl. S. 305; sie sind auf die eisernen Fetten um 1,5 bis 2 cm aufgekämmt; außerdem Befestigung durch Holzschrauben. Eiserner Sparren mit I- oder T-Querschnitt, bei sägeförmigen Glasdächern auch Belageisen-Profile. Befestigung auf oder an die Fetten mittelst Winkeleisen. Schalung bzw. Lattung an den Sparrenflansch mittelst Holzschrauben oder Nägeln befestigt, besser noch unter Vermittlung von Holzleisten, die an den Sparren angebolzt sind. Holzlatten auch wohl durch kleine Winkeleisen (45 · 45 · 7 mm) ersetzt; für Ziegeldeckung werden diese mit stehendem, für Schieferdeckung mit hängendem Schenkel aufgenietet, wobei letzterer am Sparren weggeschnitten wird.

2. Fetten.

Für Binderabstände von 3 bis 4 m genügen Holzketten; auf diesen die Schalung. Holzketten bei 1,5 bis 2 cm Aufkämmung mittelst Winkelstücke (75 · 50 · 7 mm) und Bolzen (16 bis 20 mm Durchmesser) auf dem Binder-Obergurt befestigt.

Für größere Binderteilungen gewalzte L, C, Z, I-Profile. Kettenabstand nur abhängig von der freitragenden Länge der Zwischensparren, bezw. der Tafellänge der Wellenbleche. Bei Wellenblechdächern aus Zink meist I-Fetten mit 0,65 bis 1,10 m Teilung, bei solchen aus Eisenblech I-, besser Z-Profile in 1,75 bis 2,25 m Teilung, mittelst Nieten im Unterflansch auf den Binder-Obergurt befestigt, auch wohl zur besseren Versteifung der Dachflächen (in der Längenrichtung) mittelst Winkelaschen zwischen den Obergurten angebracht. Fußketten und doppelte Firstketten meist C-Eisen. Bei steilen Dächern werden die Ketten noch durch besondere Winkelstücke auf den Bindern, oder durch Anschluss an die Knotenbleche des Binders oder durch ihre Verlaschung an den Binder-Obergurten in ihrer geneigten Lage erhalten, bezw. durch gesäumte Stützbleche in aufrechte Stellung gebracht. Z-Ketten sollen mit dem geneigten Oberflansch zum First, C-Eisen dagegen zur Traufe gerichtet sein, um Bildung von Schweißrinnen zu verhüten; auch bei L- und I-Profilen ist auf letzteren Umstand überall nach Bedarf Rücksicht zu nehmen. Laufen die Ketten über den Bindern durch, so liegen die Kettenstöße zur Vereinfachung der Binderanschlüsse etwas seitlich von den Bindern. Für lange Ketten ist durch Verschraubung und Langlochung in der Verlaschung an den Bindern bezw. an den Kettenstößen Wärme-Längenänderung zu ermöglichen. Für die Traufenketten genügt überall ein Walzprofil.

Für größere Binderentfernungen (bis 10 m) statt der Profileisen Fachwerkketten (Parallel-, Trapez- oder Parabelträger) angeordnet. Ober- und Untergurt hierbei aus Winkeleisen, Diagonalen und Vertikalen aus Flach- oder Winkeleisen. Oder man wählt zwei gesonderte Fachwerkträger mit gemeinsamem Obergurt, der eine Träger parallel zur Dachfläche, der andere senkrecht hierzu; die Untergurte durch Winkelstäbe verbunden. Gurte aus Winkeleisen.

3. Bindersparren (Hauptträger).

Sie sind als Fachwerkträger auszubilden (s. S. 208 u. f., besonders S. 210 und 219). Die Wahl des Systems richtet sich nach den vorhandenen Ketten, nur bei großen Spannweiten richtet sich umgekehrt das Dach nach dem Binder. Zu den Beanspruchungen durch die Kettenlasten treten u. U. noch andere äußere Kräfte (Horizontalschübe von unter dem Dach angebrachten Gewölben, an den Bindern aufgehängte Decken, Wellenleitungen, Laufkrane u. s. w.), die auf die zweckentsprechende Binderform von Einfluss sind. — Abstand der Binder s. u. 2.

Die Schwerlinien zusammentreffender Konstruktionsteile sollen sich in demselben Punkte schneiden; geringe Abweichungen hiervon nur bei Nebenteilen zur Vereinfachung der Anschlüsse gestattet. Obergurt, der Dachform folgend, gerade oder gekrümmt, aus **II**- oder **IE**-Profilen gebildet; des bequemen Anschlusses halber und zur Erhöhung der Knickfestigkeit sind beide **L**- bzw. **C**-Eisen mittelst zwischengenieteteter kleiner Futterstücke in einigem Abstände zu halten. Bis 25 m Spannweite möglichst Winkeleisen verwandt. Der Obergurt ist u. U. als selbständiger Fachwerkträger auszubilden. Untergurt, wird bei Satteldächern mittlerer Neigung als gerade oder wenig erhöhte Linie zwischen den Auflagern angenommen; bei steileren Dächern ist er zur Verringerung der Binderhöhe nach oben bogenförmig gestaltet, bei flachen Dächern nach unten ausgebogen. Im letzteren Falle besser ein Fachwerkträger mit Endvertikalen und tiefer liegenden Auflagern, wobei der Untergurt nach oben wieder bogenförmig ausgebildet ist. Untergurt aus **IL** oder doppelten Flacheisen. Diagonalen und Vertikalen (Zug- bzw. Druckstäbe) aus Winkeleisen, — wenn nur gezogen, auch aus Flacheisen, — einfach oder doppelt. Gezogene Teile des Binders, wenn doppelt, alle 1,0 bis 1,5 m durch zwischengelegtes Ringplättchen und Niet verbunden.

Dreiecksbinder bis zu 25 m Spannweite; sie werden mit wachsendem Verhältnis der Binderhöhe zur Spannweite unzweckmäßiger. Für mehr als 25 m Spannweite sind sichel- oder bogenförmige Fachwerkbinder vorteilhafter. Bindergewicht etwa 10 bis 30 kg f. d. qm Dachgrundriss. — Bei Pultdächern genügen für die Binder mit geringen Spannweiten und Teilungen gewalzte **I**-Träger; bei größeren Spannweiten Fachwerkträger (Trapez- oder Parabelträgerform), deren oberes festes Auflager durch ein mit dem Mauerwerk verankertes, vorspringendes oder besser eingelassenes Konsol gebildet wird, während das untere Auflager beweglich sein muß. — Knotenpunkte durch lotrechte Anschlußplatten (bei Doppelprofil zwischen den beiden Walzeisen liegend) gebildet. Plattenquerschnitt, Nietzahl und Nietstärken den zu übertragenden Kräften entsprechend.

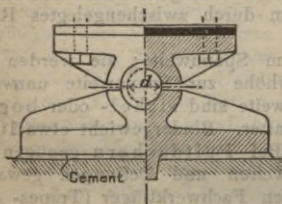
Auflager. Teils fest, teils beweglich, letzteres mit Rücksicht auf die Wärme-Längenänderungen und auf einseitige Belastung des Daches durch Schnee- und Winddruck, zum Teil auch, um rechnerische Voraussetzungen über die Krafrichtungen der einzelnen Konstruktionsteile beständig zu sichern (Bogendächer). Längenänderung der Binder $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{10000}$ der Stützweite. Wenn der Binder in sich hinreichend biegsam ist, können beide Auflager feste Kipplager sein (vergl. Abteil. I, S. 196); sonst ist stets eines der beiden Auflager beweglich anzuordnen. Feste Auflager stets verankert, Lagerfläche der gusseisernen Lagerplatte leicht gewölbt oder als Kipplager ausgebildet. Bei leichten Fachwerkbindern in Stützweiten bis zu 20 m genügt ein ebenes Gleitlager als bewegliches Auflager, Lagerplatte verankert und mit glatten seitlichen Führungen für den Binder-

Untergurt versehen; für schwere Binder und grössere Stützweiten dagegen ein ein- oder mehrfaches Rollenlager bzw. Rollenkipplager (vergl. Abteil. I, S. 196), aus Gufseisen oder Stahlgufs, mit Walzen (Roller) aus Stahl; das feste Auflager ist in diesem Falle ein Kipplager. Ist beim Rollenkipplager P der Auflagerdruck des Binders in t , l die Walzenlänge in cm, d der Durchmesser der Kippwalze in cm, d_1 der Durchmesser der Rollen in cm, n die Anzahl der letzteren, so ist: $P = \frac{1}{8} ld = \frac{1}{8} n l d_1$.

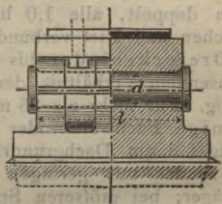
Hieraus folgen d und d_1 ; man nehme aber $n \geq 3$, $d \geq 7$ cm, $d_1 \geq 10$ cm. (Vergl. auch Abteil. I, S. 314.) Die Auflagerplatten sind mit einer 1 cm starken Cementschicht gut zu untergießen oder mit einer 3 bis 6 mm starken Bleischicht zu versehen.

Als Beispiel für ein Kipplager dienen Abbild. 251 und 252, für ein dreifaches Rollenkipplager Abbild. 253 und 254. Bei dem einfachen Rollenlager vereinigt die Rolle Kipp- und Rollenlager, nur zulässig bei geringen Drücken und wenn die Unterstützung nur wenig seitliche Widerstandsfähigkeit besitzt.

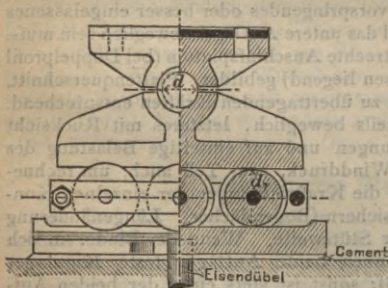
Abbild. 251.



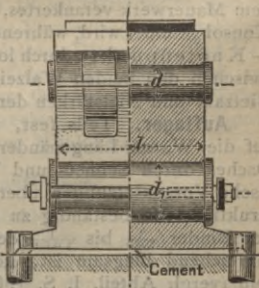
Abbild. 252.



Abbild. 253.



Abbild. 254.



Die Umfassungsmauern sind bei schweren Dächern mit erheblichem Winddruck auf ihre Standfestigkeit zu untersuchen. Sind gegen Querwind Zwischenwände nicht vorhanden, so sind entweder die Binder möglichst tief zum Fundament hinabzuführen (Bahnhöfehallen), oder die tragenden Längswände müssen zur Aufnahme des Binderschubs durch vorgelagerte Pfeiler unter den Bindern genügend verstärkt sein. Bei Fachwerkwänden oder Säulenunterstützungen

sind die die Binder tragenden Stiele und Säulen mit dem Fundament zu verankern. Bei Längswind überträgt der Windverband des Daches den durch den Druck des Windes auf das Dach, auf Giebelwände, Laternenaufsätze, vorspringende Oberlichter, Schürzen u. s. w. entstehenden Schub auf die Längswände, verhindert also ein Umwerfen der Binder. Sind hierbei statt der Längswände freistehende Säulen vorhanden, so müssen diese auch in der Längsrichtung des Daches genügend steif ausgebildet und mit dem Fundament verankert werden. Der Windverband (Längsverband) wird erzielt durch Kupplung der Auflagerpunkte der Fetten (vor allem der Binder-Auflagerpunkte und der Traufen- und Firstfetten) je eines Binderpaares mittelst Diagonalen aus Flacheisen, bei größeren Längen besser Winkeleisen oder Rundeisen mit Spanschlössern. Es genügt, nur so viele Fettenauflager zu kuppeln, daß die Abstände der Angriffspunkte der Diagonalen so groß werden, als es die Steifigkeit des Binder-Obergurtes zuläßt. Die Fetten in den Giebelfeldern, besonders die in größeren Abständen liegenden Fachwerk- und I-Fetten, sind mit dem Mauerwerk zu verankern. Die Dachschalung, zumal wenn gespundet und in schräger Bretterlage, verstärkt den Windverband nicht unerheblich.

d. Massive Dächer.

1. **Flache Dächer.** Unterlage: Eiserne I-Träger, in 1,0 bis 2,5 m Teilung, mit 12 cm starken gewölbten Kappen von $\frac{1}{8}$ Stichhöhe, oder Kappen aus gestampftem Cementbeton (1 R.-T. Cement, 5 bis 6 R.-T. Sand mit Kies untermischt, oder 1 R.-T. Cement, 2 R.-T. Sand, 4 bis 6 R.-T. Steinschlag) mit $\frac{1}{10}$ Stichhöhe und weniger, Scheitelstärke 6 bis 12 cm; in beiden Fällen mit Schlackenbeton bis über Träger-Oberkante wagerecht abgeglichen. Auch Gipsdielen oder flache Monierdecke auf eisernen Trägern; oder gebrannte Thonplatten, 5 bis 6 cm stark, auf I-Eisen in 0,5 m Abstand. Auf diese Unterlagen eine Dachpappen- und drei Papierlagen mit Holzcementanstrich, darauf feiner Sand, 1,0 bis 1,5 cm stark gesiebt, darauf Kiesdecke 6 bis 10 cm stark, in den oberen Lagen mit Lehm oder Chausseeschlick gemischt und festgewalzt.

Statt der Kappen auch Trägerwellenblech, Wellen mit Mörtel oder Beton abgeglichen, auf eisernen Trägern; darüber Holzcementbedachung wie vorhin. — Verankerung der Träger ist vorzusehen. Dachneigung 1:20 bis 1:60. Vollständige Feuersicherheit.

2. **Steile Dächer.** Turmhelme mit vier- oder vieleckigem Grundriß, aus Quadern oder Ziegeln (Klinker). Steigung 1:3 bis 1:10. Fugen wagerecht oder senkrecht zur Steigungslinie. Stärke unten $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ der Länge einer Grundrißseite, nach oben wie bei Schornsteinbauten abnehmend bis auf 25 cm bei porigem, bis auf 12 cm bei dichtem Material. Spitze voll gemauert und etwa 60 cm am Fuß stark. Bekrönung aus Werkstein oder Metall.

B. Dachdeckungen.

Die angegebenen Dachneigungen sind die tg des Neigungswinkels der Dachflächen.

a. Stein- und Glasdächer.

1. Ziegeldächer.

Dauer etwa 25 Jahre.

α. Flachziegeldächer.

Neigung der Dachflächen nach G. A. d. M. nicht unter 1:1,25. Dachziegel oder Biberschwanz (Dachstein, Glattziegel, Zungenstein), Normalformat 36,5 cm lang, 15,5 cm breit, 1,2 cm stark. Zulässige Abweichung nach Länge und Breite höchstens 0,5 cm, in der Stärke höchstens 0,3 cm.

First-, Grat- oder Hohlziegel, 38 bis 40 cm lang, mit 16 bis 20 cm größerem, 12 bis 16 cm kleinerem Durchmesser, 1,3 bis 2 cm stark, wiegt etwa 2,3 bis 2,6 kg.

Dachspliefse 30 cm lang, 5 cm breit, 3 mm stark, aus Eichen- oder Kiefernholz.

Verhältn. d. Höhe zur Gebäudetiefe beim Satteldach.	1 qm erfordert:	Lattweite von Mitte zu Mitte.	Dachlatten.	Lattziegel.	Dachziegel.	Mörtel.	Spliefsen.	Gewicht f. d. qm (geneigt) einschl. Sparren. kg
		cm	lfd. m	Stück	Stück	cbm	Stück	
$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$	Einfaches Dach . . .	19—20	5,1	5,5	35	0,02	35	90
$\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$	Doppeldach . . .	14	7	7,5	50	0,03	—	120
$\frac{3}{4}$ — $\frac{3}{2}$	Kronendach . . .	25	3,5	4	55	0,03	—	130

Für alle drei Arten 4 Firstziegel f. d. lfd. m erforderlich. Für 1000 Stück Dachsteine (böhmisches) in Kalk zu legen 720 l Mörtel, ebensoviel nur mit Mörtel zu verstreichen 480 l Mörtel.

β. Falzziegeldächer.

Dachneigung nach G. A. d. M. nicht unter 1:1,5. Gewicht 110 kg f. d. qm (geneigt). Sehr verschiedene Formen, gewöhnlich 38 cm lang, 23 cm breit, Lattweite 30 bis 31 cm. Erforderlich f. d. qm 16 Stück Ziegel einschl. Verlust, 3 lfd. m Latten. Ein Falzziegel wiegt 2,75 bis 2,95 kg. Die Ziegel werden bloß an den Dachrändern in Kalk gelegt, sonst trocken. Firstziegel und Kehlziegel besonders geformt.

γ. Pfannendächer oder Breitziegeldächer.

Dachneigung nach G. A. d. M. nicht unter 1:1,25. 1 qm (geneigt) wiegt durchschnittlich 110 kg einschl. Sparren.

1. In den Ostseeländern.

Eine große Dachpfanne ist 39 bis 42 cm lang, 26 cm breit, 1,5 cm stark. Eine kleine sogen. holländische ist 34 cm lang, 26 cm breit, 2 cm stark.

1 qm Pfannendach erfordert bei	Lattweite. cm	Dach- latten. lfd. m	Latt- nägel. Stück	Dach- ziegel. Stück	Mörtel. cbm	Splicesen od. Strohd- docken. Stück
großen Pfannen .	31,5	3,2	3,5	14	0,017	16
kleinen Pfannen .	23,5—26	4	4	20	0,016	19

Außerdem rechnet man 4 bis 5% Verlust und Bruch.

Die Pfannen liegen auf den Dachlatten, letztere auf 2,5 cm starken, 16 cm breiten und 1,25 m von einander entfernten Stecklatten, und diese wieder auf einer Schalung von 2,5 cm starken Brettern mit 5 cm Ueberdeckung. — Firstbohle 16 cm breit, 5 cm stark, darüber auf jeder Seite ein Schalbrett 16 cm breit, hierauf endlich Zinkblech mit 16 cm Vorstofs. Traufbrett 3,5 cm stark.

2. Im Rheinlande.

Eine Pfanne 31 cm lang, 21 cm breit, 1,5 cm stark, wiegt 1,5 kg.

1 qm Pfannendach erfordert:

Lattweite. cm	Dachlatten. lfd. m	Lattnägel. Stück	Pfannen. Stück	Mörtel. cbm	Kälber- haare. kg
29	3,7	8	18	0,0065	0,05
	oder 1,4 Stück kurze " 1 " lange	6			
26	4	9	20	0,0076	0,06
	oder 1,6 Stück kurze " 1,1 " lange	5,5			
23,5	4,4	15	23	0,0087	0,07

Die kurzen Latten je 3 m lang für 1 m, die langen je 4,5 m lang für 0,78 bis 0,94 m Sparrenweite.

Häufig liegt unter dem Pfannendach eine Strohschicht; es erfordert 1 qm Pfannendach 3,5 kg Stroh und 0,0065 cbm Lehm.

Mitunter ist zur First- und Gratsicherung eine Schicht angewandt, zu welcher für 16 lfd. m 1 Fafs Wasserkalk und 0,75 cbm Sand nötig sind.

2. Schieferdächer.

1 qm deutsches Schieferdach (geneigt) wiegt etwa 85 kg einschl. Sparren.

Neigung nach G. A. d. M. bei englischem Schiefer 1 : 1,5 bis 1 : 2, bei deutschem Schiefer 1 : 1 bis 1 : 1,25.

Schieferdächer sind stets auf einer aus schmalen Brettern bestehenden Schalung einzudecken, auf die man auch noch eine Dachpapplage aufbringen kann, um dem Durchdringen von Schnee, Staub und Rufs vorzubeugen. Zur Befestigung der Schiefersteine, wenn thunlich kupferne, mindestens gut verzinkte oder verkupferte Nägel (G. A. d. M.).

Nachfolgende Angaben gründen sich auf die Neigung 1:1,5 bis 1:2; bei sehr hohen Dächern wird der Bedarf um $\frac{1}{8}$ vermindert, bei kleinen runden Kuppeln um 10 bis 12 $\frac{0}{8}$ vermehrt. Auf 10 qm Dachfläche bedarf man zwei Leiterhaken und f. d. lfd. m sechs Stück Bordnägel.

α. Unregelmäßige Platten einschl. Verhau.

1 qm Dachfläche erfordert 55 kg Schiefer, 1,4 Schock Schiefernägel, 1,75 Stück 3 m lange oder 1 Stück 4,5 m lange Schalbretter, 18 bzw. 14 Brettnägel. Hierbei Ueberdeckung oberhalb 2,5 cm weniger als die Hälfte der Tafel, seitwärts 8 cm.

β. Rechteckig bearbeiteter englischer Schiefer bei doppelter Eindeckung auf Schalung oder Latten, mit Nagelung oder kupfernen Haken.

Verbrauch f. d. qm Dachfläche.

Größe. cm	Schiefer. Stück	Lattweite bei		Dachlatten. lfd. m	Gewicht für 1200 Stück Schiefer. kg	Nägel. Stück
		schräger Deckung. cm	gerader Deckung. cm			
61 · 36	10,5	35	28,5	2,90—3,70	3000	24
61 · 30	12,4					
56 · 30	13,7	30	23,5	3,35—4,50	2450	31
51 · 25	18,3					
46 · 23	23,0	28	21	3,65—5,00	1350	50
41 · 20	30,0	25,5	18	3,95—5,85	1050	64

Die Ueberdeckung bei schräger Reihe oberhalb 2,5 cm weniger als die Plattenhälfte, seitwärts 8 cm; bei gerader Reihe oberhalb 2,5 cm mehr als die Plattenhälfte, seitwärts Stosfuge.

3. Glasdächer.*)

1 qm Glasdach von 4 mm st. Glase wiegt etwa 20 kg, 5 mm st. 25 kg, 6 mm st. 30 kg einschl. Sprosseneisen. Ueber Glas s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

Neigung der Glastafeln mindestens 1:3,5, besser 1:2 bis 1:1. Das gewöhnliche Dachglas ist 5 bis 8 mm stark; die Tafeln sind 50 bis 100 cm lang, 30 bis 50 cm breit; sie müssen mit 6 bis 7 cm Ueberdeckung in Kitt verlegt werden.

Die Verlegung geschieht auf 40 bis 50 cm von einander entfernten, parallel zur Sparrenrichtung auf den Fetten befestigten Sprosseneisen aus Walzeisen oder Zinkblech. Sprosseneisen aus Blech bestehen aus einem eisernen, rechteckigen Kern und einer zu beiden

*) Näheres s. Th. Landsberg, Glas- und Wellblechdeckung, Darmstadt 1897.

Seiten liegenden Zinkhülle, die im Querschnitt so gebogen ist, daß sie dem Glas Auflager gestattet, unten aber auch zwei Schweifswasserrinnen bildet. Ein solches Eisen von 45 · 4 mm Querschnitt liegt bis auf 2,5 m frei. Große Glastafeln geben zwar weniger Fugen, werden aber leicht durch Hagelschlag zerbrochen; daher jetzt Glas mit Drahtgitter-Einlage.

Zweckmäßig für die Sprossen sind sehr tragfähige Profile aus Flacheisen mit beiderseits angenietetem L 25 · 25 · 3 mm.

b. Metaldächer.

Neigung 1 : 5 bis 1 : 7,5 (G. A. d. M.). Rücksicht auf Wärmeausdehnung geboten, besonders bei Blei und Zink. Formen: Glatte Tafelbleche, Formbleche, Gufsplatten und Wellenbleche.

1. Bleidächer.

Das Blei wird trotz eines Oelfarbenanstrichs allmählich durch Oxydation zerstört. Auch ist bei der Wahl als Deckungsmaterial seine gefahrvolle Leichtflüssigkeit für den Fall einer Feuersbrunst wohl zu berücksichtigen. Deckung auf Schalung. Neigung $\geq 1 : 3,5$.

Länge der Tafeln bis zu 3 m; Breite 84 cm genügend; Stärke wählt man am besten zwischen 1,5 bis 2 mm.

1 qm Dachfläche erfordert

bei 1,5 mm starken Platten:

Blei	verzinnzte Nägel
21,6 kg	6 Stück

bei 2 mm starken Platten:

Blei	verzinnzte Nägel
30 kg	6 Stück.

Leisten 4 bis 5 cm breit, halbrund; Ueberdeckung auf den Leisten 4 cm; wagerechte Ueberdeckung 5 bis 6 cm mit Lötfläche oder nur auf einander getrieben, bei stärkerer Dachneigung mit liegendem Falz und Haften. Nagelung auf den Leisten in 30 cm Entfernung.

2. Kupferblechdächer.

Dauerhafteste, aber teure Metaldachdeckung (jedoch nur wenig teurer als Blei). Deckung auf Schalung mit stehendem und liegendem Falz. Neigung bei Gesimsen, Altanen f. d. lfd. m bis 4 cm. Haften 8 bis 9 cm lang, 2,5 bis 5 cm breit, in 0,6 bis 0,9 m Entfernung und am Ende jeder Tafel. Stehende Falzen erfordern 9 cm Breite, liegende 4 cm Breite von jeder Tafel.

Verbrauch f. d. qm Dachfläche.

Nr.	Bedarf an		Tafeln.			
	Blech. kg	Haften und Nägeln. kg	Abmessungen.		Gewicht. kg f. d. qm	1 Tafel deckt: qm
			Länge. m	Breite. m		
1.	3,1	0,35	0,94	0,94	2,5	0,72
2.	4,5 6,0	0,39 0,39	höchst. 1,9	0,94	3,8 5,1	1,51
3.	7,4	0,32			0,94		6,3
4.	10,0	0,28	2,5—3,3	0,94	7,6	2,04—2,74

3. Eisenblechdächer.

α. Dächer aus glattem Blech. Schwarz- und Weisblech kaum noch angewandt. Meist verzinkte (auch verbleite) Blechtafeln benutzt, 1,6 m lang, 0,8 bis 1,0 m breit, 0,5 bis 0,7 mm stark. Eindeckung auf Schalung oder Lattung mit stehendem und liegendem Falz und Haften (16 cm lang, 40 cm breit, 1 mm stark in 50 cm Abstand) wie bei Zinkblechdächern. Billiger und tragfähiger, aber nicht so dauerhaft wie Zinkblech. Geringe Wärmeausdehnung; $\pm 0,5$ mm f. d. lfd. m für Abweichungen von der Mitteltemperatur 10°C um $\pm 40^{\circ}$. Dauer der Verzinkung 10 bis 15 Jahre (Anstrich höchstens drei Jahre). Gewicht mit Schalung und Sparren 40 kg f. d. qm (geneigt). Blechsteifigkeit erschwert die Falzbildung. Auch verzinkte Formbleche (Dachpfannen) nach Art der Falzziegel auf Lattung.

β. Wellenblechdächer. Vorteile: Geringes Eigengewicht, Feuer-sicherheit, gute Wasserabführung, grofse Fettenabstände, bei grofsen Blechtafeln wenig Fugen, Unterstützung durch Schalung oder Lattung überflüssig. Nachteile: Grofse Wärmeleitungsfähigkeit, daher im Winter kühl, im Sommer warm, Schweißwasserbildung und Geräusch bei Regenfall.

1. Fettendächer. Meist verzinktes flaches oder Träger-Wellenblech verwandt (vergl. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde). Eisenfetten aus L, T, I, Z oder E-Profilen in 1,75 bis 2,25 m Abstand; über 2,5 m nicht ratsam. Zulässige Biegungsspannung des Wellenbleches $k_b = 500$ bis 600 kg f. d. qcm. Gewicht einschl. Fetten 20 bis 25 kg f. d. qm Dachfläche (geneigt). Blechstärke (unverzinkt) ≥ 1 mm. Profile von 100 bis 120 mm Wellenbreite und 50 bis 70 mm Wellentiefe am gebräuchlichsten. J und W s. Abteil. I. S. 324. Geringste Dachneigung 1:4. Niete verzinkt (bei besseren Ausführungen aus Kupfer) 5 bis 6 mm stark, zwischen Blech und jedem Nietkopf ein Blechplättchen. Schrauben 7 bis 8 mm stark. Stofsfugen (senkrecht zum Dachfirst) meist ohne Versatz, d. h. vom First bis zur Traufe durchlaufend, stets im Wellenberg, bei 5 bis 7 cm Ueberdeckung vernietet. Nietteilung 25 bis 30 cm, an den Tafelenden 15 bis 20 cm. Lagerfugen mit 8 bis 18 cm Ueberdeckung bei Dachneigungen 1:1,5 bis 1:4, über den Fetten. Bei möglichem Unterwind: Tafeln am oberen Ende mit der Fette vernietet, jede vierte oder fünfte Welle ein Niet; am unteren Ende mittelst Haften (Bügel aus verzinktem Eisenblech, 3 bis 5 mm stark, 3 bis 5 cm breit, Länge dem Fetten- und Wellenblech-Profil entsprechend) auf 3,5 cm frei unter den Fettenflansch greifend; letzterer möglichst der Dachfläche parallel. Haften mit zwei oder drei Nieten an jedem zweiten oder dritten Wellenberg angeschlossen. Ist Unterwind nicht möglich, so wird der obere Tafelrand nicht mit der Fette vernietet, sondern nur durch die Ueberdeckung der nächst oberen Tafeln gehalten. Firstbildung bei doppelter Firstfette mittelst Firstkappen aus Wellenblech oder Zackenblech, bei einfacher Firstfette mittelst gebogener Wellenblechtafel, die mit den beiderseitig

anstoßenden Tafeln vernietet und mit der Firsfette verschraubt ist; bei gewöhnlichen Tafelbreiten genügen je vier Schrauben. Grate, Kehlen, Traufen und Wandanschlüsse sind regen- und schneedicht anzuordnen. Schweißwasserbildung möglichst beseitigt durch eine innere Decke aus schlechten Wärmeleitern (Rabitzputz), an den unteren Fettenflanschen angebracht.

2. **Freitragende (Tonnen-) Dächer***) aus gebogenem Trägerwellblech. Stofsugen wie unter 1., Lagerfugen durch zwei, besser drei Nietreihen (Niete 6 mm stark) verbunden. Horizontalschub alle 3 bis 4 m durch Zugstangen aufzuheben; Zugstangen am Dach aufzuhängen. Für Stützweiten bis 30 m ausgeführt. Dachstuhl und Fetten entbehrlich. Auflager: durchlaufendes **C**-Eisen auf Stühlen, in 3 bis 4 m Abstand.

4. Zinkblechdächer.**)

Gewicht f. d. qm (geneigt) mit Schalung und Sparren 40 kg. Geringste Dachneigung zweckmäfsig 1:3, jedenfalls nicht unter 1:6, besser nicht unter 1:4. Gröfse der Tafeln praktisch 1,0 · 2,0 m. Für Privatgebäude Blech Nr. 12 oder 13 ausreichend, für monumentale Bauten mindestens Nr. 14. Bei steileren Dächern werden Quernähte einfach gefalzt, bei Dächern unter 18° Neigung gelötet. Um zu verhindern, dafs bei Sturm Regenwasser durch die Falzen getrieben wird, macht man den Falz oben am Deckblech 32 mm, und den Falz unten am folgenden Deckblech, der in den vorhergenannten Falz kommt, 28 mm breit. Zum Befestigen an der Schalung dienen Haften aus starkem Zinkblech, weil Nägel in der Blechdeckung schädlich. Zinkbleche s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

Bei gutem Material und sorgfältiger, die Längenveränderung bei Temperaturwechsel berücksichtigender Verlegung als leicht, billig und dauerhaft sehr empfehlenswert, jedoch nicht für Orte mit starker Fabrikthätigkeit, weil Rufs das Zinkblech sehr bald zerstört. Ebenso nicht über frischem Kalk- oder Cementmörtel zu verlegen. Ohne Anstrich, auf Schalung. Wärme-Ausdehnung 0,9 mm f. d. lfd. m für die Mitteltemperatur + 10° C überall zu berücksichtigen.

1. **Falzensysteme.** *a*) Einfache Falzen auf allen vier Blechseiten, an zwei zusammenstoßenden Seiten nach oben, an den beiden anderen nach unten. Für Dächer nur noch selten, dagegen für Wandbekleidung öfters verwandt. *β*) Stehende Doppelfalzen in der Fallrichtung, Quernähte einfach gefalzt oder gelötet.

10 qm Dachfläche erfordern ungefähr 11 qm Blech.

2. **Leistensysteme.** Diese gestatten den Deckblechen freiere Bewegung. *a*) Wusterhausensches System; Tafeln an den Leisten aufgekantet, und oben eingekantet; in diese Einkantung wird der die Leisten bedeckende Streifen eingehängt. *β*) Eng-

*) Vergl. A. Böllinger, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890 Nr. 46 u. 47; 1891 Nr. 10 (Belastungsdiagramm).

**) Näheres s. F. Stoll, Das schlesische Zinkblech und seine Verwendung im Baufache. II. Aufl. Lipine 1885.

lisches System. Tafeln mit halbrunden Wulsten an den Längsseiten, die sich überdecken, und darunter halbrunde Holzleisten.

γ) Belgisches oder Rheinisches System. Leiste oben breiter als unten, Haften, die unter der Leiste durchgehen, halten die Tafeln, welche senkrecht aufgekantet sind. Deckstreifen greift in die Haften ein. δ) Französisches System. Leisten oben schmaler wie unten, Haften wie bei γ, halten die Tafeln, die im Winkel nach den Leisten umgekantet sind. Deckbleche nur leicht eingekantet, ohne einzugreifen. ε) Fricksches System. Leisten oben nach beiden Seiten abgedacht, ebenso Deckblech, das in die Einkantung der Tafeln mit einem Wulst herumgreift. Haften unmittelbar unter dem Deckblech. Nur für steilere Dächer und stärkeres Blech geeignet.

10 qm Dachfläche erfordern etwa 10,5 qm Blech, 1,1 qm Deckleisten, 10 lfd. m Holzleisten.

3. Rautensysteme. Quadratische oder rautenförmige Tafeln mit wulstartigen Falzen. Diagonalen der Tafeln liegen in der Fallrichtung.

α) Quadratische Rauten. 10 qm Dachfläche erfordern 13,3 qm Blech Nr. 13 zu Rauten von 0,6 qm Größe, 0,2 qm Blech für angelötete Haften an der Spitze, 0,8 qm Blech für lose Haften in den Seitenfalzen. β) Patentrauten. 10 qm Dachfläche erfordern etwa 31 Rauten von 0,6 qm Größe. γ) Spitzrauten. Befestigung mit zwei Nägeln ohne Haften, 10 qm Dachfläche erfordern 135 Spitzrauten von 58 cm Länge und 29 cm Breite. Gewicht f. d. qm Dachfläche bei Nr. 12 8,2 kg.

4. Rinnensysteme. α) mit Fugenschließser. Kastenrinnen in Abständen von etwa 1,93 m, oben eingekantet. In diese Einkantung werden die wulstartig gefalzten Deckbleche eingeschoben. Die frei bleibende Fuge wird durch den Fugenschließser, einen Streifen, der nach den Wulsten der Deckbleche eingebogen ist, geschlossen. β) ohne Fugenschließser. Die mit einem Dreikant gefalzten Deckbleche stoßen ziemlich fest zusammen und werden in Vorsprungstreifen mit Falzen und Abkantung eingehängt.

5. Schuppensysteme. Schuppen eingepreßt. Aehnlich wie Rauten befestigt, oder auch nur übereinander gelegt und gelötet. Hauptsächlich für Mansardendächer, Kuppeln u. s. w. verwandt.

6. Wellblechsyste. Tafel der Zinkwellenbleche s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde. Fettenabstand 0,65 bis 1,10 m, je nach dem verwandten Profil A bis D, bei Blech Nr. 15. Geringere Stärken (Nr. 12 bis 14) sind nicht ratsam. Gewicht einschl. Fetten 25 bis 30 kg f. d. qm Dachfläche (geneigt). Fugen bleiben unverbunden. Stofffugen stets im Wellenberg, 5 bis 7 cm lang. Lagerfugen über den Fetten, mit 8 bis 18 cm Ueberdeckung bei Dachneigungen 1:1,5 bis 1:3. Befestigung an den Eisen-Fetten durch Haften (Zinkblech Nr. 16 bis 18), an dem Unterteile der Tafeln angelötet, greifen mit mindestens 35 mm unter den oberen Fettenflansch. Bei Holz-Fetten statt der Haften Winkelhaken in angelötete Oesen greifend.

Alle zwei oder drei Wellen eine Hafte oder Oese. — Wellenblech nach Profil *E* auf Schalung oder Lattung, in den Stofs- und Lagerfugen gelötet, wenn die Bleche der Breite nach gewellt; sind diese der Länge nach gewellt, bei steileren Dächern, so sind nur die Lagerfugen verlötet, die Stosfugen offen.

c. Dächer aus bituminösen Stoffen.

1. Asphalttächer.

Nur noch als Abdeckung von Balkonen, Terrassen u. s. w. im Gebrauch, daher nur mit sehr geringem Gefälle. Asphalttschicht doppelt, je 1 cm stark, am besten auf Betonunterlage von 13 bis 15 cm Stärke oder unmittelbar über Gewölben. Die untere Schicht bleibt rauh, die obere wird geglättet. Das Anlegen von eisernen Stäben, welches die Fugenbildung begünstigt, ist zu vermeiden. An den Wänden 1 bis 1,5 cm hohe Wasserkanten.

2. Teerpapptächer.

1 qm Dachfläche einschl. Sparren wiegt 35 kg. Neigung nach G. A. d. M. nicht unter 1:7,5. Schalung 2,5 cm stark; Spundung vorteilhaft, jedoch nicht unbedingt erforderlich. Bretter bis 20 cm breit, mit versetzten Stößen aufgenagelt. Bei enger Sparrenteilung (0,9 bis 1,0 m) auch 2 cm starke ungespundete Bretter.

Eindeckung mit Dreieck-Leisten von 6,5 cm Grundlinie und 3,3 cm Höhe, welche mit Drahtnägeln (Nr. 19/36) in Entfernungen von etwa 0,75 m auf die Schalung genagelt werden. Die Leisten sind genau geradlinig in Entfernungen von 0,98 m zu befestigen und zwischen ihnen die 1 m breite Rollen-Dachpappe ohne Falten so aufzubringen, daß ihre Ränder an den inneren Flächen der Leisten hinaufreichen, wo sie angeheftet werden. Darüber werden Kappen von 10 cm breiten Pappstreifen aufgebracht, welche in 5 bis 6 cm Entfernung mit Drahtnägeln (Nr. 16/12 bis 16½/12) genagelt werden.

Am First überdecken sich die Pappbahnen und Kappstreifen um etwa 10 cm, ebenso da, wo ein Zusammenstoßen der Rollenpappe nötig wird, um etwa 8 cm.

Die Kappen, die Nähte und die Traufkanten werden mit einem Gemisch von Steinkohlenteer mit Dachasphalt überzogen, der nach dem Erstarren die Zähigkeit weichen Peches hat. Dann folgt Ueberziehen der ganzen Dachfläche mit kochendem Steinkohlenteer, dem etwas Asphalt zugesetzt wird, und Bestreuen mit trockenem, scharfem Sande. Erneuerung des Anstriches erst, wenn der alte zu schwinden beginnt und die Pappe zu Tage tritt.

Eindeckung ohne Leisten, nur für vorübergehende Zwecke oder geringere Gebäude zu empfehlen. Die Rollendachpappe wird in waggerchter Richtung von der Traufkante ab mit 4 cm Ueberdeckung aufgebracht. Nagelung 5 cm weit und 2 cm von der Kante; wird (wie oben) mit Asphaltkitt überzogen und die ganze Dachfläche geteert und abgesandet.

1 qm Pappdach mit bester Pappe auf Dreieckleisten erfordert:

Pappe.	Leisten. lfd. m	Nägel.		Asphalt. kg	Steinkohlenteer. l
		19/36 Stück	16½/12 Stück		
1,05 qm etwa = 3,0 kg	1,05	3	60	0,3	0,6

1 qm Pappdach von geringerer Pappe ohne Leisten erfordert:

Pappe.	Nägel. 16/12 Stück	Asphalt. kg	Steinkohlenteer. l

Bessere Gebäude werden jetzt häufig mit einer doppelten Lage von Dachpappe eingedeckt. Untere Lage parallel zur Traufe mit 6 bis 8 cm Ueberdeckung und 8 bis 10 cm weiter Nagelung des oberen Randes; darüber Sicherheitsdrähte in 1 m Abstand, von der Traufe bis zum First in Entfernungen von 92 bis 94 cm angenagelt, darauf dicker Anstrich mit Isoliermasse und Aufkleben der Decklage mit ebenso zur Traufe parallelen Bahnen, jedoch mit halber Breite begonnen. Nagelung wie bei der unteren Lage; schliesslich Anstrich wie beim Leistendach.

3. Holzcementdächer.

Gewicht f. d. qm Dachfläche einschl. Sparren und Schalung etwa 180 kg. Dachneigung nach G. A. d. M. 1:18 bis 1:20.

Sparrenweite 0,7 bis 0,8 m. Stärke: 12 · 15 bis 13 · 18 cm. Dachschalung gespundet, 2,5 bis 3,5 cm stark. Auf die Schalung wird zunächst 2 bis 3 mm hoch feiner, trockener Sand gesiebt. Darauf entweder vier Papierlagen oder eine Dachpappe- und drei Papierlagen. Die Papierrollen sind 1 bis 1,05 m breit, werden im Verbands mit 15 cm Ueberdeckung aufgebracht bezw. mit flüssigem Holz- oder Vulkancement (besonders zubereiteter Steinkohlenteer) durchweg bestrichen und übereinandergeklebt. Die vierte Papierlage erhält einen etwas stärkeren Holzcementanstrich, auf welchen wieder 1 bis 1,5 cm hoch feiner Sand gesiebt wird. Darauf folgt eine grobe Kiesschicht 5 bis 8 cm stark, welche in ihren oberen Schichten zum Schutz gegen Abspülen mit Lehm oder Chausseeschlick zu vermischen ist.

Die Zinktraufkante wird aufgenagelt und zwischen die Papierlagen geklebt. Eine starke Kieseiste, durch aufgelötete dreieckige Nasen abgestützt, von Zink Nr. 14 oder 15, hält die Kiesschicht vor der Kastenrinne zusammen und dient mit ihren Löchern als Filter. Für guten Luftzug unter der Schalung ist zu sorgen.

d. Dachrinnen und Abfallrohre.

Gefälle der **Dachrinnen** etwa 1:120. Für kleinere Gebäude 15 bis 20 cm breit und mindestens 7 cm tief; für gröfsere 20 bis 25, bezw. 10 cm. F. d. qm Grundfläche des Daches etwa ein mittlerer Querschnitt der Rinne von 0,8 bis 1 qcm. Befestigung der Rinnen durch Haken alle 0,8 bis 1,25 m notwendig. Die vordere Kante der Rinne mufs tiefer liegen als die hintere, damit bei Verstopfungen oder starken Regengüssen das Wasser stets nach ausen und nicht nach dem Dache zu überläuft.

Abfallrohre in 15 bis 25 m Entfernung. Weite der Abfallrohre gewöhnlich 13 bis 15 cm; Querschnitt 1,0 bis 1,2 qcm f. d. qm Grundfläche des Daches; Befestigung durch Schelleisen alle 1,5 bis 3,0 m.

V. AUSBAU. *)

A. Treppen.

Bequeme Steigungsverhältnisse ergeben sich, wenn man rechnet:

Auftritt + 2-mal Steigung = 62 bis 64 cm; oder besser

$\frac{4}{3}$ Steigung + Auftritt = 52 cm.

Haupttreppen: in Wohngebäuden 1,3 bis 2 m, in öffentlichen Gebäuden 3 m breit, gewöhnlich 16 bis 17 cm Steigung und 31 bis 29 cm Auftritt. Palasttreppen 13 bis 15 cm Steigung, 34½ bis 32 cm Auftritt; gewöhnliche Treppen 18 zu 28 (in Berlin gewöhnlich sechs Stufen f. d. lfd. m Höhe); Nebentreppen 20 zu 25½ cm bei 1 bis 1,1 m Breite. (Nach G. A. d. M. 19 zu 25 cm.) Am bequemsten 16 zu 30,7 cm. Breite des Auftritts nie unter 22 cm, Steigung höchstens bis 24 cm. Das einmal gewählte Steigungsverhältnis ist bei derselben Treppe möglichst für alle Geschosse beizubehalten. — Zwischen zwei Treppenläufen mindestens 2,2 m freie Höhe. Nicht mehr als 18 und nicht weniger als drei Stufen in einem Treppenlauf, gewöhnlich 12 bis 15. Podest meist ebenso breit wie jener.

Wangen von Holztreppe gewöhnlich 5 bis 8 cm (an der Wand schwächer); Trittstufen 4 bis 5 cm, Setzstufen 2 bis 2,5 cm stark. Stufen 2,5 cm in die Wange eingelassen oder aufgesattelt. Geringste Wangenhöhe aufgesattelter Treppen 15 cm.

Auf zweckmäfsige Anordnung der Kellerhölse ist zu achten; insbesondere mufs hinter der zum Keller führenden Thür ein in Höhe der äufseren Schwelle befindlicher Auftritt von wenigstens 25 cm Breite vorgesehen werden. (G. A. d. M.)

*) Näheres s. Promnitz, Der Holzbau; Wanderley, Baukonstruktion; Baukde. des Architekten; Gottgetreu, Mauer- und Zimmerkonstruktionen.

B. Decken.

Belastungen vergl. S. 270 u. f.

a. Holzdecken.

1. Balkenlage.

In Wohngebäuden auf 1 qm etwa 1,6 bis 0,8 lfd. m Balken.

Balkenweite je nach Stärke der Balken und Dielung in Lager- räumen für schwere Gegenstände höchstens 0,8 m, in Wohngebäuden 0,8 bis höchstens 1,05 m von Mitte zu Mitte. Gewöhnliche Ent- fernung 0,95 m. Für eine Decken-Gesamtlast von 500 kg f. d. qm ergibt sich bei $k_b = 80$ kg f. d. qcm zulässiger Beanspruchung des Holzes folgende

Tafel der Balkenstärken.

Freie Länge. m	Balkenweite von Mitte zu Mitte:	
	0,9 m	1,0 m
3,0	13 · 17 cm	13 · 18 cm
3,5	14 · 19 "	14 · 20 "
4,0	15 · 21 "	16 · 22 "
4,5	17 · 22 "	18 · 23 "
5,0	18 · 24 "	19 · 25 "
5,5	19 · 26 "	20 · 27 "
6,0	21 · 27 "	21 · 28 "

Balken höchstens 6 m freitragende Länge; nach G. A. d. M. höch- stens 5,6 m. Für gröfsere Längen als 6 m verlangt die Baupolizei in Berlin den Nachweis der Tragfähigkeit durch Rechnung.

Verzahrter Träger. Höhe = $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{12}$ der Spannweite, Sprengung $\frac{1}{60}$ der Länge. Zahnhöhe $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ der Trägerhöhe, Zahnlänge < 1 m.

Verdübelter Träger. Dübel aus Hartholz in Entfernungen von h bis $2h$, Breite = $0,5h$, Höhe = $0,1h$, wobei h die Trägerhöhe. An den Auflagern zweckmäfsig mehrfache Verbolzung, nach der Mitte zu desgl., in gröfsen Abständen.

2. Versteifung und Unterstützung von Holzdecken.

Kreuzstaken, Holzstücke im Querschnitt von 4 cm Höhe und 2,5 cm Breite, zwischen die Balken kreuzweise mit eingelassenen Enden gesteiift, die lotrechten Kreuze in 2 bis 2,3 m Entfernung von einander. Die Balken sind durch quergelegte Zuganker zu- sammen zu halten.

Spannbohlen, von der Höhe der Balken und 5 cm breit, mit schräg abgeschnittenen Enden von oben zwischen die Balken gekeilt. Auch hier Zuganker erforderlich.

Unterzüge. Durch Unterstützung der Balken mittelst eines Unterzuges sind Decken bis zu 9,5 m Spannweite herzustellen bei Annahme der gebräuchlichen größten Balkenstärken.

Unterzugständer, zur Stützung der Unterzüge, gewöhnlich in Entfernungen von 3 bis 4 m von einander. Durch Anwendung von unter 45° geneigten Kopfbändern oder wagerechten Sattelhölzern kann der Unterzug bis auf 2 m Entfernung von dem Ständer gestützt werden, und es kann die Entfernung der Ständer von einander bis 8 m betragen.

Die Stärke **hölzerner Säulen** betrage bei quadratischem Querschnitt $(16 + h)$ cm bis $(16 + 1,3 h)$ cm, wenn h die Höhe in m.

Besser Berechnung auf Druck- bezw. Knickfestigkeit; vergl. Abteil. I. S. 348.

3. Herstellung weit gespannter Holzdecken.

(Berechnung vergl. S. 251.)

1. Sprengwerke. Mit dem einfachen Sprengwerke (die Strebenköpfe in einen wagerechten Hauptbalken eingeschnitten, der die Balkenlage trägt, oder alle 3 bis 4 m einen Unterzug stützt) läßt sich eine Decke von 7,5 bis 9 m Spannweite herstellen.

Der doppelte Sprengbock mit einem Spannriegel, der zwischen zwei von den Streben gestützten Unterzügen liegt oder mehrere Unterzüge trägt, ist bis 12 m Spannweite zulässig. Spannriegel und Streben läßt man stumpf zusammenstoßen; Anwendung von gußeisernen Schuhen zu empfehlen.

2. Hängewerke. Der einfache Hängebock für eine Spannweite von 7,5 bis 10 m; der doppelte bis etwa 15 m Weite. Die beiden Hängesäulen am besten etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Spannweite von einander entfernt. Im allgemeinen ist der Hauptbalken bei leichten Konstruktionen alle 5 bis 6 m, bei schwereren alle 4 bis 5 m durch eine Hängesäule zu fassen. Bei größeren Spannweiten ist dies durch Vereinigung von mehreren einfachen oder von einfachen mit doppelten Hängeböcken zu erreichen.

Vorteilhafteste Neigung für die Streben der Spreng- und Hängewerke 30 bis 45° gegen die Wagerechte; Grenzen 25° und 60° .

Die hölzernen Hängesäulen ersetzt man vorteilhaft durch eiserne, zum Nachziehen eingerichtete Zugstangen.

4. Auflager der Balken.

Es genügt, die Länge des Auflagers gleich der Balkenhöhe zu nehmen, gewöhnlich aber 25 bis 30 cm. Die Balkenköpfe dürfen mit dem Mauerwerk nicht in unmittelbare Berührung kommen; ein Zwischenraum von 2,5 bis 4 cm besonders auf der Hirnseite erforderlich.

Mauerlatten, 10 · 13 bis 13 · 13 cm stark, sind nur auf Mauerabsätzen statthaft und dürfen nur aus kernigem, ausgewachsenem Holze bestehen. Man lege sie bündig mit der darunter befindlichen Mauerkante. (Gewöhnlich nur für die Dachbalkenlage verwandt.)

Zur **Verankerung der Frontmauern** sind einzelne Balken von der einen Mauer zur anderen durchzuführen. Als Ankerbalken dürfen nur die über Mauerpfeilern liegenden benutzt werden. Schiene des Balkenankers, welche an den Balken befestigt wird, im ganzen etwa 1 bis 1,25 m lang, 1 cm stark und 4 bis 5 cm breit; Befestigung durch Nägel und durch eine vor einer Endverdickung eingeschlagene Kramme. Die Oese am anderen Ende hält den lotrechten Ankersplint oder Riegel von ungefähr 1 m Länge und 1,5 · 4 cm Stärke. **Giebelwände** durch Zuganker, die über drei bis vier Balken hinweggehen, verankert.

5. Windelboden. 1 qm gestreckter Windelboden erfordert einen Lattstamm, 7,5 m lang, 12 cm in der Mitte stark, 0,4 cbm losen Lehm, 0,3 Bund Stroh. — 1 qm halber Windelboden 13 cm hoch, die Balken nicht in Abzug gebracht, erfordert 0,025 cbm Stakholz, 0,1 cbm losen Lehm, 0,3 Bund Stroh. — 1 qm ganzer Windelboden 26 cm hoch, die Balken (in etwa 1 m Weite) nicht in Abzug gebracht, erfordert 0,025 cbm Stakholz, 0,16 cbm Lehm und 0,42 Bund Stroh. — Für jedes weitere cm Balkenhöhe treten 0,008 cbm Lehm und 0,02 Bund Stroh f. d. qm hinzu.

b. Massive Decken.

Verankerungen der I-Träger sind vorzusehen.

1. Preussische Ziegelkappen zwischen I-Trägern. Anordnung s. S. 299, Eigengewicht s. S. 270.

2. Monier-Decken. α) **Gewölbte Decken** zwischen I-Trägern, bestehen aus Eisengerippe mit Cementmörtel-Umhüllung (Patent G. Wayfs & Co.) und erhalten durch eingelegte Drahtgeflechte grofse Widerstandsfähigkeit. Bei 4,5 m lichter Weite beträgt der Gewölbstich nur 0,4 m bei 5 cm Stärke des Gewölbes, das Eigengewicht 115 kg f. d. qm, die zulässige Nutzlast (auch einseitig) 1500 kg f. d. qm. Bei 8 m lichter Weite Gewölbstich nur 0,75 m, bei 5 cm Scheitel- und 8 cm Kämpferstärke, Eigengewicht 140 kg f. d. qm, zulässige Nutzlast = 2500 kg f. d. qm.

Unterzüge und Wechselträger über Fenstern können dabei meist vermieden werden; die Säulenreihen der Kappenträger (etwa alle 4 m) durch Anker verbunden.

Nach Versuchen in Budapest (1890) ist die Festigkeit eines Monier-Bogens 5,2-mal so grofs, wie diejenige eines gleich starken Beton-Bogens; ferner einer ebenen Monier-Platte 12-mal so grofs, wie die einer gleich starken ebenen Beton-Platte.

β) **Ebene Decken** mittelst Hartgipsdielen, u. zw.:

1. bei Holzdecken an Stelle von Stakung und Lehmstrich, 5 bis 7 cm stark,
2. als Deckenverkleidung statt Schalung, Rohr, Putz, 2,5 bis 3 cm stark,
3. bei gewölbten Decken auf die Unterflansche der I-Träger, 5 bis 7 cm stark,

4. Doppeldecken aus zwei rhomboid. Einschwenkplatten zwischen I-Trägern (für Linoleum, Parkett oder Dielung).
3. **Rabitzdecken** aus Gips und Drahtgeflecht. Zur Bildung ebener Decken bei Ziegelkappen, auf die Unterflansche der I-Träger gelegt, durch Fl. E. 60·8 mm (alle 0,75 m) getragen.
4. **Betondecken**, gestampft. (Vergl. S. 313.)
5. **Wellenblechdecken** aus geradem oder gebogenem Trägerwellenblech.

C. Fußböden.

a. Brettfußböden.

Für gewöhnlich dient die Balkenlage der Decke zur Befestigung des Fußbodens. Ist dieser jedoch über Gewölben oder auf den Erdboden zu verlegen, so müssen die alsdann nötigen Lagerhölzer von etwa 10·12 bis 12·15 cm Stärke in eine von verwesenden Stoffen freie, trockene Auffüllung, etwa 0,8 bis 1,1 m von einander entfernt, gebettet werden. Bei Verlegung der Lagerhölzer auf den Erdboden ist die Auffüllung von trockenem Sand, Lehm u. s. w. besonders sorgfältig auszuführen, da leicht Schwammbildung erfolgt; dünne Salzlagen schützen dagegen. Am besten verlegt man aber die Lagerhölzer auf kleine Mauerpfeiler und sorgt durch zweckmäßig angebrachte Oeffnungen in den Mauern mit Zuhülfenahme der Ofenheizung für beständigen Luftzug. Auch kann man Riemenfußboden wählen, welcher auf einer Unterpflasterung oder Betonschicht in Asphalt eingebettet werden muß.

b. Pflaster.

1. **Gewöhnliches Steinpflaster.** Die einzelnen Steine seien möglichst von gleicher Größe.

2. **Feldsteinpflaster.** 10 qm von 21 cm Stärke erfordern 2 cbm Steine, 1,6 bis 0,4 cbm Kies; von 13 bis 16 cm Stärke 1,6 cbm Steine. 1 qm Lütticher Pflaster erfordert 1 qm behauene, aufgesetzte Steine. Wölbung 1:36.

3. **Fliesenpflaster** wird in Kalk-, Gips- oder (besonders im Freien) Cementmörtel gelegt. 10 qm erfordern 0,25 cbm Mörtel und 0,8 bis 1,6 cbm Sand als Unterbettung; bei größeren und kleineren Fliesen rechnet man auf je 8 cm größere bzw. geringere Seitenlänge 0,03 cbm Mörtel weniger oder mehr.

4. **Holzpflaster** aus Würfeln von 20, 25 oder 30 cm Seite erfordert f. d. qm bzw. 25, 16 und 12 Stück Würfel. Holzpflaster (für Strafsendämme) aus Klötzen von 16 cm Höhe, 20 bis 25 cm Länge und 10 cm Breite verwandt. Die Unterlage besteht aus einer ebenen Sandbettung von 20 cm Stärke, auf der eine doppelte Lage von geteerten Brettern mit gedeckten Fugen liegt. Je zwei Klotzreihen sind durch eine Leiste von 2 cm Stärke getrennt und festgehalten. Fugen mit Asphalt ausgefüllt; die ganze Pflasterfläche noch mit Kies von Erbsengröße überschüttet.

5. **Ziegelpflaster.** 1 qm flachseitig in Sand verlegt, mit ausgegossen-
nen Fugen, erfordert 32 Stück Ziegel, 8 l Mörtel. 1 qm flachseitig
mit 12 mm Mörtelbettung 32 Stück Ziegel, 17 l Mörtel. 1 qm
hochkantig ohne Mörtelbettung 56 Stück Ziegel, 15 l Mörtel. 1 qm
hochkantig mit Mörtelbettung 56 Stück Ziegel, 30 l Mörtel.

c. Estriche.

1. **Asphalt-Estrich.** Fußboden in Kellern, Küchen, Speichern
oder in Pferdeställen, zu Bürgersteigen u. s. w. auf flachem oder
hochkantigem, vollgefugtem Ziegelpflaster oder 8 bis 15 cm starkem
Beton erfordert f. d. qm, 2 cm stark: 40 kg Asphalt, 2 kg Goudron,
20 kg Kies. Für größere Stärken entsprechend mehr. Für beson-
ders gute und haltbare Ausführungen legt man erst eine Asphalt-
schicht in halber Stärke und dann auf diese als Unterlage die zweite
Schicht (s. auch S. 321).

Bürgersteig, 1,3 cm stark, erfordert f. d. qm 7 kg Asphalt
und einen gleichen Raum Sand oder Grand.

2. **Kalkmörtel-Estrich** (Venetianisches Terrazzo) erfordert f. d. qm:

Grobgestampfte Dachziegel.	Feines Ziegelmehl.	Marmor- stücke.	Gelöschten Kalk.	Erdfarben.	Leinöl.
0,11 cbm	0,04 cbm	14 kg	0,96 cbm	0,4 bis 0,5 kg	0,2 kg

Er wird in zwei Lagen aufgetragen; die untere ist 10 cm stark
und besteht aus $3\frac{1}{2}$ R.-T. grob gestampften Dachziegeln, 1 R.-T.
gelöschtem Kalk und 1 bis 2 R.-T. Ziegelmehl, in welche Mischung
Marmorstücke gedrückt werden.

3. **Lehm-Estrich.** In Dreschtennen 26 bis 31 cm, in Zimmern
13 bis 16 cm, auf Dachbalkenlagen 6 bis 8 cm stark. 1 qm, 8 cm
stark, erfordert 0,1 cbm gegrabenen Lehm und 0,1 bis 0,2 Bund
Krummstroh.

Scheunentennen-Estrich. 1 qm, 31 cm stark, erfordert
0,47 cbm gegrabenen Lehm und 0,01 Tonne Teergalle.

4. **Beton-Estrich,** 10 cm stark (8 cm Betonierung, 2 cm starker
Ueberzug von Cementmörtel) erfordert 50 l Mörtel.

D. Fenster und Thüren.

1. **Fenster-Flügel.** 0,5 bis 0,8 m breit, 3 bis 5 cm stark.

2. **Fenster-Kreuz.** 4 bis 5 cm breit, 8 cm stark.

3. **Fenster-Rähme** erfordern bis 1,4 m Höhe auf jeder Seite
zwei, bis 2,5 m Höhe auf jeder Seite drei Bankeisen, und an 4 cm
starkem Brett $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ der lichten Fensteröffnung. (Hierbei ist das
stärkere Holz auf 4 cm Stärke zurückgeführt.)

4. **Windeisen.** 7 mm breit, 2 mm stark.

5. **Fenster-Anstrich.** Verhältnis der lichten Fensteröffnung (ohne
Fensterbrett) zur Anstrichfläche wie

1:	$2\frac{1}{2}$	bei	zweiflügeligem	Fenster,
1:2	bis $2\frac{1}{2}$	"	vier-	"
2:	$1\frac{1}{2}$	"	sechs-	"

Die Holzbreiten dürfen nicht über 6,5 cm betragen.

6. **Fensterscheiben.** In der Regel Scheiben von mehr als 50·70 cm zu vermeiden, um Unterhaltungskosten herabzumindern. Für Scheiben bis zu einer Gröfse von 30·40 cm genügt eine Stärke von 1,5 mm (halbweisses Glas); von mehr als 30·40 cm bis zu 40·70 cm eine Stärke von 2 mm (Rheinl. $\frac{1}{4}$ Glas) und von mehr als 40·70 cm bis 80·100 cm eine Stärke von 3 mm (Rheinl. $\frac{3}{4}$ Glas). Für noch gröfsere Scheiben mufs Doppelglas ($\frac{3}{4}$ Glas), $\frac{1}{4}$ mm stark bezw. Spiegelglas vorgesehen werden (G. A. d. M.).

7. **Thürzarge** bedarf an Holz die doppelte lichte Höhe und Breite der Thür + 1,5 m.

Für Thüröffnungen in Wänden von 25 cm Stärke und darunter sind stets Bohlenzargen, für solche in Wänden von 38 cm und darüber aber in der Regel Kreuzholzzargen vorzusehen. Thürdübel sollen nur dann in Wänden von 38 cm Stärke und darüber angewandt werden, wenn es sich nicht um Räume handelt, deren Thüren viel benutzt werden. (G. A. d. M.)

8. **Lattenthüren.** Für zwei Leisten und eine Strebe rechnet man $\frac{1}{6}$ der ganzen Fläche, für zwei Friese $\frac{1}{6}$; ausserdem f. d. qm 9 lfd. m Latten und 20 Lattnägel.

E. Lüftung geschlossener Räume.*)

a. Notwendigkeit des Luftwechsels.

Regelmässiger Luftwechsel in geschlossenen, von Menschen benutzten Räumen ist wesentlich nötig wegen der infolge Ausatmung und Ausdünstung hervorgerufenen Ausscheidung von organischen Produkten, Wasserdampf und Kohlensäure, wegen der Verbrennungsprodukte der Beleuchtung, wegen der von Menschen, Tieren und Beleuchtung an die Luft abgegebenen Wärme und endlich wegen der infolge mechanischer oder chemischer Prozesse bewirkten Beimengung der Luft von Staub, Rauch, Gasen u. s. w.

b. Gröfse des Luftwechsels.

Die Gröfse des stündlichen Luftwechsels kann unter der Bedingung zugfreier Lüftung und unter Annahme eines Raumes mittlerer Gröfse mit nur einem Zuluftkanal höchstens den fünffachen

*) Vergl. H. Fischer, Heizung und Lüftung der Räume. Handb. der Architektur, Bd. 4. — Grashof, Theoretische Maschinenlehre. — Paul, Lehrbuch der Heizungs- und Lüftungstechnik. — Pécelet, Traité de la chaleur. — Redtenbacher, Der Maschinenbau. — Valérius, Les applications de la chaleur. — Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung.

Rauminhalt des zu lüftenden Raumes betragen; nach dieser Bedingung ist der unter Zugrundelegung der folgenden Bestimmungen ermittelte Luftwechsel stets einer Prüfung bezw. Abänderung zu unterwerfen.

Nach von Pettenkofer ist die Verunreinigung der Luft sowohl durch Ausatmung und Ausdünstung der Menschen, als auch durch Produkte der Beleuchtung proportional der entwickelten Kohlensäure. Die Luft ist noch als gut anzuerkennen, wenn die durch die Ausatmung oder Beleuchtung hervorgerufene Steigerung des CO_2 -Gehaltes die Grenze von $0,7 \frac{0}{0}$ nicht übersteigt, als gesundheitlich zulässig, wenn die Grenze nicht über $1 \frac{0}{0}$ hinausgeht. Bei vollbesetzten Räumen (Schulen u. s. w.) ist diese Forderung indes selten einhaltbar; man wird in diesen Fällen einen höheren CO_2 -Gehalt (etwa bis $1,5 \frac{0}{0}$) zulassen müssen.

1. Größe des Luftwechsels unter Zugrundelegung des CO_2 -Gehaltes.

Der **Luftwechsel** muß unter Annahme, daß die Kohlensäure sich gleichmäßig im Raume verteilt für den Beharrungszustand betragen:

$$L = \frac{nk}{a - b},$$

worin bedeutet:

L die zuzuführende Luftmenge in cbm i. d. Std.,

a den zulässigen CO_2 -Gehalt eines cbm im Raum, ausgedrückt in cbm,

k die durchschn. CO_2 -Erzeugung einer CO_2 -Quelle in cbm i. d. Std.,

n die Anzahl der CO_2 -Quellen,

b den CO_2 -Gehalt eines cbm der eingeführten Luft in cbm.

Die stündliche **Kohlensäureerzeugung** eines Menschen (nach Scharling) und diejenige durch Beleuchtung ergibt sich aus folgenden Aufstellungen:

Mensch.	Alter.	Körpergewicht.	Stündl. CO_2 -Abgabe	Mensch.	Alter.	Körpergewicht.	Stündl. CO_2 -Abgabe.
	Jahr	kg	cbm		Jahr	kg	cbm
Knabe . .	9,75	22,00	0,0103	Jungfrau .	17,00	55,75	0,0129
Mädchen.	10,00	23,00	0,0097	Mann . .	28,00	82,00	0,0186
Jüngling.	16,00	57,75	0,0174	Frau . . .	35,00	65,50	0,0170

Lichtquelle.	Verbrauch f. 1 NK.	CO_2 -Abgabe f. 1 NK.
	i. d. Std.	i. d. Std.
	g	cbm
1 Stearinkerze	9,6	0,0135
1 Oellampe	22,4	0,0312
Petroleum-Flachbrenner	35,5	0,0568
Petroleum-Rundbrenner	50,5	0,0616
Leuchtgas-Schnittbrenner	140,0	0,0928

Als CO_2 -Gehalt (b) der äusseren Luft ist im Mittel $0,4 \frac{0}{100}$, also $0,0004 \text{ cbm CO}_2$ f. d. cbm Luft anzunehmen.

Die Bestimmung der Grösse des Luftwechsels nach vorstehender Berechnungsweise ist für alle diejenigen Räume anzuwenden, in denen sich eine grössere Anzahl Menschen am Tage dauernd aufzuhalten hat. (Schulen, Gefängnisse u. s. w.)

2. Grösse des stündlichen Luftwechsels unter Zugrundelegung einer nicht zu überschreitenden Temperatur im Raum.

Der **Luftwechsel** in cbm i. d. Std. beträgt:

$$L = \frac{W(1 + \alpha t)}{0,306(t - t_0)},$$

worin bedeutet:

W die Wärmemenge, welche stündlich durch die Lüftung zu entfernen ist,

t_0 die Temperatur der Zuluft in Graden C,

t die Temperatur, über welche die Luft im Raum nicht steigen soll und mit welcher die Luft abzuführen ist, in Graden C,

α den Ausdehnungskoeffizienten der Luft = $0,003665$.

Obiger Ausdruck gilt nur unter der Annahme, dass die abgegebene und fortzuschaffende Wärmemenge sich sofort gleichmässig im Raume verteilt; der Ausdruck ergibt bei Gasbeleuchtung meist nicht erfüllbare Forderungen. Sofern die Beleuchtung nicht in unmittelbarer Nähe der Personen, also mehr an der Decke des Raumes sich befindet, thut man gut, den Raum der Höhe nach in zwei oder mehr Abteilungen zu zerlegen und jede für sich zu behandeln.

Für die Lüftung im Winter setze man im Durchschnitt die stündliche **Wärmeabgabe** W eines erwachsenen Menschen in obige Gleichung mit:

$W = 3(37 - t)$, die eines Kindes mit $W = 1,5(37 - t)$ ein.

Die stündliche Wärmeabgabe W durch die Beleuchtung ergibt sich aus folgender Aufstellung nach F. Fischer:

Beleuchtungsart.	Verbrauch f. 100 NK. i. d. Std.	Wärme in WE. f. 100 NK. i. d. Std.
Elektricität, Bogenlicht	0,09 bis 0,25 PS	57 bis 158
Glühlicht	0,46 " 0,85 PS	290 " 536
Leuchtgas, Siemens-Regenerativlampe	0,35 bis 0,56 cbm	etwa 1500
Argandbrenner	0,8 cbm	" 4860
Zweilochbrenner	2 " "	" 12150
Petroleum, kleiner Flachbrenner	0,60 kg	" 7200
grofser Rundbrenner	0,28 " "	" 3360
Paraffin	0,77 " "	" 9200
Wachs	0,77 " "	" 7960
Stearin	0,92 " "	" 8940
Talg	1,00 " "	" 9700

Die Bestimmung des Luftwechsels nach vorstehender Berechnungsweise ist hauptsächlich für Räume anzuwenden, in denen sich eine große Anzahl Menschen für kürzere Zeit versammelt. (Versammlungsräume, Theater, Konzertsäle u. s. w.)

3. Durchschnittswerte für die Größe des Luftwechsels.

1. Nach Erlaß des preuß. Ministers d. öffentl. Arbeiten ist der stündl. Luftwechsel für die preuß. Staatsgebäude anzunehmen für:

Krankenzimmer f. d. Kopf	80 cbm
Gefangene in Einzelhaft	30 "
Gefangene in gemeinsamer Haft	20 "
Versammlungssäle, Hörsäle, Geschäftsräume u. s. w.	20 "
Schulzimmer je nach dem Alter der Schüler	10—20 "

Vorhallen, Korridore, Flure u. s. w. (wenn sie gelüftet werden sollen) ein- bis zweimaliger stündlicher Luftwechsel, je nach der Benutzung.

2. Nach Angaben von Morin soll der stündliche Luftwechsel betragen:

In Krankenhäusern: cbm	In Werkstätten: cbm
für gewöhnliche Kranke 70	gewöhnlichen 60
für chirurg. Operations- säle, Wöchnerinnen .80-100	ungesunden 100
in Sälen für ansteckende Krankheiten 150	In Theatern u. Konzertsälen 40-50
In Gefängnissen 50	In Versammlungssälen:
In Kasernen:	für längeren Aufenthalt 60
bei Tage 30	für kürzeren Aufenthalt 30
bei Nacht 40-50	In Schulen:
	für Kinder 15-20
	für Erwachsene 25-30
	In Abendschulen 35-40
	In Ställen f. d. Pferd . 180-200

3. Bei Anwesenheit einer geringen oder unbekanntenen Anzahl von Personen in einem Raum rechne man:

In gewöhnlichen Wohnräumen: den 1- bis 2-fachen Inhalt des Raumes. In Räumen, in denen sich Gerüche entwickeln (Küchen, Abtritte): den 4- bis 5-fachen Inhalt des Raumes.

e. Erzielung des Luftwechsels.

1. Natürliche Lüftung.

Bedingt durch die Durchlässigkeit der meisten Baustoffe. Nach Versuchen von Lang ist die durch poriges Material gehende **Luftmenge** in l i. d. Std.:

$$L = \frac{(p - p_0) k F}{e},$$

worin bedeutet:

p den (absoluten) Druck der Luft auf der einen Seite,
 p_0 denjenigen auf der anderen Seite der Wand in kg f. d. qm,
 k den Durchlässigkeitskoeffizienten, d. h. die Luftmenge in l,
 welche bei einem Ueberdruck von $p - p_0 = 1$ kg f. d. qm
 durch 1 qm der Wand stündlich gedrückt wird,
 F die Fläche der Wand in qm, e deren Dicke in m.

Wird der **Ueberdruck** $p - p_0$ durch den Temperaturunterschied
 bedingt, so ist zu setzen für eine lotrechte Wand:

$$p - p_0 = \frac{1,293 H}{4} \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right),$$

für eine wagerechte Wand (Decke, Fußboden):

$$p - p_0 = \frac{1,293 H}{2} \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right),$$

worin bedeutet:

H die Höhe des Raumes bzw. der Wand in m,
 t_0 die Temperatur der Außenluft,
 t die der Innenluft in Graden C,
 α s. S. 331.

k ist zu setzen nach Lang für:

Sandstein im Mittel	0,124 l f. d. qm	Luftmörtel . . .	0,907 l f. d. qm
Ziegel	" " 0,201 "	Beton	0,258 "
Klinker, glasiert	0,000 "	Portland-Cement	0,137 "
" unglasiert	0,145 "	Gips, gegossen	0,041 "

Anstrich mit Wasserglas hebt (nach Märcker) die Durchlässigkeit
 im Laufe der Zeit, Anstrich mit Oelfarbe sofort auf.

Es vermindert die Durchlässigkeit:

ein Anstrich mit Leimfarbe		Wachs, Paraffin u. s. w. um etwa	100%
um etwa	50%	Gewöhnliche Tapete " "	18%
ein Anstrich von Kalkfarbe	25%	Glanztapete . . . " "	40%

Wasser vermindert die Durchlässigkeit bei:

Sandstein	um 80%	Luftmörtel	um 93%
Ziegel	" 80%	Beton und Cement . . .	" 100%

2. Künstliche Lüftung.

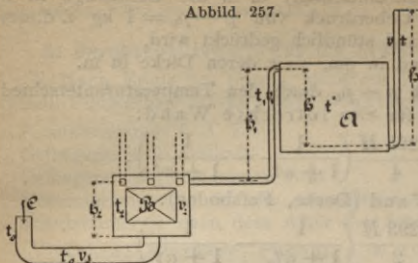
1. Mittelst Temperaturunterschied.

Ist L der stündlich geforderte Luftwechsel in cbm in einem
 Raum von der Temperatur t , dann ist an irgend einem Quer-
 schnitt F des Zuluft- oder Abluftkanals, bei welchem die Luft eine
 Temperatur t_1 hat, die erforderliche Geschwindigkeit in m
 i. d. Sek.:

$$v = \frac{L(1 + \alpha t_1)}{3600(1 + \alpha t) F} \cdot (\alpha \text{ s. S. 331.})$$

Aufgabe der Berechnung und Anordnung einer Lüftungsanlage ist es, die Geschwindigkeit v wirklich zu erreichen.

Abbild. 257.



Anordnung einer Lüftungsanlage Abbild. 257.

A der zu lüftende Raum. Dieser ist meist so groß, dass die Geschwindigkeit der Luft darin $= 0$ gesetzt werden kann.

B Heizkammer mit Heizöfen.

C Entnahmestelle der Aufsenluft.

Es bezeichne:

t_0 die Temperatur der Aufsenluft,

t, t_1, t_2, t' die Temperatur in den einzelnen Teilstrecken,

v, v_1, v_2, v_3 die Geschwindigkeit der Luft in den einzelnen Teilstrecken,

h, h_1, h_2, h' die für den Auftrieb in Frage kommenden Höhen der Kanäle bezw. Räume (also diejenigen, in welchen eine andere Temperatur, als die der Aufsenluft herrscht),

$\varrho, \varrho_1, \varrho_2, \varrho_3$ die Reibung (den Koeffizienten der Reibungshöhe) in den entsprechenden Teilstrecken,

$\Sigma \zeta, \Sigma \zeta_1, \Sigma \zeta_2, \Sigma \zeta_3$ den Widerstand in den entsprechenden Teilstrecken.

Sind die Räume A und B als dicht gegen das Eindringen der Aufsenluft anzusehen, dann gilt:

$$1) \frac{h - h' + h_1 + h_2}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} + \frac{h'}{1 + \alpha t'} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \\ = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} (1 + \varrho + \Sigma \zeta) + \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + \varrho_1 + \Sigma \zeta_1) \\ + \frac{v_2^2}{2g(1 + \alpha t_2)} (\varrho_2 + \Sigma \zeta_2) + \frac{v_3^2}{2g(1 + \alpha t_0)} (\varrho_3 + \Sigma \zeta_3).$$

Ist Raum B als dicht, Raum A (wie meist) als durchlässig für die Aufsenluft anzusehen, dann gelten die beiden Gleichungen:

$$2) \frac{h}{1 + \alpha t_0} - \frac{h}{1 + \alpha t} - \frac{h'}{2(1 + \alpha t_0)} + \frac{h'}{2(1 + \alpha t')} \\ = \frac{v^2}{2g(1 + \alpha t)} (1 + \varrho + \Sigma \zeta);$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad & \frac{h_1 + h_2}{1 + \alpha t_0} - \frac{h'}{2(1 + \alpha t_0)} + \frac{h'}{2(1 + \alpha t')} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \\
 & = \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + \varrho_1 + \Sigma \zeta_1) + \frac{v_2^2}{2g(1 + \alpha t_2)} (\varrho_2 + \Sigma \zeta_2) \\
 & + \frac{v_3^2}{2g(1 + \alpha t_0)} (\varrho_3 + \Sigma \zeta_3).
 \end{aligned}$$

Die linke Seite der Gleichungen stellt die wirksame Druckhöhe dar, d. h. den Höhenunterschied der drückenden und der gehobenen Luftsäule für Luft von 0°, die rechte Seite enthält die Summe der Geschwindigkeits- und Widerstandshöhen. Es empfiehlt sich meist nach Gl. 2 und 3 die Lüftungsanlagen zu berechnen.

t	$\frac{1}{1 + \alpha t}$	t	$\frac{1}{1 + \alpha t}$	t	$\frac{1}{1 + \alpha t}$	t	$\frac{1}{1 + \alpha t}$	t	$\frac{1}{1 + \alpha t}$
— 20	1,079	0	1,000	20	0,932	40	0,872	60	0,820
— 15	1,058	5	0,982	25	0,916	45	0,858	65	0,808
— 10	1,038	10	0,965	30	0,901	50	0,845	70	0,796
— 5	1,019	15	0,948	35	0,886	55	0,832	75	0,784

Tafel für $\frac{v^2}{2g}$ s. Abteil. I. S. 140.

Der Koeffizient der Reibungshöhe ist:

$$\varrho = \frac{\lambda}{4} \frac{u}{F} l \quad (\text{vergl. Abteil. I. S. 232}),$$

wenn ϱ den Reibungskoeffizienten, l die Länge in m, u den Umfang in m, F den Querschnitt des Kanals in qm bedeutet.

Man setze nach Versuchen von Rietschel für gemauerte Kanäle:

$$\frac{\lambda}{4} = 0,0065 + \frac{0,000604}{u - 0,48}.$$

Für ζ ist zu setzen: bei Aenderung in der Bewegungsrichtung für eine rechtwinklige Ablenkung = 1,5 für einen Bogen = $i : 180$;

bei Querschnittsänderungen = $\left(\frac{F}{F_1} - 1\right)^2$, (geringe Querschnittsänderungen können bei allmählichem Uebergang vernachlässigt werden); bei Vergitterung = 0,8 bis 1,3 je nach der Gröfse der freien Oeffnung, bei Klappen = 0,5 bis 1.

Die Auflösung obiger Ausdrücke erfolgt ohne Schwierigkeit, wenn bei Neuanlagen, bei denen stets der stündliche Luftwechsel gegeben ist und meist die Temperaturen bekannt sind, die betreffenden Querschnitte für v_2 und v_3 , somit die Geschwindigkeiten selber angenommen werden, und bei Undurchlässigkeit des Raumes A (Gleichung 1) v_1 auf v reduziert wird mittelst des Ausdruckes

$$v_1 = v \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t},$$

bei Durchlässigkeit des Raumes A (Gleichung 2 und 3) v und v_1 getrennt berechnet werden. Aus den Gleichungen gewinnt man schliesslich einen Ausdruck für die erreichbare Geschwindigkeit von der Form

$$v = \frac{B}{\sqrt{C + \frac{u}{F}}},$$

worin v , u und F unbekannt sind. Die Wahl von u und F muss alsdann derart getroffen werden, dass die erreichbare Geschwindigkeit mindestens gleich der erforderlichen wird.

Für nicht zu umfangreiche Anlagen genügt es, die Gleichung zur Berechnung der erreichbaren Geschwindigkeit nur für je einen der in verschiedenen Stockwerken und in bezug auf Luftbewegung ungünstigst gelegenen Räume aufzustellen, für die übrigen Räume mittelst derselben Gleichung für die erreichbare Geschwindigkeit und unter Zugrundelegung der erforderlichen Geschwindigkeit die Querschnitte der Kanäle zu bestimmen. Bei umfangreichen Anlagen empfiehlt es sich, die Anlage in mehrere Teile zu zerlegen und jeden Teil für sich in derselben Weise zu behandeln.

2. Mittelst maschineller Anlagen.

Sofern in den Ausdrücken 1, 2 und 3 durch die vorgeschriebenen oder anzunehmenden Temperaturen und Querschnitte der Kanäle die linke Seite kleiner als die rechte sich ergibt, erhöht man entweder den Druck der drückenden Luftsäule oder vermindert denjenigen der gehobenen Luftsäule durch Einpressen bezw. Absaugen der Luft mittelst Ventilators. Ueber Ventilatoren s. Abteil. I. S. 609 u. f.

d. Anordnung und Ausführung künstlicher Lüftungs-Anlagen.

1. Zuleitung reiner Luft.

1. Entnahmestelle der Luft: nach örtlichen Verhältnissen; zweckmässig ist es, zwei nach entgegengesetzter Richtung liegende Entnahmestellen anzuordnen, um den Einflüssen der Witterung nach Möglichkeit vorzubeugen. Nach Bedarf zum Fernhalten von Blättern, Tieren u. s. w. die Entnahmestelle zu vergittern, vor Regen, Schnee und Wind möglichst zu schützen. Für mehrere Räume gemeinsame Entnahmestelle zu empfehlen.

2. Reinigen der Luft. Staubkammern. So groß zu machen, dass die Geschwindigkeit der Luft möglichst gering wird. Bei allen Anlagen zu empfehlen. Filter. Wollene oder baumwollene Gewebe. Meist nur bei Anlagen mit Ventilatoren zu empfehlen. Nach Versuchen von Rietschel wächst bei den vielfach in Anwendung kommenden Möllerschen Filtern (gerauhter Barchent) der Druckverlust nahezu proportional der gefilterten Luftmenge. Druckverlust für Möllersche Filter (ausgedrückt durch die Höhe einer Luft-

säule von 0° in m) = $\frac{aL}{1,293 F(1 + \alpha t)}$, worin F die gesamte Filterfläche in qm, t die Temperatur der gefilterten Luft in Graden C, L die Luftmenge in cbm i. d. Std., a eine Konstante (nicht unter 0,02, bei einigermaßen staubhaltiger Luft = 0,04).*)

Wascheinrichtungen. Mit Vorsicht anzuwenden, damit die Luft nicht zu feucht wird, also kühles Wasser bezw. Trockenvorrichtungen nach dem Waschen nötig.

3. Mittel zur Bewegung der Luft: Erwärmung der Luft am besten in gemeinsamen Heizkammern. Diese sind geräumig, überwachungs- und reinigungsfähig, undurchlässig gegen Grundwasser und Grundluft, aus festem Material, gefugt und nicht geputzt herzustellen.

Benutzung des Windes mittelst sogen. Prefsköpfe. Da mit wechselndem Winddruck die Wirkung ebenfalls wechselt, so ist die Anwendung eine beschränkte. Von Vorteil bei Räumen, die in Bewegung begriffen (Eisenbahnwagen, Dampfschiffen), und da, wo regelrechter und zugfreier Luftwechsel nicht erforderlich ist (Gewerbebetrieb).

Ventilatoren (vergl. Abteil. I. S. 607 u. f.). Ist L_1 die sekundliche Luftmenge, welche ein Ventilator bei freiem Ausblasen liefert, t_1 die Temperatur der Luft, f_1 der Querschnitt der Ausblasöffnung, L die von der Lüftungsanlage geforderte sekundliche Luftmenge, t die Temperatur der durch den Ventilator gehenden Luft, $g = 9,81$ m die Beschleunigung durch die Schwere, $\frac{H}{1 + \alpha t}$ die berechnete erforderliche wirksame Druckhöhe, dann wende man, falls über die Leistungsfähigkeit eines Ventilators nur Angaben vorhanden sind, die sich auf die Luftmenge von 0° bei freiem Ausblasen beziehen, diejenige GröÙe des Ventilators an, bei welcher sich ergibt:

$$L_1 \geq \sqrt[3]{f_1^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{2g LH}{1 + \alpha t}}$$

4. Befeuchtung der Luft. Nach Erwärmung der Luft häufig noch Befeuchtung erwünscht; sie erfolgt in oder hinter der Heizkammer. Bei Zimmertemperatur soll die Luft etwa halb gesättigt sein. Ist L der stündliche Luftwechsel in einem Raum in cbm, t die Zimmertemperatur, t_0 die in betracht kommende niedrigste Außentemperatur, w_1 und w_2 die Wassermenge in g, welche in einem cbm Luft von t_1° bezw. t_2° enthalten sein kann, dann setze man die Wassermenge in kg, welche stündlich der Luft in Dampfform beigemischt werden muß:

$$M = \frac{0,50 w_1 (1 + \alpha t_1) - w_2 (1 + \alpha t_2)}{(1 + \alpha t_1)} L.$$

*) Vergl. Gesundheits-Ingenieur 1889. S. 118. Dasselbst empfiehlt Rietschel als einstweilige Werte für Rösickesches Filtertuch $\alpha = 0,001$, für Nesselstuch $\alpha = 0,002$.

Werte von w für

$t = -20$	-15	-10	-5	0	$+5$	$+10$	$+15$	$+20$	$+25$
$w = 0,996$	1,486	2,195	3,223	4,702	6,594	9,129	12,48	16,87	22,53

(vergl. auch Abteil. I. S. 253 und 257).

Befeuchtungsrichtungen sind eine größere Anzahl in Anwendung; die gebräuchlichsten: Zerstäubungsvorrichtungen, Verdampfungspfannen.

5. **Einströmung der Luft** in die Räume. Im allgemeinen ist die Verlegung unter die Decke oder doch in beträchtliche Höhe vom Fußboden zu empfehlen. Geschwindigkeit der einströmenden Luft alsdann möglichst groß (bei Lüftung mittelst Ventilatoren bis etwa 2,5 m i. d. Sek.); sofern Personen in der Nähe der Einströmungsöffnungen sich befinden, klein (0,1 m i. d. Sek.). Einströmung zweckmäßig in Richtung der größten wagerechten Ausdehnung des Raumes.

2. **Ableitung der verbrauchten Luft.**

Zweckmäßig werden über Fußboden und unter Decke, bei großen Räumen auch noch in halber Höhe verschließbare Abzugöffnungen angelegt. Die Kanäle steigend oder fallend; im ersten Fall münden sie unter oder über Dach. Münden sie unter Dach, sind sie dort mit wagerechten Sammelkanälen zu verbinden, welche durch Abzugsschächte mit der Außenluft in Verbindung stehen. (Freies Münden unter Dach ist in Berlin baupolizeilich verboten.) Werden die Kanäle fallend angelegt, sind ebenfalls Sammelkanäle mit Schacht über Dach anzuordnen, der Schacht ist alsdann am Fuß mit Einrichtungen zur besonderen Erwärmung der Luft oder mit Ventilator zu versehen. Die Mündung der Abluftkanäle über Dach werden zweckmäßig mit sogen. Saugern (Deflektoren, Windkappen) versehen, teils zum Nutzbarmachen des Windes für die Lüftung, teils zum Schutz der Kanäle vor Regen und Schnee.

F. **Heizung geschlossener Räume.**

Ueber Wärmeabgabe durch Wände, Fenster u. s. w., vergl. Abteil. I. S. 294 u. f., für Ueberschlagsrechnungen kann die folgende Tafel dienen.

Wärmeabgabe in WE. f. d. qm Fläche i. d. Std.

Temperaturunterschied ($t - t_1$).	Ziegelmauerwerk.						Balkendecke.	Balkenfußboden.	Thür.	Einfaches Fenster.	Doppel-Fenster.
	Mauerstärke in m.										
	0,13	0,25	0,38	0,51	0,64	0,77					
5° C	13,4	9,5	7,15	5,75	4,85	4,15	5,5	3,25	9,6	22	11,5
10	26,8	19,0	14,30	11,50	9,70	8,30	11,0	6,50	19,2	44	23,0
15	40,2	28,5	21,45	17,25	14,55	12,45	16,5	9,75	28,8	66	34,5
20	53,6	38,0	28,60	23,00	19,40	16,60	22,0	13,00	38,4	88	46,0
25	67,0	47,5	35,75	28,75	24,25	20,75	27,5	16,25	48,0	110	57,5
30	80,4	57,0	42,90	34,50	29,10	24,90	33,0	19,50	57,6	132	69,0
35	93,8	66,5	50,05	40,25	33,95	29,05	38,5	22,75	67,2	154	80,5
40	107,2	76,0	57,20	46,00	38,80	33,20	44,0	26,00	76,8	176	92,0
45	120,6	85,5	64,35	51,75	43,65	37,35	49,5	29,25	86,4	198	103,5

Anzunehmende Temperatur der Außenluft für Mitteldeuſchland etwa -20° C. Für Berechnung der Wärmeverluste nach ungeheizten geſchloſſenen Räumen ſind für die preuſſiſchen Staatsbauten nach Vorſchrift des Miniſters der öffentl. Arbeiten vom 7. Mai 1884 folgende Temperaturen anzunehmen. Für:

Unbeheizte und dauernd geſchloſſene Räume im Keller und in den übrigen Geſchoſſen	0° C
Unbeheizte, aber öfter mit der Außenluft in unmittelbarer Verbindung ſtehende Räume, wie Durchfahrten, Vorhallen, Vorflure u. ſ. w.	-5° „
Unmittelbar unter der Dachfläche liegende Räume:	
bei Metall- und Schieferdächern	-10° „
bei dichteren Bedachungsarten wie Ziegel, Holzcement, Pappe u. ſ. w.	-5° „

Als Temperatur der zu erwärmenden Räume ſetze man für:

Geschäfts- u. Wohnräume 20° C	| Gefängniſſe zum Aufenthalt von Gefangenen
Säle, Hörsäle 18° C	
Korridore, Flure, Treppenhäuser (je nach Benutzung) $12-20^{\circ}$ C	| bei Tage, bezw. Tag und Nacht 18° C
Baderäume für warme Bäder 22° C	| Treibhäuser 25° C
	| Kalthäuser 15° C
	| Kirchen $10-15^{\circ}$ C.

Die fettgedruckten Zahlen ſind für die preuſſiſchen Staatsbauten vorgeschrieben.

Um Wind und ſonſtigen Einflüſſen zu begegnen, iſt nach der angeführten miniſteriellen Vorſchrift für preuſſ. Staatsbauten dem ermittelten Wärmedurchgang durch Wände und Fenster, ſofern ſie nach Nord, Ost, Nordost oder Nordwest liegen, ein Zuſchlag von 10% zu geben, außerdem dem geſamten Wärmeverlust des Raumes ein Zuſchlag zu geben von:

- 10% , wenn der Betrieb der Anlage am Tage ſtattfindet und das Gebäude eine geſchützte Lage beſitzt,
- 30% , wenn der Betrieb der Anlage am Tage ſtattfindet und das Gebäude eine ungeſchützte Lage hat,
- 50% , wenn die Heizung mit längerer, tage- bezw. wochenlanger Unterbrechung in Betrieb genommen wird.

a. Lokalheizung. (Im Raum geheizte Heizkörper.)

1. Kamine.

Werden in Deutschland mehr zur Annehmlichkeit als zur regelmäßigen Erwärmung der Räume verwandt. Wärmeabgabe ſehr ſchwankend, Wirkungsgrad gering.

2. Ofenheizung.

Die handelsmäßige Benennung der Oefen richtet sich nach Zweck, Konstruktion, Material, Form, Bedienung u. s. w.

Zur Erwärmung von Räumen, in denen sich dauernd Menschen aufzuhalten haben, sollten nur diejenigen Oefen Anwendung finden, welche bei regelmäßigem Betrieb überhitzte Flächen vermeiden und in allen Teilen äußerlich von Staub, innerlich von Rufs und Asche leicht zu reinigen sind.

Um die strahlende Wärme möglichst abzuhalten, hat man die Oefen mit Mänteln versehen (Mantelöfen) und sie — sofern dann frische Luft zwischen Ofen und Mantel hindurchgeleitet wird — zu Lüftungszwecken geeignet gemacht (Ventilationsöfen). Letzteres auch durch besondere Luftkanäle erreicht.

Behufs gleichmäßigerer Erwärmung und Verminderung der Bedienung Regulieröfen. Um die an sich geringe Wärmeaufspeicherung der eisernen Oefen auszugleichen, versieht man sie in Fällen, bei denen möglichst gleichmäßige, anhaltende und dennoch regelbare Wärme gefordert werden muß (Wohn-, Schul-, Krankenräume u. s. w.) mit Schüttfeuerung (Schütt- oder Füllöfen). Von diesen Oefen verdienen diejenigen den Vorzug, bei welchen der Brennstoff vor der Verbrennung vorgewärmt wird und die hauptsächlichste Wärmeabgabe vom unteren Teil des Ofens bewirkt wird.

Außere Form der eisernen Oefen sehr mannigfaltig; Gitterwerk und Ornamente, in denen sich der Staub ablagert, fehlerhaft. Sofern Aufspeicherung der Wärme durch das Material der Oefen verlangt wird (Wohnräume, Räume, in denen sich nur eine geringe Anzahl Personen aufzuhalten pflegt) statt Eisen Thon, Chamotte, Porzellan u. s. w. zu wählen. Zur Wärmeaufspeicherung vereinzelt auch Wasser verwandt. Für Räume, denen Schornsteine fehlen, oder die nur vorübergehende Benutzung finden, sind Gasöfen zu empfehlen, doch ist bei ihnen jederzeit für Abzug der Verbrennungsgase zu sorgen; Betrieb teuer. Gleichem Zweck dienen die sogen. Natron-Karbonöfen — wegen ihrer Gefährlichkeit durch Entwicklung von CO und CO₂ ist vor ihrer Anwendung zu warnen.

Berechnung der Oefen. Für glattwandige eiserne Oefen bei ununterbrochenem Betrieb kann man f. d. qm Ofenfläche eine stündliche Wärmeabgabe von etwa 3000 WE. rechnen, für ebensolche für unterbrochenen Betrieb 1500 bis 2000 WE. Der Wert der glatten zur gerippten Heizfläche von gleicher Grundfläche etwa wie 1 : 1,25.

Für Kachelöfen stündliche Wärmeabgabe etwa 800 bis 1000 WE. f. d. qm Ofenfläche.

Bei Gasöfen Wärmeausnutzung 3500 bis 4000 WE. f. d. cbm Gas.

b. Centralheizung. (Sammelheizung.)

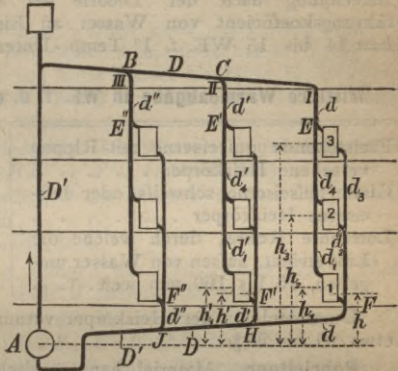
1. Warmwasserheizung.

Einfachste Ausführung: Rohr ohne Ende, ein Teil im Feuer zur Erwärmung, ein Teil zur Leitung, ein Teil in den zu erwärmenden Räumen zur Wärmeabgabe des Wassers. Jedoch meist nicht

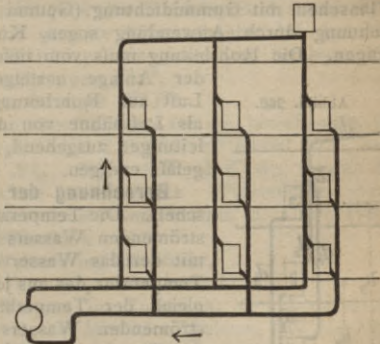
möglich, alsdann: Kessel, Leitungsrohr, besonders geformte Heizkörper. Kann das infolge der Wärme ausgedehnte Wasser frei in ein Gefäß (Ausdehnungsgefäß) eintreten: Niederdruck-Warmwasserheizung; muß das Wasser vorher ein belastetes Ventil heben: Mitteldruck-Warmwasserheizung. Gewöhnliche Anordnung

Abbld. 258 oder 259. Wasserzufluß nach den Heizkörpern, also auch Wärmeabgabe der Heizkörper regelbar durch Einschaltung von Ventilen.

Abbld. 258.



Abbld. 259.



Kessel. (Vergl. Siebenter Abschnitt, Kraftmaschinen, IV. Dampfkessel.) Solche mit reichlichem Wasserinhalt (Cornwallkessel) bei unterbrochenem Betrieb im allgemeinen vorzuziehen, bei ununterbrochenem Betrieb verdienen Schüttkessel mit geringem Wasserinhalt den Vorzug. Berechnung der Kessel nach der Theorie der

Stromflächen. Wärmeüberföhrungskoeffizient von den Rauchgasen durch Eisen an Wasser $k = 14$ bis 16 WE. f. 1° Temperaturunterschied und 1 qm i. d. Std. (vergl. Abteil. I. S. 722 und 723). Im Mittel rechne man die Wärmeüberföhrung i. d. Std. und f. d. qm Kesselfläche: 8000 WE., bei Kontaktfeuerung 10000 WE. Für

die Bestimmung der Kesselgröße ist bei unterbrochenem Betriebe die Zeit für Erreichung des Beharrungszustandes maßgebend, wobei der Wasserinhalt und die Eisenmasse der gesamten Anlage mit in betracht zu ziehen sind.

Heizkörper. Material: Guß- oder Schweifeseisen, selten Kupfer. Heizkörper mit wenig Wasserinhalt im allgemeinen denen mit reichlichem Wasserinhalt vorzuziehen (schnelle Erwärmung, schnelle Regelung der Wärmeabgabe). Niedrige Heizkörper besser als hohe. Berechnung nach der Theorie der Stromflächen. Wärmeüberführungskoeffizient von Wasser an Eisen und von Eisen an Luft $k = 14$ bis 15 WE. f. 1° Temp.-Unterschied und 1 qm i. d. Std.

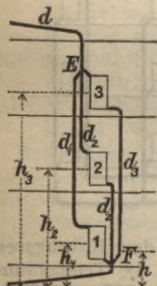
Mittlere Wärmeabgabe in WE. f. d. qm Wärmefläche i. d. Std.

	Niederdruck.	Mitteldruck.
Freistehende gußeiserne mit Rippen versehene Heizkörper	300 bis 400	400 bis 500
Glatte gußeiserne, schweis- oder flusseiserne Heizkörper	500 bis 600	600 bis 700
Lotrechte Rohre, durch welche die Luft strömt, aufsen von Wasser umgeben, 75 bis 100 mm weit. . .	200 bis 250	250 bis 280

Ummantelung der Heizkörper vermindert die Wärmeabgabe um etwa 20 bis 25 %.

Rohrleitung. Material hauptsächlich Schweifs- oder Flußeisen, auch Gußeisen, seltener Kupfer. Dichtung: Muffenverschraubung oder Flanschen mit Gummidichtung (Gummi mit Hanfeinlage); der Ausdehnung durch Anwendung sogen. Kompensatoren Rechnung zu tragen. Die Rohrleitung muß vom tiefsten bis zum höchsten Punkt der Anlage ansteigen. Zur Entfernung der Luft aus Rohrleitung und Heizkörpern besser als Lufthähne von den höchsten Punkten Luftleitungen ausgehend, die in einem Ausdehnungsgefäß endigen.

Abbild. 260.



Berechnung der Rohrleitung* (nach Riet-schel). Die Temperatur des in jeden Heizkörper strömenden Wassers sei gleich der Temperatur, mit der das Wasser den Kessel verläßt (t^0), die Temperatur des aus jedem Heizkörper strömenden gleich der Temperatur des in den Kessel einströmenden Wassers (t_0^0). Zur Vereinfachung der Berechnung denke man sich jeden lotrechten Strang (I, II, III), wie Abbild. 260 angeht, zerlegt.

*) S. Gesundheits-Ingenieur 1891, Nr. 1 u. f.

Bei Niederdruck gelten folgende Gleichungen:

für die Teilstrecke $D1F$:

$$1. v_1 = \frac{W_1}{10000} \frac{1}{275,67 d_1^2 (t - t_0)};$$

$$2. a(h_1 - h) = \frac{v_1^2}{2g} \left(l_1 \frac{\lambda_1}{d_1} + \Sigma \zeta_1 \right);$$

für die Teilstrecke $D2F$:

$$3. v_2 = \frac{W_2}{10000} \frac{1}{275,67 d_2^2 (t - t_0)};$$

$$4. a(h_2 - h) = \frac{v_2^2}{2g} \left(l_2 \frac{\lambda_2}{d_2} + \Sigma \zeta_2 \right);$$

für die Teilstrecke $D3F$:

$$5. v_3 = \frac{W_3}{10000} \frac{1}{275,67 d_3^2 (t - t_0)};$$

$$6. a(h_3 - h) = \frac{v_3^2}{2g} \left(l_3 \frac{\lambda_3}{d_3} + \Sigma \zeta_3 \right);$$

für die Strecke $FHJABCD$:

$$7. v = \frac{W}{10000} \frac{1}{275,67 d^2 (t - t_0)};$$

$$8. ah = \frac{v^2}{2g} \left\{ \frac{\lambda}{d} \left(l + \frac{L\sqrt{W}}{\sqrt{W+W'}} + \frac{L'\sqrt{W}}{\sqrt{W+W'+W''}} \right) + \Sigma \zeta + \Sigma Z + \Sigma Z' \right\};$$

für die Strecke $F'HJABCD'$:

$$9. v' = \frac{W'}{10000} \frac{1}{275,67 d'^2 (t - t_0)};$$

$$10. ah' = \frac{v'^2}{2g} \left(\lambda' \frac{l'}{d'} + \Sigma \zeta' \right) + \frac{v^2}{2g} \left\{ \frac{\lambda}{d} \left(\frac{L\sqrt{W}}{\sqrt{W+W'}} + \frac{L'\sqrt{W}}{\sqrt{W+W'+W''}} \right) + \Sigma Z + \Sigma Z' \right\};$$

für die Strecke $F''JABD''$:

$$11. v'' = \frac{W''}{10000} \frac{1}{275,67 d''^2 (t - t_0)};$$

$$12. ah'' = \frac{v''^2}{2g} \left(\lambda'' \frac{l''}{d''} + \Sigma \zeta'' \right) + \frac{v^2}{2g} \left(\frac{\lambda}{d} \frac{L'\sqrt{W}}{\sqrt{W+W'+W''}} + \Sigma Z' \right).$$

Tafel I.

Die fett gedruckten Werte für d bezeichnen die gebräuchlichen Handelsmaße.

d	Warmwasser-Niederdruck-Heizung.			Warmwasser-Mitteldruck-Heizung.		
	$\frac{1}{275,67 d^2 (t - t_0)}$ für: $t - t_0 =$			$\frac{1}{267,18 d^2 (t - t_0)}$ für: $t - t_0 =$		
m	20°	25°	30°	20°	25°	30°
0,010	1,814	1,451	1,209	1,872	1,497	1,248
0,011	1,499	1,199	0,999	1,547	1,237	1,031
0,012	1,260	1,008	0,840	1,300	1,040	0,866
0,013	1,073	0,859	0,716	1,107	0,886	0,738
0,014	0,925	0,740	0,617	0,955	0,764	0,637
0,015	0,806	0,645	0,537	0,832	0,666	0,555
0,016	0,709	0,567	0,472	0,731	0,585	0,478
0,018	0,560	0,448	0,373	0,578	0,462	0,385
0,019	0,502	0,402	0,335	0,518	0,415	0,346
0,020	0,453	0,363	0,302	0,468	0,374	0,312
0,022	0,375	0,300	0,250	0,387	0,309	0,258
0,024	0,315	0,252	0,210	0,325	0,260	0,217
0,025	0,290	0,232	0,193	0,299	0,240	0,200
0,026	0,268	0,215	0,179	0,277	0,222	0,185
0,028	0,231	0,185	0,154	0,239	0,191	0,159
0,030	0,202	0,161	0,134	0,208	0,166	0,139
0,032	0,177	0,142	0,118	0,183	0,146	0,122
0,034	0,157	0,126	0,105	0,162	0,130	0,108
0,036	0,140	0,112	0,093	0,144	0,116	0,096
0,038	0,126	0,101	0,084	0,130	0,104	0,086
0,040	0,113	0,091	0,075	0,117	0,094	0,078
0,042	0,103	0,082	0,067	0,106	0,085	0,071
0,045	0,090	0,072	0,060	0,092	0,074	0,062
0,051	0,070	0,056	0,047	0,072	0,058	0,048
0,056	0,058	0,046	0,039	0,060	0,048	0,040
0,063	0,046	0,037	0,030	0,047	0,038	0,031
0,069	0,038	0,031	0,025	0,039	0,031	0,026
0,075	0,0322	0,0258	0,0215	0,0333	0,0266	0,0222
0,082	0,0270	0,0216	0,0180	0,0278	0,0223	0,0186
0,088	0,0234	0,0187	0,0156	0,0236	0,0193	0,0161
0,094	0,0205	0,0164	0,0137	0,0212	0,0162	0,0141
0,100	0,0181	0,0145	0,0121	0,0187	0,0150	0,0125
0,106	0,0161	0,0129	0,0108	0,0167	0,0133	0,0111
0,111	0,0147	0,0118	0,0098	0,0152	0,0122	0,0101
0,118	0,0130	0,0104	0,0087	0,0138	0,0108	0,0088
0,124	0,0118	0,0094	0,0079	0,0122	0,0097	0,0081
0,130	0,0107	0,0086	0,0072	0,0111	0,0089	0,0074
0,136	0,0098	0,0078	0,0065	0,0101	0,0081	0,0067
0,143	0,0089	0,0071	0,0059	0,0092	0,0073	0,0061
0,155	0,0075	0,0060	0,0050	0,0077	0,0062	0,0051
0,178	0,0057	0,0046	0,0038	0,0059	0,0047	0,0039

Sind mehr als drei Stränge vorhanden, so lassen sich die betreffenden Gleichungen a. S. 344 ohne weiteres aufstellen.

Tafel II. Werte von $a = \frac{\gamma_0 - \gamma}{\frac{1}{2}(\gamma_0 + \gamma)}$.

t	t_0	a	t	t_0	a	t	t_0	a
150	100	0,0446	90	70	0,0127	85	70	0,0094
140	90	0,0414	90	75	0,0097	80	60	0,0117
130	80	0,0385	85	60	0,0150	80	65	0,0090
90	60	0,0183	85	65	0,0123	75	60	0,0086
90	65	0,0156						

Tafel III.

Werte von $\lambda = 0,01439 + \frac{0,0094711}{\sqrt{v}}$. (Nach Weisbach.)

(Vergl. Abteil. I. S. 232).

v	λ	$\frac{v^2}{2g}$	v	λ	$\frac{v^2}{2g}$	v	λ	$\frac{v^2}{2g}$
0,020	0,0814	0,000020	0,185	0,0364	0,001744	0,345	0,0305	0,006069
0,025	0,0743	0,000031	0,190	0,0361	0,001841	0,350	0,0304	0,006247
0,030	0,0691	0,000046	0,195	0,0358	0,001938	0,355	0,0303	0,006426
0,035	0,0650	0,000061	0,200	0,0356	0,002040	0,360	0,0302	0,006610
0,040	0,0618	0,000082	0,205	0,0353	0,002142	0,365	0,0301	0,006793
0,045	0,0590	0,000101	0,210	0,0351	0,002249	0,370	0,0300	0,006982
0,050	0,0568	0,000127	0,215	0,0348	0,002356	0,375	0,0299	0,007171
0,055	0,0548	0,000153	0,220	0,0346	0,002468	0,380	0,0298	0,007364
0,060	0,0531	0,000184	0,225	0,0344	0,002581	0,385	0,0297	0,007558
0,065	0,0515	0,000214	0,230	0,0341	0,002698	0,390	0,0296	0,007757
0,070	0,0502	0,000250	0,235	0,0339	0,002815	0,395	0,0295	0,007956
0,075	0,0490	0,000286	0,240	0,0337	0,002938	0,400	0,0294	0,008160
0,080	0,0479	0,000326	0,245	0,0335	0,003060	0,405	0,0293	0,008364
0,085	0,0469	0,000367	0,250	0,0333	0,003187	0,410	0,0292	0,008573
0,090	0,0460	0,000413	0,255	0,0332	0,003315	0,415	0,0291	0,008782
0,095	0,0451	0,000459	0,260	0,0330	0,003448	0,420	0,0290	0,008996
0,100	0,0443	0,000510	0,265	0,0328	0,003580	0,425	0,0289	0,009211
0,105	0,0436	0,000561	0,270	0,0326	0,003718	0,430	0,0288	0,009430
0,110	0,0430	0,000617	0,275	0,0325	0,003856	0,435	0,0288	0,009649
0,115	0,0423	0,000673	0,280	0,0323	0,003998	0,440	0,0287	0,009874
0,120	0,0417	0,000734	0,285	0,0321	0,004141	0,445	0,0286	0,010098
0,125	0,0412	0,000796	0,290	0,0320	0,004289	0,450	0,0285	0,010327
0,130	0,0407	0,000862	0,295	0,0318	0,004437	0,455	0,0284	0,010557
0,135	0,0401	0,000928	0,300	0,0317	0,004590	0,460	0,0284	0,010792
0,140	0,0397	0,001000	0,305	0,0315	0,004743	0,465	0,0283	0,011026
0,145	0,0393	0,001071	0,310	0,0314	0,004901	0,470	0,0282	0,011266
0,150	0,0388	0,001147	0,315	0,0313	0,005059	0,475	0,0281	0,011506
0,155	0,0385	0,001224	0,320	0,0311	0,005222	0,480	0,0280	0,011750
0,160	0,0381	0,001306	0,325	0,0310	0,005386	0,485	0,0280	0,011995
0,165	0,0377	0,001387	0,330	0,0309	0,005554	0,490	0,0279	0,012245
0,170	0,0374	0,001474	0,335	0,0308	0,005722	0,495	0,0279	0,012495
0,175	0,0370	0,001561	0,340	0,0306	0,005896	0,500	0,0278	0,012750
0,180	0,0367	0,001652						

Lösung dieser Gleichungen mit Hülfe der Tafeln I und III; sie erfolgt, indem man jederzeit von dem ungünstigsten, also von dem, dem Kessel in lotrechter Lage am nächsten, in wagerechter Lage am entferntesten gelegenen Heizkörper anfängt und für diesen den Durchmesser (d_1) wählt. Hierzu kann die Formel dienen:

$$d_1 = 0,00052 \sqrt{W_1}$$

unter Voraussetzung, daß $d_1 \leq 0,038$ m sich ergibt. Findet dies nicht statt, so ordne man statt eines, zwei Heizkörper im Raum an.

Ist d_1 gewählt, so ergibt sich v_1 aus Gl. 1 mit Hülfe von Tafel I und h aus Gl. 2 mit Hülfe von Tafel III. Ist h berechnet, so wird probeweise d_2 angenommen und mit Hülfe von Tafel I v_2 nach Gl. 3 bestimmt, in Gl. 4 eingesetzt, muß dieser Genüge geschehen, mindestens darf die linke Seite nicht kleiner als die rechte sein. Ist dies nicht der Fall, so ist die Rechnung unter anderer Annahme von d_2 zu wiederholen. Dieselben Rechnungen finden nun mit den übrigen Gleichungen statt. Nach Bestimmung von d , d_1 , d_2 und d_3 setze man:

$$d_4 = \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \quad (\text{Abbild. 258}); \quad d_5 = \sqrt{d_2^2 + d_3^2};$$

$$D = \frac{d \sqrt{W + W'}}{\sqrt{W}}; \quad D' = \frac{d \sqrt{W + W' + W''}}{\sqrt{W}}.$$

Zur bequemen Lösung von Gl. 10 und 12 empfiehlt es sich, $v' = v'' = v$ zu setzen, mithin auch $\lambda' = \lambda'' = \lambda$; ist alsdann h' und h'' berechnet, so bestimmen sich die Teilstrecken der Stränge II und III genau wie bei Strang I. Unter Voraussetzung von $v' = v'' = v$ ist zu setzen:

$$d' = \frac{d \sqrt{W'}}{\sqrt{W}}; \quad d'' = \frac{d \sqrt{W''}}{\sqrt{W}}.$$

Die Abrundung der Rohrdurchmesser auf Handelsmaß hat nach erfolgter genauer Berechnung stattzufinden.

Für Berechnung der Warmwasser-Mitteldruckheizung gelten genau dieselben Gleichungen, nur ist statt der Zahl 275,67 an betreffender Stelle 267,18 zu setzen. (Vergl. Tafel I, S. 345.)

Ausdehnungsgefäß. Mit dem höchsten Punkte der Anlage verbunden, mit Ueberlaufrohr und einem im Heizraum endigenden, verschließbaren Signalrohr versehen. Bei Mitteldruckheizung befindet sich das belastete Ausdehnungsventil ebenfalls in dem Gefäß als Endpunkt der Rohrleitung.

2. Heißwasserheizung (Perkinsheizung).

Rohr ohne Ende von meist 0,023 m lichtigem und 0,033 m äußerem Durchmesser; ein Teil im Feuer zur Wärmeaufnahme, ein Teil zur Leitung, ein Teil in den zu heizenden Räumen zur Wärmeabgabe des Wassers.

Mitteldruck-Heißwasserheizung: Erwärmung des Wassers auf etwa 120 bis 150° C.

Hochdruck-Heißwasserheizung: Erwärmung des Wassers auf etwa 150 bis 200° C.

Austritt des Wassers durch ein belastetes Ventil, welches vom Ausdehnungsgefäß umschlossen wird; beim Erkalten tritt das Wasser durch ein Saugventil in die Rohrleitung zurück. Statt dieser Anordnung werden auch festgeschlossene, zum Teil mit Luft gefüllte Ausdehnungsrohre angewandt.

Verbindung der Rohre mittelst Muffen mit Rechts- und Linksgewinde; Dichtung durch Aneinanderpressen der beiden Rohrenden, von denen das eine rechtwinklig zur Mittelachse mit Fläche, das andere mit einer Schneide versehen ist. Kupferringe als Dichtungsmaterial nicht zu empfehlen.

Das im Feuer liegende Rohr in Spiralen gewunden und mit den Heizgasen so in Berührung gebracht, daß Gegenstrom der Heizgase und des Wassers stattfindet. Füllen mittelst Füllpumpe und besonderen Hahns (Durchpumphahn). Vor Inbetriebnahme unterwerfe man die ganze Anlage (im kalten Zustande) einem Druck von 150 Atm.

Berechnung der Anlage (nach Rietschel).*)

Ist l_1 die im Feuer liegende Rohrlänge, l_2 die Länge des Leitungsrohres, l_3 die Länge des Wärme abgebenden Rohres in m, W die Wärmemenge, welche das gesamte System bei niedrigster Aufsentemperatur zu liefern hat, in WE. i. d. Std., dann setze man:

$$l_1 = 0,0016 W; \quad l_3 = 0,01 W,$$

sofern das Rohr frei an der Wand herumgeführt wird;

$$l_3 = 0,012 W,$$

sofern das Rohr in Spiralen aufgewunden in den Räumen verteilt wird.

Erforderliche Geschwindigkeit:

$$v = \frac{W}{1400(t - t_0)} \text{ m i. d. Sek.} \quad (1)$$

Erreichbare Geschwindigkeit, wenn die Dichtigkeit des Wassers von t^0 (nach Fischer) = $1 - 0,000004 t^2$ angenommen wird, (welche gleich der erforderlichen zu setzen ist) bei 0,023 m Rohrdurchmesser:

$$v = \sqrt{\frac{0,0000833 h (t^2 - t_0^2)}{4\lambda \frac{L}{0,023} + \Sigma \zeta}} \quad (2)$$

*) Vergl. Gesundheits-Ingenieur 1889. Nr. 1 u. 2.

Hierin bedeutet:

- t die Temperatur des Wassers beim Austritt aus der Feuerspirale,
 t_0 die Temperatur des Wassers beim Eintritt in die Feuerspirale,
 h den lotrechten Abstand von Mitte Feuerspirale bis Mitte Wärmerohr in m,
 L die gesamte Rohrlänge des Systems in m,
 $\Sigma \zeta$ und λ wie bei der Warmwasserheizung (s. S. 343).

Die Verteilung des Wärmerohres l_3 erfolgt am besten für eine mittlere Wintertemperatur; für die erstere ist es nötig, die Temperaturen des Wassers im Steige- und Fallrohr zu kennen, unter denen die erforderliche Geschwindigkeit = der erreichbaren wird. Bezeichnet:

- W_m die stündlich durch Abgabe der Wände u. s. w. verloren gehende, von dem Wärmerohr zu ersetzende Wärmemenge bei mittlerer Wintertemperatur, in WE.,
 v_m die erforderliche bzw. erreichbare Geschwindigkeit des Wassers in m i. d. Sek.,
 t_m die Temperatur des Wassers im Steigerrohr, t_{m_0} im Fallrohr, bei der Geschwindigkeit v_m ,
 ϑ die Temperatur der das Wärmerohr umgebenden Luft, so ist:

$$t_{m_0} = \frac{W_m}{1400 v_m (e^{\frac{l_3}{1306,2 v_m}} - 1)} + \vartheta \quad \text{und} \quad t_m = \frac{W_m}{1400 v_m} + t_{m_0}.$$

Unter probeweiser Annahme von v_m sind diese Gleichungen zu lösen; die Werte von t_m und t_{m_0} in Gl. 2 eingesetzt, müssen das angenommene v_m ergeben, wenn nicht, ist die Rechnung unter anderer Annahme von v_m zu wiederholen. Nunmehr erfolgt die Verteilung des Wärmerohres nach Maßgabe der erforderlichen Wärmemenge der einzelnen Räume. Die für diese maßgebenden Ausdrücke lauten, sofern t' und W' gegeben:

$$t_0' = t' - \frac{W'}{1400 v_m} \quad \text{und} \quad l' = \frac{0,933 W'}{t' - t_0'} \ln \frac{t' - \vartheta}{t_0' - \vartheta},$$

sofern l' und t' gegeben:

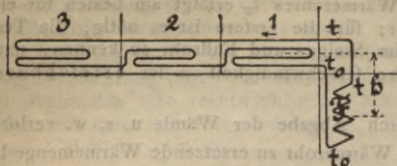
$$t_0' = (t' - \vartheta) e^{-\frac{l'}{1306,2 v_m}} + \vartheta \quad \text{und} \quad W' = 1400 v_m (t' - t_0'),$$

worin außer den bekannten Bezeichnungen:

- W' die Wärmemenge in WE., welche das Wärmerohr von der Länge l' i. d. Std. abzugeben hat,
 t' die Eintrittstemperatur, t_0' die Austrittstemperatur des Wassers in dem Wärmerohr von der Länge l' .

Geht man mit dem Wärmerohr (wie Abbild. 261 darstellt) zunächst durch alle Räume hindurch, so ist für den ersten bis zum vorletzten die Rohrlänge des Zuflusses gegeben, außerdem für den ersten Raum die Temperatur t' ; es muß daher die Temperatur, mit der das Wasser den Raum verläßt, gesucht und alsdann mit

Abbild. 261.

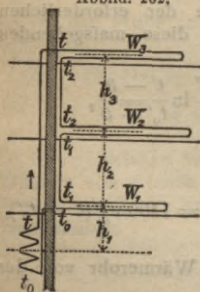


ihrer Hülfe die Wärmeabgabe des Zulaufs berechnet werden. Die Eintrittstemperatur des Wassers im zweiten Raume ist die Austrittstemperatur aus dem ersten Raume, mithin ist für den zweiten Raum wiederum die Austrittstemperatur und alsdann die Wärmeabgabe des Zulaufs zu bestimmen. Für den letzten Raum, in welchem der Rücklauf beginnt, ist aus dem bekannten W' mit Hülfe der bekannten Eintrittstemperatur des Wassers dessen Austrittstemperatur und demnächst die gesamte in dem Raum unterzubringende Rohrlänge zu bestimmen.

Rückwärtsgehend ist alsdann für den vorletzten und die folgenden Räume dieselbe Rechnung anzustellen — unter Abzug derjenigen Wärmemenge, welche bereits durch den Zulauf gedeckt worden ist, von der für diesen Raum erforderlichen gesamten Wärmemenge.

Hat die Rohrverteilung in mehreren — z. B. wie Abbild. 262 darstellt, in drei — Stockwerken stattzufinden, dann wird in Gl. 2 der Ausdruck $h(t^2 - t_0^2)$ ein anderer.

Abbild. 262.



Nach Abbild. 262 muß sein:

$$t - t_2 = \frac{W_3}{1400 v}; \quad t_2 - t_1 = \frac{W_2}{1400 v};$$

$$t_1 - t_0 = \frac{W_1}{1400 v},$$

aus welchen Ausdrücken nach angenommenem t und v der Reihe nach t_0 , t_1 und t_2 berechnet werden müssen.

Alsdann ist in Gl. 2 statt $h(t^2 - t_0^2)$ zu setzen:

$$h_1(t^2 - t_0^2) + h_2(t^2 - t_1^2) + h_3(t^2 - t_2^2).$$

Findet nicht nur auf dem Rücklauf, sondern auch auf dem Zulauf Wärmeabgabe statt, wie nach Abbild. 263, dann ist:

$$t - t_1 = \frac{W_1}{1400 v}; \quad t_1 - t_2 = \frac{W_2}{1400 v};$$

$$t_2 - t_3 = \frac{W_3}{1400 v}; \quad \dots$$

$$t_5 - t_0 = \frac{W_6}{1400 v},$$

und nach angenommenem t und v und nach den mittelst vorstehender Ausdrücke bestimmten $t_0, t_1, t_2 \dots t_5$ in Gl. 2 statt $h(t^2 - t_0^2)$ zu setzen:

$$h_1 t^2 - h_0 t_0^2 + h_2 t_1^2 - h_5 t_5^2 + h_3 t_2^2 - h_4 t_4^2.$$

Ist wie gewöhnlich: $h_1 = h_6, h_2 = h_5, h_3 = h_4$, so ist für $h(t^2 - t_0^2)$ zu setzen:

$$h_1(t^2 - t_0^2) + h_2(t_1^2 - t_5^2) + h_3(t_2^2 - t_4^2).$$



3. Dampfheizung.

Niederdruck- (konzessionsfreie) Dampfheizung: größte Spannung des Dampfes 0,5 Atm. Ueberdruck. Kessel mit offenem Standrohr nicht über 5 m Höhe und mindestens 8 cm lichtigem Durchmesser.

Hochdruck-Dampfheizung: Spannung des Dampfes beliebig, ratsam nicht zu niedrig, aber nicht über 5 Atm. in der Hauptrohrleitung, nicht über 1 bis 2 Atm. in den Heizkörpern (Dampfdruckreduzierventile).

Niederdruck-Dampfheizung fast stets zu ununterbrochenem Betrieb (Schüttkessel) mit selbstthätiger Regelung der Wasserverdampfung eingerichtet.

Heizkörper im wesentlichen wie bei der Warmwasserheizung, nur müssen sie sich bei der Erwärmung schnell ausdehnen können. Wegen der bedeutenden strahlenden Wärme und der schwierigen Regelbarkeit der Wärmeabgabe werden die Heizkörper zweckmäÙig mit dichten, die Wärme schlecht leitenden, beliebig zu öffnenden oder schließenden Mänteln umgeben (mittelbare Regelung). Alle Mäntel müssen entfernbar sein.

Berechnung der Heizkörper.

Nach praktischer Erfahrung giebt mit Sicherheit 1 qm Dampfheizfläche stündlich an Wärme ab:

Glattes Rohr, freiliegend	etwa 1000 WE.
Desgl. eingeschlossen in Heizkammern	800 "
Schweiß- oder flufseiserne Heizkörper mit geringem Dampfraum	800 bis 1000 WE.
Desgl. ummantelt	600 " 800 "

Gufseiserne Rippenkörper mit geringem

Dampfraum etwa 600 bis 700 WE.
Desgl. ummantelt „ 500 „ 600 „

Schweißeiserne Dampfheizungsrohre von G. Kuntze in Göppingen,
auf 10 Atm. inneren Druck geprüft.

Lichte Weite.	Wand- stärken.	Gewicht f. 1 Normal- rohr v. 4 m Länge.	Flanschen- Durch- messer.	Schrauben- loch- kreisdurch- messer.	Schraubenlöcher:	
					Anzahl.	Durch- messer.
mm	mm	kg	mm	mm		mm
60	2,2	20	153	121	4	15
70 und 80	2,2	25	174	140	4	15
100	2,2	30	194	161	4	15
120	2,3	36	210	177	5	15
150	2,4	46	242	213	6	15
180	2,5	57	271	239	6	15
200	2,6	66	295	261	7	15
250	2,7	89	357	321	9	17,5
300	2,8	114	416	376	10	17,5
350	2,9	140	470	432	12	17,5
400	3,0	163	520	480	12	17,5
500	3,0	216	640	598	12	21

Die Rohre sind genietet und hart gelötet, mit gufseisernen gebohrten Flanschen und doppeltem eingebranntem Anstrich versehen.

Rohrleitung. Meist aus Schweißeisen mit Muffenverschraubung, Rechts- und Linksgewinde oder Gegenmutter. Für weitere Rohre Flanschverschraubung mit Asbestpappe, Metallringen u. s. w. Für Dampfzuleitung und Kondensationswasserableitung getrennte Rohrleitung zu empfehlen.

Der ungehinderten Ausdehnung ist Rechnung zu tragen. (Rollen- und Schlingenlagerung, Kompensatoren.) Bei mittelbarer Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper können Ventile fortbleiben, alsdann sind Lufthähne oder Luftventile zum Auslassen der Luft anzuordnen. Die gesamte Rohrleitung vom höchsten Punkt ab fallend.

Zum Abfluß des Kondenswassers besonders solche Ableiter empfehlenswert, welche beim Anlassen des Dampfes auch der Luft Austritt, nach Absperren des Dampfes der Luft Eintritt in die Rohrleitung gestatten, sofern Heizkörper verwandt werden, welche innerliche Luftverdünnung ohne Gefahr der Formänderung nicht gestatten. Das Kondensationswasser ist zur Speisung der Kessel zu benutzen, bei der Niederdruckdampfheizung fließt es selbstthätig in den Kessel zurück.

Berechnung der Rohrleitung. Unter der Voraussetzung, daß das Kondensationswasser die Heizkörper warm verläßt, kann man mit hinreichender Genauigkeit setzen:

$$G_s = 0,001852 W,$$

worin G_s das Dampfgewicht in kg i. d. Std., W die Anzahl der stündlich erforderlichen WE. bedeutet. (Genaueres s. Abteil. I. S. 254 bis 259.)

Der lichte Durchmesser d der Leitung ergibt sich aus:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{G_s}{u \gamma 3600},$$

worin u die Geschwindigkeit des Dampfes in m i. d. Sek., γ das Gewicht in kg f. d. cbm Dampf von der Spannung p (vergl. Abteil. I. Tafel a. S. 258 u. 259) bedeutet.

Für p ist der mittlere Druck in dem fraglichen Leitungsstück in (neuen) Atm. zu nehmen.

Man schätze u (30 bis 50 m i. d. Sek.), berechne $G_s : u$, suche für die in Frage kommende Dampfspannung aus Tafel a. S. 354 den dem berechneten Werte von $G_s : u$ nächstliegenden und entnehme aus der ersten Reihe, welche die Rohrdurchmesser in gebräuchlichen Handelsmafsen enthält, das zugehörige d .

Wegen der Abrundung ist die dem gewählten Durchmesser entsprechende und der weiteren Rechnung zu grunde zu legende Geschwindigkeit genauer zu ermitteln, indem man G_s durch den betreffenden Tafelwert $G_s : u$ dividiert. Der Spannungsabfall ist für die einzelnen Leitungsabschnitte gesondert nach Abteil. I. S. 273 u. f. zu berechnen, wobei für den Wert φ in der Näherungsformel auf S. 273 nachfolgende Tafel dient.

Ergeben sich zu grofse Spannungsverluste, so ist die Rechnung unter Annahme einer gröfseren Rohrweite zu wiederholen.

Für genauere Rechnung ist die Ermittlung gemäß den Formeln auf S. 275 (Abteil. I.) vorzunehmen.

4. Dampfwarmwasserheizung.

Vereinigung von **1.** und **3.**: die Erwärmung des Wassers findet in dem gemeinsamen Heizkessel nicht unmittelbar durch Feuer, sondern durch Dampf statt.

5. Dampfwasserheizung.

Gewöhnliche Dampfheizung, bei welcher die Heizkörper entweder zum Teil mit Wasser gefüllt sind, welches mittelbar durch Dampf erwärmt wird, oder bei welcher die Heizkörper derartig konstruiert sind, dafs in ihnen eine Aufspeicherung des Kondensationswassers in einer bestimmten oder beliebig regelbaren Menge erzielt wird. Zweck der Anordnung: Wärmeaufspeicherung. Die Berechnung von **4.** und **5.** vereinigt sich aus denen für **1.** und **3.**

Werte von $\alpha_s : n$.

p	γ kg f. d. cbm	d =									
		0,010	0,013	0,019	0,025	0,032	0,038	0,045	0,051	0,063	0,069 m
1	0,5823	0,1644	0,27824	0,50436	1,0290	1,6859	2,3774	3,3339	4,2823	6,5347	7,8386
1,2	0,6907	0,19529	0,33004	0,70500	1,2206	1,9998	2,8200	3,9516	5,0795	7,7512	9,2978
1,5	0,8518	0,24054	0,40701	0,86944	1,5052	2,4602	3,4777	4,8709	6,2642	9,3591	11,466
2	1,1161	0,31557	0,53330	1,1392	1,9723	3,2314	4,5568	6,3992	8,2079	12,525	15,024
2,5	1,3763	0,38914	0,65763	1,4048	2,4321	3,9848	5,6191	7,8799	10,121	15,445	18,527
3	1,6332	0,46178	0,78039	1,6670	2,8861	4,7286	6,6680	9,3508	12,011	18,328	21,985
3,5	1,8879	0,53379	0,90209	1,9270	3,3362	5,4660	7,7978	10,809	13,884	21,187	25,414
4	2,1400	0,60597	1,0226	2,1843	3,7817	6,1959	8,7371	12,252	15,738	24,016	28,808
4,5	2,3901	0,67579	1,1421	2,4396	4,2236	6,9201	9,7582	13,684	17,577	26,822	32,174
5	2,6412	0,74678	1,2620	2,6959	4,6673	7,6471	10,783	15,122	19,424	29,640	35,554
5,5	2,8860	0,81600	1,3790	2,9458	5,0999	8,3558	11,783	16,524	21,224	32,388	38,850
6	3,1319	0,88553	1,4965	3,1968	5,5345	9,0678	12,787	17,932	23,032	35,147	42,160

Werte von $\varphi = 0,15 \cdot \frac{\gamma}{d}$.

1	0,5823	8,7345	6,7190	4,5972	3,4942	2,7296	2,2986	1,9410	1,7134	1,3864	1,2661
1,2	0,6907	10,3605	7,9697	5,4529	4,1442	3,2376	2,7264	2,3033	2,0315	1,6445	1,5015
1,5	0,8518	12,7770	9,8285	6,7548	5,1108	3,9928	3,5624	2,8303	2,0281	1,8517	1,7111
2	1,1161	16,7412	12,8779	8,8112	6,6965	5,2317	4,4057	3,7203	3,2826	2,6574	2,4263
2,5	1,3763	20,6445	15,8804	10,8055	8,2578	6,4514	5,4328	4,5877	4,0479	3,2769	2,9920
3	1,6332	24,4980	18,8446	12,8937	9,7992	7,6556	6,4468	5,4440	4,8035	3,8886	3,5504
3,5	1,8879	28,3185	21,7835	14,9045	11,3274	8,8495	7,4522	6,2930	5,5526	4,4950	4,1041
4	2,1400	32,1000	24,6923	16,8947	12,8400	10,0313	8,4474	7,1333	6,2941	5,0952	4,6522
4,5	2,3901	35,8515	27,5781	18,8692	14,3406	11,2036	9,4346	7,9670	7,0207	5,6907	5,1959
5	2,6412	39,6180	30,4754	20,8516	15,8472	12,3806	10,4258	8,8040	7,7682	6,2886	5,7417
5,5	2,8860	43,2900	33,3000	22,7842	17,3160	13,5281	11,3921	9,6200	8,4882	6,9714	6,2739
6	3,1319	46,9785	36,1373	24,7255	18,7914	14,6808	12,3228	10,4397	9,2115	7,4569	6,8085

6. Luftheizung.

Anordnung, Ausführung und Berechnung s. Lüftungsanlagen, S. 329 u. f. Werden verschiedene Räume mit gleich warmer Luft erwärmt, so richtet sich die Menge der einzuführenden Luft nach der Wärmeabgabe der betreffenden Räume. Bedeutet:

W die stündliche Wärmeabgabe eines Raumes, in WE.,

L_1 den stündlichen Luftwechsel in cbm, ausgedrückt in Luft von t_1° ,

t die Temperatur der einströmenden Luft,

t_1 die Temperatur der abströmenden (Zimmer-)Luft,

so muß sein:

$$L_1 = \frac{W(1 + \alpha t_1)}{0,306(t - t_1)}$$

Sind L_1 , W und t_1 gegeben, dann muß sein:

$$t = \frac{W(1 + \alpha t_1)}{0,306 L_1} + t_1$$

Sollen Räume von einer Heizkammer aus verschieden warme Luft erhalten, dann sind die einzelnen Kanäle für Zuführung warmer Luft mit einem Kanal für kalte Luft zu verbinden und mit Mischklappen zu versehen. Die Einströmungstemperatur der Luft in die Räume soll höchstens 40° C betragen, nur für das Anheizen kann eine etwas höhere Temperatur (50° C) gestattet werden. Bei hohen Räumen (6 m und darüber) empfiehlt es sich, das Anheizen durch Eintritt der Luft möglichst über Fußboden zu bewirken, bei Benutzung der Räume aber die warme Luft so hoch eintreten zu lassen, daß merkbare Luftströmungen im Bereiche der Personen nicht stattfinden können (3 m und darüber).

Heizapparat kann jeder Heizkörper sein; bei unmittelbar geheizten Öfen muß die Beschickung, Reinigung von Asche und Ruß u. s. w. von außerhalb der Heizkammer erfolgen.

Material der unmittelbar geheizten Apparate meist Gusseisen, bisweilen auch Mauerwerk. Eine zweckmäßige Konstruktion muß folgenden Bedingungen genügen: Ausbreitung der Wärme auf große Flächen (Vermeiden des Glühendwerdens); gleichmäßige Wärmeverteilung sowohl im Apparat als in der Heizkammer; gleichmäßiges Umspülen aller Heizflächen von der Luft; Ausdehnungsfähigkeit des Apparates, wenige und dichte Fugen; leichte Reinigung von Staub, innerlich von Ruß und Asche.

Für die Wärmeabgabe von 1 qm unmittelbar geheizter Heizfläche ist zu rechnen: bei gusseiserner Rippenheizfläche 1500 bis 2000 WE., bei gusseiserner glatter Heizfläche 2500 bis 3000 WE.

Sofern die Heizkörper nicht unmittelbar durch Feuer, sondern durch Wasser oder Dampf erwärmt werden, ergibt sich Wasser- bzw. Dampf-Luftheizung.

c. Feuerungsanlagen.

1. Feuerherde, 1,7 m lang, 0,6 m breit, erfordern 200 Stück Mauerziegel, 75 Stück Dachziegel, 750 l Lehm.

2. Räucherammern. Mindestens 1,5 bis 2 m lang und breit, 1,5 bis 2,2 m hoch. Sie müssen ganz massiv und mit eisernen oder mit Blech bekleideten Thüren versehen sein. Die den Rauch zu- und abführenden Rohre dürfen nur 3 cm weit sein.

3. Rauchrohre oder Schornsteine. Das Holzwerk muß mindestens 21 cm von der inneren Wandfläche des Rohres entfernt liegen. Der Zwischenraum muß bei freiliegenden Wangen mit einer doppelten Dachsteinschicht in Mörtel ausgefüllt werden.

Eiserne Rohre sollen mindestens 0,63 m vom Holzwerk entfernt sein.

Die Weite der Steigerohre ist mindestens 40·47 cm und die der russischen Rohre 13·13 cm bis 21·21 cm (die Berliner Baupolizei verlangt 250 qcm). An ein russisches Rohr können nur drei gewöhnliche Stubenöfen in einem oder mehreren Geschossen angeschlossen werden. Ein Kochofen ist gleich zwei gewöhnlichen Heizöfen zu rechnen, mit Ausnahme der Fälle, in welchen gleich bei der Anlage eine bestimmte Weite des Schornsteins festgestellt ist.

Stärke der Wangen und Zungen bei gewöhnlichen Feuerungen wie bei Stuben- und Herdfeuerungen, mindestens $\frac{1}{2}$ Stein; bei anhaltender und starker Feuerung bis 2 Stein.

Freistehende Schornsteine oder Rohre in einer Reihe, welche 1,25 m höher als das Dach sind, müssen 1 Stein starke Wangen erhalten oder tüchtig verankert werden; solches ist immer nötig, wenn die Höhe mehr als 2,5 m beträgt. (Vergl. hierüber S. 293.) — Die freistehende Länge einzelner Rohre, deren Kasten nicht über 0,6 m breit sind, darf ohne Verstärkung nicht über 3,8 m sein; bei zwei oder mehreren Rohren nebeneinander nicht über 5 m. Die Rohre sind mindestens 30 cm über den Dachfirst hinauszuführen.

Das Schleifen der Schornsteine darf höchstens unter einem Winkel von 45° (nach G. A. d. M. von 60°) gegen die Lotrechte geschehen. Die entstehenden Ecken sind nach einem Bogen von mindestens 1 m Halbmesser abzurunden. Das Schleifen kann auch in einem nach unten gekehrten Bogen geschehen, der von den damit in Verbindung stehenden Richtungslinien berührt wird.

Seitenöffnungen. Jedes Rohr muß unten, wo es anfängt, und über dem obersten Dachboden, sowie bei zweimal veränderter Richtung auch in der Mitte eine Seitenöffnung von erforderlicher Größe haben, welche stets durch eine eiserne Rohrthür geschlossen zu halten ist.

Die Reinigungsthüren liegen nie unter einer Treppe und müssen mindestens 1 m von allem Holzwerk entfernt sein. Das Vorpflaster auf dem Boden ist auf jeder Seite 0,6 m länger als die Thürbreite und 0,6 m breit.

Ziegelbedarf f. d. lfd. m für		Freistehend auf		
		allen Seiten.	drei Seiten.	zwei Seiten.
Küchenschornsteine.				
Einfache Rohre	} 42 · 45 cm weit	} 120 190 286 351	} 78 130 182 234	} 52 104 156 208
Zweifache „				
Dreifache „				
Vierfache „				
Russische Rohre. (Vergl. S. 292.)				
Einfache Rohre	} 13 · 20 cm weit	} 65 104 143 208	} 46 78 104 130	} 32 58 78 117
Zweifache „				
Dreifache „				
Vierfache „				

Mörtelbedarf. 1000 Stück Ziegel erfordern bei freistehenden Schornsteinen zum Vermauern und zum inneren Verputz für große Feuerungen 1 cbm, mittlere Feuerungen 0,8 cbm, kleine Feuerungen 0,7 cbm Mörtel, und zum äußeren Verputz 0,37 cbm, mittlere Feuerungen 0,31 cbm, kleine Feuerungen 0,22 cbm Mörtel. — 1000 Stück Ziegel zum Schornsteinrohr eines Schmiedefeuers oder Backofens erfordern zum Vermauern und zum inneren und äußeren Verputz für große Feuerungen 1,1 cbm, mittlere Feuerungen 0,93 cbm, kleine Feuerungen 0,74 cbm Mörtel.

G. Beleuchtung der Räume.

1. Erleuchtung durch Tageslicht.

Für Fälle, in denen der Bauplan nicht schon von vornherein für Anzahl und Größe der Fenster bestimmte Bedingungen stellt, kann als Anhalt die Ausführungen entnommene Angabe dienen:

Das Verhältnis der Grundriffsfläche des zu erleuchtenden Raumes zur Fläche der Fensteröffnung liegt, unter Voraussetzung einer mittleren Höhe des Raumes,

- bei gut erleuchteten Ausstellungsräumen zwischen $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{3}$,
- bei Werkstätten mit großem Lichtbedarf zwischen $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{3}$,
- bei mäßig erleuchteten Lagerräumen zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{5}$.

Für Schulen rechne man f. d. Schüler 0,1 bis 0,2 qm Fensteröffnung, etwa $\frac{1}{5}$ der Bodenfläche.

2. Gasbeleuchtung.*)

Ueber die zur Beleuchtung eines Raumes ausreichende Anzahl Flammen dienen folgende Angaben als Anhalt:

*) Vergl. Vierzehnter Abschnitt, Technologie. IV. Gasfabrikation. Ueber elektrische Beleuchtung s. Fünfzehnter Abschnitt, Elektrotechnik.

Grundfläche des Raumes.	Höhe des Raumes.	Anzahl der Gasflammen.	Höhe der Flammen über dem Boden.
qm	m		m
22	4	2—3	2,0—2,2
32	4,5	5—6	2,2—2,5
56	5,4	9—12	2,5—2,8
100	7,0	16—20	2,8—3,4
156	9,5	25—30	3,4—4,0
246	12,5	40—45	4,0—4,6
350	14,0	60—70	4,6—5,3
480	15,5	100—120	5,3—6,0

Die Gasflammen sind gruppenweise auf der Grundfläche bezw. auf quadratische Beleuchtungsfelder zu verteilen; für die Gleichmäßigkeit der Erleuchtung ist möglichst durch Anwendung von Wandarmleuchtern aufser den mittleren Kronleuchtern zu sorgen.

In Festsälen sind die oben angegebenen Zahlen zu verdoppeln.

Eine Normalgasflamme (Argandflamme von 0,15 cbm Gasverbrauch i. d. Std. und der Leuchtkraft von 15 Kerzen) ist als Lichtquelle für 25 cbm Raum zu rechnen.

In Räumen von einer größeren Höhe als 10 m bringt man die Mittelkrone (untere Spitze) zweckmäfsig in $\frac{1}{3}$ der Höhe an.

H. Wasserversorgung.

Lichtweite der Wasserleitungsrohre im Inneren eines Hauses.

	Lichte Weite	
	des Zuflufs- rohres.	der Abflufsrohre.
1. für einen Küchenauslaß	1,3 cm	{ 5 cm bei stehendem Rohre, 6,5 cm bei liegendem Rohre,
2. für ein Waschbecken . .	1,3 „	2,5 cm,
3. für ein Wassercloset . .	2,0 „	{ 10,0 bis 12,5 cm bei stehendem Rohre, 12,5 bis 20,0 cm bei liegendem Rohre,
4. für ein Wannenbad, eine Douche oder Brausebad	2,0 „	wie für 1.

Der **Wasserbedarf** beträgt:

f. d. Kopf der Bevölkerung einer Stadt täglich 100 bis 200 l,

f. d. qm Gartenfläche bei einmaliger Besprengung 1 bis 3 l,

f. d. qm StraÙe bei einmaliger Besprengung 1 bis 1,5 l,

Bespülung für ein Wassercloset f. d. Kopf und Tag 10 bis 15 l.

VI. BESONDERE BAUANLAGEN.*)

a. Oeffentliche Gebäude.

1. Kirchen. Die Anzahl der Plätze = p in einer Gemeinde, deren Seelenzahl = s , wird bei preussischen Kirchenbauten unter Zugrundelegung der Formel:

$$p = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{5} - \frac{1}{20} \cdot \frac{2}{3} \right) s = \frac{13}{30} s$$

bestimmt, welche Formel auf der Annahme beruht, daß die Anzahl derjenigen Gemeindemitglieder, welche das konfirmationsfähige Alter erreicht haben, = $\frac{2}{3}$ ist, $\frac{1}{5} \cdot \frac{2}{3} s$ wegen Krankheit und $\frac{1}{20} s$ wegen häuslicher Abhaltung die Kirche nicht besuchen. Für jeden sitzenden Kirchenbesucher rechnet man einschl. Gänge 0,6 bis 0,9 qm, für einen Sitzplatz in evangelischen Kirchen 0,42, in katholischen 0,47 qm. 1 Stehplatz für 1 Erwachsenen oder 1 Kinderplatz 0,30 qm. Bankentfernung in evangelischen Kirchen 0,84, in katholischen Kirchen 0,94 m.**)

2. Schulen. Die Grundfläche für 1 Schüler schwankt je nach Alter des Schülers, Art und Rang der Schule, in Preußen zwischen 0,64 und 1,20 qm, wobei auf eine Schülerzahl der Klasse von 40 bis 60 gerechnet ist. Mindestens 2 bis 2,37 cbm Luftraum für den Schüler; danach Flächeninhalt nach der Höhe des Raumes oder umgekehrt festzustellen. Für Dorfschulen sind als Kleinstmasse vorgeschrieben: in Preußen 0,64 bis 0,74 qm, Württemberg 0,636 qm, Sachsen 0,591 bis 0,690 qm, Bayern 0,310 bis 0,445 qm.

Von vorderster Bank bis zur Wand mindestens 1,70 m Abstand, an der Fensterwand Gang mindestens 0,40, Mittelgang mindestens 0,50, Gang an der Ofenwand mindestens 0,60 bis 0,80, zwischen Rückwand der letzten Bank und Wand 0,30 m.

An Banklänge beansprucht 1 Schüler je nach Alter und Beschäftigung 0,47 bis 0,70 m, am häufigsten kommt vor 0,56 m. Die Länge des Schulzimmers ist durch die Rücksicht bestimmt, daß Schrift auf der Wandtafel möglichst von allen Schülern deutlich gesehen werden kann; dazu darf etwa 9,0 m Länge nicht überschritten werden. Die Breite (Tiefe) ergibt sich aus dem Verhältnis $B:L = 2:3$ bis höchstens $3:4$. In fester Zahl angegeben liegt B zwischen 5,5 bis 7,5 m. Höhe der Schulzimmer:

*) Vergl. Deutscher Baukalender 1892.

**) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1871. S. 149.

Grenzwerte sind 3,20 und 4,5 m. Die Fenster müssen bis möglichst nahe unter die Decke reichen und stark zugeschrägte Leibungen erhalten; bogenförmiger Schlufs ist zu vermeiden. Brüstungshöhe der Fenster 0,80 bis 1,25 m.*)

3. Turnsäle. Auf 1 Kopf als Kleinstmafs etwa 4,0 qm Grundfläche. Turnhallen für 50 erwachsene Turner 22 m lang, 11,0 m breit, 5,5 m hoch, bezw. 25 : 12,5 : 6,5 m.**)

4. Badeeinrichtungen. Badezellen 2 bis 4 m lang, 1,8 m breit. Wannen oben 1,5 bis 1,8 m lang, 0,7 m breit, 0,7 m hoch. Schwimmbassins für 1 Kopf 0,3 bis 0,4 qm.

5. Theater. Breite der Sitzplätze 0,60, Abstand der Reihen 0,80 m. Man schränkt diese Mafse in einzelnen Fällen bis auf 0,48 bezw. 0,66 m ein.

6. Säle. Bei Speisesälen für 1 Person mindestens 0,75 qm, bei reichlichem Raum 1 qm; bei Sälen höheren Ranges 1,25 qm. Bei Versammlungssälen, wenn alle Personen sitzen sollen, mindestens 0,5 qm, wenn nur ein Teil sitzt, 0,4 qm.

7. Gefängnisse. Einzelzellen für dauernde Benutzung mindestens 25 cbm (4,0 bis 4,2 m lang, 2,2 bis 2,4 m breit, mindestens 3,8 · 2,2 m). Nacht-Einzelzellen 12 cbm (2,2 m lang, 1,2 m breit), gemeinsame Schlafräume 10 cbm für 1 Kopf; geschlossene Arbeitsräume 8 cbm für 1 Kopf.

8. Krankenhäuser. Die Zahl von 10 bis 12 Betten wird als die günstigste bezeichnet. — Breite der Säle für zwei Bettreihen 7,5 bis 8,0 m, Höhe 4,0 bis 4,5 m. Abstand der Betten nicht unter 1 m. Grundfläche für 1 Bett 7 bis 10 qm, Luftraum etwa 36 cbm.

b. Ländliche Bauanlagen.

1. Gewächshäuser. Hauptfront womöglich gegen Süd-Süd-Ost.

Temperatur: a) Konservatorien oder kalte Häuser 1 bis 6° C,
 b) Tepidarien oder laue „ 6 bis 12½° C,
 c) Kalidarien oder warme „ 10 bis 18° C.

Dachneigung 30 bis 40°; Fundament über der Erde 5 cm hoch; Vorderwand meist 1,25 bis 1,60 m hoch. Stiele höchstens 1,3 m von Mitte zu Mitte; Sparren 10 · 20 cm stark oder von Eisen; Falze in den Sparren 2,5 cm breit, 1,3 cm tief, der untere aber bis 0,6 m über der Mitte der Fensterbreite 6,5 cm breit, um den unteren Fensterflügel 0,6 m unter den oberen schieben zu können. Fensterlässe gewöhnlich 6,5 cm breit, 4 cm stark; die Sprossen 2,5 cm breit, die Ecken durch Winkelhaken mit 10 bis 24 cm starken Schenkeln gesichert.

*) S. Dienstanw. f. d. Kgl. Bauinspektionen, S. 356 und 460 und Zeitschr. f. Bauw., Jahrg. 1871.

**) S. Dienstanw. f. d. Kgl. Bauinspektionen, S. 349.

Heizung. *α.* Durch Feuerkanäle. Der Ofen gewöhnlich 1,25 m lang, 0,5 bis 0,6 m breit, 0,5 m hoch und etwa 1,25 m unter dem Boden des Gewächshauses; die Decke 26 cm stark gewölbt; der Boden gegen den Kanal auf 16 cm ansteigend. Der Kanal hat auf 2 bis 3 m Länge 0,3 m oder mehr Steigung; die Sohle, aus einer Ziegel-, dann zwei Dachsteinschichten, in Lehm auf Fundament gelegt; Seitenwände 26 cm hoch, wozu am besten Thonplatten zu benutzen sind; die Ausmündung muß mindestens 1,6 m über dem Feuerherde liegen. — Vergl. S. 339.

β. Durch Warmwasser. Feuerung etwa 1 m unter dem Fußboden des Feuerraums; über der Feuerung liegt in gleicher Höhe mit dem Fußboden ein 1 bis 1,25 m langer und 26 cm weiter Cylinder von Kupferblech; von dem höchsten Punkte des Cylinders sind 9 cm weite Rohre nach einem 1,25 m hohen Behälter von 0,6 m Durchmesser geleitet. Vom Boden des letzteren geht ein Rohr nach dem tiefsten Punkte des Cylinders zurück. — Vergl. S. 341.

Stellagen in der Mitte etwa 1,2 bis 2 m von der Vorderfront entfernt, so daß der Vordergang 0,6 bis 1 m breit. Fensterregale 0,5 bis 0,6 m breit.

Ein Lohbeet in der Mitte des Hauses 1 bis 1,25 m tief, an der Hinterwand 16 bis 21 cm höher, Breite nach Bequemlichkeit.

2. Getreidescheunen.*) Fronten womöglich nach Morgen oder Abend. Zwei Scheunen sollen mindestens 7,5 m, bei Strohbädachung 15 m von einander entfernt sein. Die Konstruktion mit Quertennen ist die beste.

Rauminhalt, wird nach dem Ertrage berechnet. Ertragsfähigkeit bei mittelgutem Boden von 1 ha:

Weizen und Roggen (Wintergetreide)	8 bis 12 Schock Garben.
Gerste	} (Sommer- getreide) { 13,75 Schock Garben.
Hafer		6 Schock Garben.

Für 1 Schock Garben Winterfrucht, etwa 1020 kg schwer, 9,0 bis 9,6 cbm; für 1 Schock Sommerfrucht, etwa 720 kg schwer, 5,7 cbm. 50 kg Heu erfordern locker 0,9 bis 1,0 cbm, fest zusammengetreten 0,7 bis 0,9 cbm Raum.

Länge höchstens 63 m; überhaupt sollen höchstens drei Quertennen angeordnet werden.

Tiefe der Scheune 11 bis 14 m, **Höhe** 4 bis 6 m. Tenne bei doppelter Bahn 4,5 bis 5 m breit, bei einfacher 3,0 bis 3,75 m. Bansen zwischen zwei Tennen 9,5 bis 11,5 m, am Ende 9 bis 11 m breit. Tennenwände 1,25 bis 1,5 m hoch, Thorhöhe 3,75 bis 4 m, Breite 3,75 m, Plinte 0,35 bis 0,50 m über Erdboden.

3. Kornböden. Gewichte einiger Getreidesorten s. S. 471.

*) Ueber 2. bis 8. vergl. Zeitschr. f. Bauw. XXI. S. 154. Ferner Schulz, Der Verwaltungsdienst S. 85. Deutscher Baukalender.

Verhältnis des Ertrages zur Aussaat.

Produkte.	Aussaat in hl f. d. ha.	Ertrag.
Weizen oder Roggen	2,2	} Im allgemeinen 6- bis 8-fache Aussaat.
Gerste	2,7	
Hafer	2,7	
Erbsen oder Bohnen	2,2	} Brachfrüchte 8- bis 10-fache Aussaat.
Wicken oder Linsen	1,6	
Buchweizen	1,1	20 " "
Raps	1,1	24 " "
Leinsamen	0,3	24 " "
Kartoffeln	19,4	12- bis 15 " "

Der Ertrag an Stroh f. d. ha ist für: Weizen 1950 bis 5500 kg, Roggen 980 bis 5880 kg, Gerste 1180 bis 3140 kg, Hafer 1080 bis 4320 kg.

1 hl Getreide erfordert etwa 0,05 cbm Raum; Grundfläche für 1 hl 0,2 qm ohne, 0,3 qm mit Gängen. Schütthöhe: altes Getreide 0,6 m, neues 0,4 bis 0,5, Hafer 0,9 m. Breite der Böden 9,0 bis 12,5 m, Höhe 2,4 bis 2,5 m.

4. Tabakscheunen. 1000 kg Tabak erfordern 40 qm Grundfläche und 6,25 m Höhe.

5. Torf- und Holzschuppen. 1 cbm dichte Masse Torf erfordert 1,33 cbm Scheunenraum; 1 cbm Scheitholz giebt 1,25 cbm zerkleinertes Brennholz.

6. Wagenschuppen.

1 Kutsche 3,0 bis 3,2 m lang, 1,5 bis 2,0 m breit, mit Deichsel 6,25 m lang.

1 Erntewagen 3,0 bis 3,75 m lang, 1,6 bis 2,2 m breit.

1 Pflug 2,5 bis 3,2 m lang, 1,2 bis 1,6 m breit.

1 Egge 1,25 bis 1,4 m lang, 1,3 bis 1,9 m breit.

1 Feuerspritze 2,8 m lang, 1,5 m breit, mit Deichsel 5,3 m lang.

Ein Thorweg, durch den ein Kutscher auf dem Bock sitzend fahren soll, 2,5 m breit, 3,4 m hoch.

7. Mehlspeicher. Eine Mehltonne, 1 m lang, 0,7 m stark, faßt 3,3 hl; mehr als drei Tonnenreihen nicht übereinander, zwei Tonnenreihen nebeneinander, dann ein Gang von 1,25 m Breite. In dieser Weise brauchen 30 Tonnen ohne Gänge einen Raum von 3,5 m Länge und 2 m Breite. Geschofshöhe mindestens 2,8 m im lichten. Es wiegt 1 hl Mehl 47 kg, zusammengerüttelt 56 kg.

8. Salzspeicher. Enthält ein, höchstens zwei Geschosse von mindestens 2,8 m Höhe. Eine Salztonne hat dieselben Maße wie die Mehltonne und etwa 204 kg Gewicht. 1 qm Bodenfläche wird bei drei Tonnenlagen übereinander mit etwa 800 kg belastet.

Fenster 0,95 bis 1,1 m breit, 1,25 m hoch; zwischen je zwei Bindern eins. Windlöcher 1,6 m breit, 1,25 m hoch, mit Klapphüren.

9. Zäune. Bretterzaun: Die Stiele stehen in 2 bis 2,5 m Entfernung und sind gewöhnlich etwa 2 m über und 0,90 m in der Erde.

Lattenzaun: erfordert Stiele von 15 bis 18 qcm Querschnitt in 2 m Entfernung, sowie zwei Riegel von 10 bis 13 qcm Querschnitt. F. d. lfd. m 9 Latten und 20 Stück Lattnägeln.

VII. KOSTEN UND DAUER VON BAUWERKEN.*)

In folgendem bezeichne:

W den Neuwert, d. h. die Gesamtkosten der Herstellung ausschl. Grund und Boden: W_f f. d. qm bebauter Grundfläche, W_v f. d. cbm umbauten Raum.

D die Dauer des Bauwerks, d. h. denjenigen Zeitraum, nach dessen Ablauf das Gebäude trotz regelrechter Instandhaltung nicht mehr ausbesserungsfähig ist, sondern abgebrochen werden muß — in Jahren.

U die jährlichen Unterhaltungskosten in Prozenten des Neuwertes.

A den Tilgungsbetrag in Prozenten des Neuwertes, d. h. den jährlich zurückzulegenden Betrag, welcher (ohne Berücksichtigung von Zinseszinsen) mit Ablauf der Zeitdauer des Gebäudes das Anlagekapital deckt.

Die Entwertung E für das Alter A wird gewöhnlich nach der

Formel: $E = \frac{AW}{D}$ oder nach der Formel: $E = \frac{A^2W}{D^2}$, besser

nach der das Mittel zwischen den beiden darstellenden Formel:

$$E = W \frac{A}{D} \frac{A + D}{2D} \text{ berechnet.}$$

Bemerkung. Für ausgebaute Mansardendächer rechnet man f. d. qm Zimmerfläche 10 bis 15 \mathcal{M} . mehr, für Kellerwohnungen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ mehr als die folgenden Sätze.

Den nachstehenden Baukosten liegen Preise von 25 bis 30 \mathcal{M} . für 1000 Ziegel und von 35 bis 40 \mathcal{M} . für 1 cbm Bauholz zu grunde.

* Vergl. Handb. d. Baukde., 1887.

a. Massivbauten aus Ziegel oder Bruchstein.

		W_f	
1. Einfache Wohngebäude mit durchschn. 3,5 m Geschosshöhe auf dem Lande und in kleinen Städten, gem. Hintergebäude in großen Städten. Unterkellert; gewöhnlicher innerer Ausbau.	1 Gesch.	65—90	$W_v = 9—13$ $D = 100—200$ $U = 1—0,75$ $A = 1—0,5$
	2 "	95—135	
	3 "	130—185	
	4 "	155—220	
	5 "	180—270	
2. Bessere städtische Wohngebäude und Villen mit etwa 4 m Höhe der unteren Geschosse, mit Schieferdach in gutem inneren Ausbau.	1 Gesch.	100—130	$W_v = 13—16$ $D = 100—200$ $U = 0,75$ $A = 1,0—0,5$
	2 "	150—210	
	3 "	200—270	
	4 "	250—330	
	5 "	290—390	
3. Elegante städtische Wohngebäude und Villen, die unteren Geschosse 4,3 bis 4,4 m hoch, in feinerem Ausbau, mit großen Fensterscheiben aus rheinischem Glas, Baskülbeschlag der Fenster, feinen Oefen, Parkettfußböden der besseren Zimmer.	1 Gesch.	165—200	$W_v = 18—22$ $D = 200$ $U = 0,5$ $A = 0,5$
	2 "	240—290	
	3 "	310—375	
	4 "	380—450	
	5 "	460—530	
4. Monumental behandelte städtische Wohngebäude mit Hausteinfassaden und gediegenem inneren Ausbau.	1 Gesch.	230—350	$W_v = 25—35$ $U = 0,5$
	2 "	350—530	
	3 "	460—700	
5. Dorfkirchen und Kapellen für 60 bis 100 Sitzplätze ganz einfach mit Holzdecke $W_f = 60$ bis 100, $W_v = 10$ bis 13, $D = 160$ bis 200, $U = 0,75$, $A = 0,63$ bis 0,5. 1 Sitzplatz in protestantischen Kirchen 60 bis 100 \mathcal{M} . Für 300 bis 600 Sitzplätze mit Turm, Vorhalle und Apsis, gewölbt, einfache Ausstattung: $W_f = 120$ bis 150, $W_v = 12$ bis 14, $U = 0,75$, $A = 0,62$; für 1 Sitzplatz in protestantischen Kirchen 80 bis 140 \mathcal{M} .			
6. Städtische Kirchen für 600 bis 1500 Sitzplätze, ganz gewölbt, in guter aber in knappen Formen gehaltener innerer und äußerer Ausstattung: $W_f = 250$ bis 400, W_v Schiff = 15 bis 20, W_v Turm 25 bis 50, $U = 0,25$; für 1 Sitzplatz in protestantischen Kirchen 200 bis 350 \mathcal{M} .			
7. Kleine Theater mit 1000 bis 1500 Zuschauern, für Lustspiel und Operette, in einfacher Ausstattung: $W_f = 300$ bis 400, $W_v = 14$ bis 18; $U = 1,0$; für 1 Zuschauer 350 bis 450 \mathcal{M} .			
8. Größere Theater mit 1500 bis 2000 Zuschauern, für Drama und Oper, in guter Ausstattung: $W_f = 375$ bis 500, $W_v = 16$ bis 20; für 1 Zuschauer 550 bis 700 \mathcal{M} .			

9a. **Speicher**, freistehend, mit Tragfähigkeit von 1250 bis 1500 kg f. d. qm Zwischendecke oder Flur, etwa 3,4 m Geschofshöhe, mit Holzstützen und Holzträgern: $D = 100$, $U = 0,75$, $A = 1,0$.

α. Kellergeschofs, wenn darüber nur Erd- und Dachgeschofs:

$$W_f = 25, W_v = 7,5. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 2,0, W_v = 0,6.$$

β. Erdgeschofs, wenn darüber nur Dachgeschofs: $W_f = 22,5$,

$$W_v = 7,0. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 2,5, W_v = 0,7.$$

γ. Dachgeschofs (der wirkliche Dachraum ist zu berechnen):

$$W_f = 25, W_v = 6,0.$$

9b. **Speicher**, wie vor, mit Eisenstützen und Eisenträgern: $D = 150$ bis 200, $U = 0,5$, $A = 0,67$ bis 0,5.

α. Kellergeschofs, wenn darüber Erd- und Dachgeschofs:

$$W_f = 30, W_v = 8,5. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 2,5, W_v = 0,75.$$

β. Erdgeschofs, wenn darüber nur Dachgeschofs: $W_f = 30$,

$$W_v = 8,5. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 4,0, W_v = 1,1.$$

γ. Dachgeschofs (der wirkliche Dachraum ist zu berechnen):

$$W_f = 25,0, W_v = 6,0.$$

10a. **Fabrikgebäude** mit 500 bis 1000 kg f. d. qm Tragfähigkeit der Zwischendecken, 3,8 m Geschofshöhe, mit Holzstützen und Holzträgern: $D = 80$, $U = 0,75$, $A = 1,25$.

α. Kellergeschofs, wenn darüber nur Erd- und Dachgeschofs:

$$W_f = 24, W_v = 7,5. \text{ Für jedes weitere Geschofs mehr: } W_f = 1,25, W_v = 0,4.$$

β. Erdgeschofs, wenn darüber nur Dachgeschofs: $W_f = 25$,

$$W_v = 7,0. \text{ Für jedes Geschofs darüber mehr: } W_f = 1,6, W_v = 0,4.$$

γ. Dachgeschofs (der wirkliche Dachraum ist zu berechnen):

$$W_f = 25, W_v = 6,0.$$

10b. **Fabrikgebäude**, wie vor, mit Eisenträgern und Eisenstützen: $D = 100$, $U = 1,5$, $A = 1,0$.

α. Kellergeschofs, wenn darüber nur Erd- und Dachgeschofs:

$$W_f = 25, W_v = 7,5. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 1,25, W_v = 0,4.$$

β. Erdgeschofs, wenn darüber nur Dachgeschofs: $W_f = 30$,

$$W_v = 8,0. \text{ Für jedes weitere Geschofs darüber mehr: } W_f = 1,6, W_v = 0,4.$$

γ. Dachgeschofs (der wirkliche Dachraum ist zu berechnen):

$$W_f = 25, W_v = 6,0.$$

	W_f	W_v	D	U	A
11 a. Fabrikgebäude mit Oberlicht und sägeförmigen Dächern (Sheds), eingesch. mit massiven Umfassungswänden ohne Keller; einräumige, umfangreiche Anlage.					
α . mit gufseisernen Stützen und Holzdächern	30	4,0	100	0,6	1,0
β . mit eisernen Dächern	35—40	5—6	150	0,3	0,67
11 b. Fabrikschornsteine.					
α . ohne architektonische Behandlung . . . . .	.	15—20	100—200	0,10	1—0,5
β . in einfacher architektonischer Behandlung . . . . .	.	25—30	100—200	0,10	1—0,5
12. Schuppen.					
α . 1 Langseite offen, mit Pappdach	20	3,0	100	0,75	1,0
β . geschlossen, desgl.	30	4,0	100	0,75	1,0
13. Brauerei- und Brennereigebäude , zum Teil gewölbt, unterkellert.					
α . 1-geschossig	45—50	} 5,5—6,0	80	0,75	1,25
β . 2-geschossig	65—75				
14. Einfache, gewölbte Brücken , in der Oberfläche gemessen	60—75	.	100	1,25	1,0
b. Holz- und Fachwerkbauten aus Nadelholz.					
1. Bewohnbare Gebäude , 1- bis 2-geschossig, wie Massivbauten . . . . .	.	.	100	1,25—1,6	1,0
2. Werkstätten und gewöhnliche Maschinengebäude ,					
1 Geschofs hoch	35—60	} 7—12	70	1,5	1,43
2 Geschofs hoch	55—90				
3. Speicher und Magazine ,					
2 Geschofs hoch	50—60	} 5—6	80	1,0	1,25
3 Geschofs hoch	65—90				
4 Geschofs hoch	85—110				
4. Kleine hölzerne Brücken	15—30	.	15—25	1,5—3,5	6,6—4,0

ZWÖLFTER ABSCHNITT.

SCHIFFBAU.

Bezeichnungen (Metermaße).

L = Länge zwischen den Perpendikeln. Vorderes Perpendikel bei hölzernen und holzbeplankten eisernen Schiffen durch den Schnittpunkt der Konstruktions-Wasserlinie mit Aufsenkante Sponung am Vorsteven, bei eisernen gewöhnlichen Schiffen mit Hinterkante Vorsteven.

Hinteres Perpendikel bei hölzernen und holzbeplankten eisernen Schiffen durch den Schnittpunkt der Konstruktions-Wasserlinie mit Aufsenkante Sponung am Hintersteven; bei Einschraubenschiffen mit Hinterkante Rudersteven, bei eisernen gewöhnlichen Segel-, Rad- und Zweischraubenschiffen mit Vorkante Hintersteven und bei Schiffen mit Balanceruder in der Ruderachse.

B = größte Breite auf den Spanten.

T = Tiefe von der Konstruktions-Wasserlinie bis Aufsenkante Sponung am Kiel in der Mitte der Länge L , bei Eisenschiffen bis Oberkante Kiel bzw. Oberkante Kielgang.

$H = T +$ Entfernung der Konstruktions-Wasserlinie von Oberkante Hauptdecksbalken an Bord an der niedrigsten Stelle des Decks.

T' = Tiefe im Raum, gemessen im \otimes von Oberkante Hauptdecksbalken mittschiffs bis zu der am tiefsten gelegenen Stelle der Oberkante Bodenwrangen.

Hauptdeck heißt bei Volldeckschiffen das obere Deck, bei Spar- und Sturmdeckschiffen das zweite Deck (von oben gerechnet).

V = Deplacement in cbm = $LBT\delta$.

$P = \gamma V$ = Deplacement in Tonnen (1000 kg) = $1,025 LBT\delta$ für Seewasser.

CWL = Konstruktions-Wasserlinie; Areal = $LB\alpha$.

\otimes = Hauptspant; Areal = $BT\beta$.

\odot = Schwerpunkt, F = Deplacement- \odot , G = System- \odot .

M = Breiten-Metacentrum, M_1 = Längen-Metacentrum.

I. KONSTRUKTION DES SCHIFFSKÖRPERS.

A. Bestimmung des Deplacements.

Deplacement ist der Rauminhalt des von dem eingetauchten Teile des Schiffskörpers verdrängten Wassers; das Gewicht des Deplacements ist gleich dem Gesamtgewicht des Schiffes. Dieses setzt sich zusammen wie folgt:

1. Totes Gewicht:

- a. Gewicht des Schiffskörpers, mit innerer und Deckseinrichtung;
- b. Gewicht der Bemastung mit Segeln, Takelage, Rundhölzern und Reserveteilen;
- „ der Anker, Ketten, Trossen;
- „ der Boote mit Ausrüstung;
- „ der Kombüsen, Wasserkasten u. d. Inventars;
- „ des Cementes und der Farbe;
- c. Gewicht der Mannschaften mit Ausrüstung, Lebensmitteln, Wasser, Brennstoff;
- „ des Materials zur Instandhaltung und Ausbesserung des Schiffskörpers;
- d. Gewicht der Maschine und Kessel, des Wassers in den Kesseln und im Kondensator, des Treibapparates mit Zubehör, der Reserveteile;
- e. Gewicht der Kohlen;
- f. Gewicht des Ballastes.

2. Nützliche Zuladung:

- a. Gewicht der Frachtgüter;
- b. Gewicht der Reisenden mit Gepäck, Lebensmitteln und Wasser;
- c. bei Kriegsschiffen: Gewicht der Geschütze, der Handwaffen, der Munition, der Torpedo-Ausrüstung, des Panzers mit Holzhinterlage, der Besatzung.

a. Schiffseigengewicht.

Der Schwerpunkt des leeren Schiffskörpers ist der Höhe nach ungefähr auf $\frac{1}{3} H$ von oben (bei Schiffen mit Doppelboden bis zu $0,4 H$ von oben), der Länge nach $0,3$ bis $0,6 m$ hinter der Mitte zwischen den Perpendikeln anzunehmen. Art und Umfang etwaiger Aufbauten sind dabei besonders zu berücksichtigen. Der \odot liegt

ziemlich genau im Schnittpunkt der Symmetrieachse des Schiffes und der Verbindungslinie der Oberkante Oberdecksbalken an Bord mit dem gegenüberliegenden unteren Eckpunkt des umschriebenen Rechtecks.

1. Hölzerne Schiffe.

Bei hölzernen Segelschiffen beträgt das Gewicht des Schiffskörpers mit Bemastung, Ausrüstung und Mannschaft mit Effekten, $1(a + b + c)$ s. v. S.:

für Schiffe aus Eichenholz 0,416 bis 0,444, sehr schwer gebaut 0,5,
" " " aus Fichtenholz bis hinunter zu 0,333

des Deplacements auf Aufsenkante Planken, bei einer Tauchung gleich $\frac{2}{3}H$. Bei dieser Tauchung ist erfahrungsmäßig nur etwa $\frac{3}{4}$ bis $\frac{4}{5}$ der zulässigen Ladung an Bord.

Um das Deplacement V auf Aufsenkante der Spanten zu finden, ist der Rauminhalt der Planken abzuziehen. Dieser beträgt:

für	Rauminhalt der Planken	
	aus Eichenholz:	aus Fichtenholz:
Vollschiffe von 700 bis 1000 Tonnen	0,055 V	0,066 V
Barks " 400 " 700 "	0,059 V	0,071 V
Briggs " 200 " 400 "	0,062 V	0,075 V
Schoner " 100 " 200 "	0,067 V	0,080 V
Yachten " 20 " 60 "	0,077 V	0,092 V
Kleine offene Boote	0,091 V	0,110 V

Das Gewicht des Schiffskörpers (1 a) ohne Aus- und Zurüstung $1(b + c)$ beträgt etwa:

bei größeren Schiffen 140 bis 160 LBH kg,

" " Yachten 100 " 125 LBH "

" kleineren Yachten bis hinab zu 45 LBH kg.

2. Eiserne Schiffe.

1. Für die vorläufige Annahme.

a. Das Gewicht des Schiffskörpers (in t zu 1000 kg) ohne Aus- und Zurüstung beträgt ungefähr:

bei gewöhnlichen Handelsschiffen 0,30 bis 0,35 P ,

" Passagierdampfern mit vielen inneren

Einrichtungen 0,48 bis 0,50 P ,

b. Auf LBH bezogen, wiegt der Schiffskörper in kg ohne Aus- und Zurüstung:

bei größeren Schiffen \sim 120 bis 160 LBH kg,

Vollständig mit Takelage, Ankern,

Ketten u. s. w. ausgerüstet . . . \sim 135 bis 230 LBH kg,

u. zw.:

bei seegehenden Schiffen I. Kl.	
Lloyd u. Veritas (Volldeckschiffe)	~ 180 LBH kg,
(Spar- und Sturmdeckschiffe)	~ 160 LBH kg,
bei kleineren Schiffen	~ 38 bis 150 LBH kg,
bei Eisbrechern	~ 230 bis 240 LBH kg,
bei Revierdampfern	~ 130 LBH kg,
(H bis Oberdeck),	
bei Flufsdampfern sehr leichter	
Konstruktion mit durchlaufenden	
Aufbauten (Rheindampfer)	~ 150 bis 155 LBH kg,
(H bis Hauptdeck).	

c. Das Gewicht des fertigen Schiffskörpers einschl. Aufbauten auf Deck und Untermasten ist gleich dem Tonnengehalt nach dem englischen Mefsverfahren multipliziert mit einem Koeffizienten oder

$$= \left[\frac{LB T (\delta + 0,04)}{100} + \frac{\text{Kubikinhalte der Räume oberhalb des Oberdecks}}{100} \right] \times \text{Koeffizient}$$

für englisches Fußmafs.

Der Koeffizient schwankt zwischen 0,66 und 0,78.

Für Metermafs ist das Ergebnis noch mit 35,32 zu multiplizieren.

2. Für die genaue Gewichtsberechnung.

Angabe über Gewichte der im Schiffskörper verbauten Materialien s. S. 371 sowie Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

Das Gewicht der Spanten ergibt sich annähernd aus deren Anzahl multipliziert mit dem Gewichte des \otimes und mit 0,9 bis 0,92.

Das Gewicht der Balken findet man aus ihrer Länge mal Einheitsgewicht, vermehrt um etwa 8% bei Handelsschiffen und 12% bei Kriegsschiffen für Balkenknäue.

Für die Nietköpfe ist 4 bis 5% von dem Gesamteisengewichte, für Unterlagstreifen 3%, für Ueberlappung 7% vom Platten-gewichte hinzuzufügen. Ebenso wird für die Befestigung von Holz 3% vom Holzgewicht gerechnet.

Für Ueberlappung und Stofsbleche rechnet man in der englischen Marine die a. S. 371 angegebenen Prozentsätze.*)

Für Farbe ist etwa 2,5 bis 3 LBH kg (s. Tafel S. 372),

„ Cement 9 bis 10 LBH kg zu rechnen, wobei L, B und H in m.

Bei der Gewichtsberechnung von Decks werden die Oeffnungen für Luken u. s. w. nicht berücksichtigt. Zu dem Gewicht der inneren Einrichtung werden 3% für Unvorhergesehenes hinzugeschlagen. 1 qm Kammerschott einschl. Thüren wiegt 25 bis 28 kg.

*) Vergl. Theorie, Theoretical Naval Architecture. 1877. Table IV.

Für Kalfaterung kann man rechnen 0,04 bis 0,06 kg Werg und 0,05 kg Pech für 1 m Ducht, wenn auf 25 mm Plankendicke je 1 Ducht kommt.

Gewichte von Schiffbaustoffen.

kg f. d. cbm.

Stahl	7850	Bronze	8330	Danziger Eiche	641
Guß Eisen	7113	Teakholz	860	„ Fichte	545
Schweiß Eisen	7690 (7763)	Mahagoni	593	Rigaer „	641
Kupfer	8811	Engl. Eiche	897	Lärche	705
Blei	11374	Ital. „	961	Redpine	545
Zink	7049	Afrik. „	961	Pitchpine	545
				Yellowpine	481

Bem. Die Metallgewichte weichen um ein Geringes ab von den auf S. 269 gegebenen Einheitsgewichten. Die Kaiserl. deutsche Admiralität rechnet für Schweiß Eisen 7763, für Stahl 7850 kg f. d. cbm.

Gewichte von Anstrichfarben.

g f. d. qm.

1. Holzanstrich.			2. Eisenanstrich.			
Erster Anstrich.	Zweiter Anstrich.	Dritter Anstrich.	Erster Anstrich.	Zweiter Anstrich.	Dritter Anstrich.	
Grundfarbe	80	—	Blei-Mennige	136	152	140
Mastenfarbe	110	84	Eisen- „	120	112	103
Bleiweiß	—	105	Bleiweiß	—	87	63
Zinkweiß	—	95	Zinkweiß	—	83	50
Schwarz	—	22	Schwarz	—	25	32

b. Gewicht der Takelage u. s. w.

1. Gewichte der Rundhölzer in kg.

l = größte Länge in m, d = größter Durchmesser in m.

Untermast mit Eselshaupt, Saling, Mars und Beschlägen	667 ld^2
Schnaumast	400 „
Bugsriet mit Eselshaupt	450 „
Stänge mit Eselshaupt und Saling	594 „
Klüverbaum und Bramstänge mit doppeltem Top	390 „
Aufsenklüverbaum	395 „
Unterra mit Beschlag und Leesegelspiere	610 „
Bagienraa mit Beschlag	560 „
Marsraa mit Beschlag und Leesegelspiere	490 „
Kreuzraa mit Beschlag	430 „
Kreuzbramraa	480 „
Backspiere und Besahn	400 „
Gaffel	435 „

2. Das Gewicht für das **stehende und laufende Gut** beträgt annähernd bei Kriegsschiffstakelage f. d. qm Segelfläche:*)

Takelage.	Segelfläche. qm	Stehendes Gut. kg	Laufendes Gut. kg	Gesamt- Gewicht. kg
Fregatte	2170	7,0	15,8	22,8
"	1660	7,2	14,9	22,1
"	1480	5,25	12,15	17,4
"	1310	5,2	13,0	18,2
Bark	814	5,0	14,6	19,6
Brigg	950	4,6	10,8	15,4
Schonerbrigg	680	2,9	8,3	11,2
Schoner	570	1,6	6,8	8,4
"	430	2,4	6,4	8,4

3. Das Gewicht der **fertigen Segel** beträgt einschl. Lieke, Verdopplungen u. s. w. f. d. qm Oberfläche:

Gewicht des Segeltuches f. d. qm.	Gewicht des fertigen Segels f. d. qm.
0,90 kg	{ Grofssegel und Fock 1,8 kg, Sturmsegel 1,8 bis 2,0 kg,
0,87 "	Marssegel 2,4 bis 2,1 kg; Stagssegel und Klüver 1,6 kg,
0,78 "	{ Raasegel 1,7 bis 1,4 kg; Gaffelsegel 1,3 kg; Klüver 1,1 kg.
0,83 "	Kreuzsegel 2,1 bis 2 kg; Stagssegel und Klüver 1,55 kg.
0,74 "	{ Raasegel 1,6 bis 1,2 kg; Gaffelsegel 1,1 kg; Klüver 1,05 kg.
0,70 "	{ Bramsegel 1,5 bis 1,2 kg; Leeseegel 1,3 kg; Klüver 1,0 kg.
Leichtes Tuch 0,58 kg	{ Bramsegel 1,0 kg; Leeseegel 0,9 kg; Klüver 0,97 kg.
Bramtuch 0,565 kg	{ Oberbram- und Leeseegel 0,85 kg; Aufsenklüver 0,95 kg.
0,36 kg	Oberbram- und Leeseegel 0,75 kg; Aufsenklüver 0,75 kg.

*) Die Fläche der für die Konstruktion des Segelsystems in Rechnung zu ziehenden Segel (vergl. S. 415) hier als maßgebend vorausgesetzt.

d. Gewichte von Booten.

Anzahl und Größe der Boote richten sich nach den Vorschriften der Klassifikations-Gesellschaften (vergl. Germ. Lloyd § 29, d) und den Bestimmungen des Board of Trade, sowie der deutschen See-Berufs-Genossenschaft.

Gewichte von Francis-Patent-Booten. *)

Länge in m . .	3,66	4,27	4,27	4,88	4,88	4,88	5,49	5,49	5,49	6,10	6,10	6,10
Breite in m . .	1,32	1,32	1,42	1,42	1,52	1,62	1,52	1,62	1,73	1,62	1,73	1,83
Gewicht in kg .	300	350	380	380	400	425	520	550	580	580	600	640
Länge in m . .	6,71	6,71	6,71	7,31	7,31	7,31	7,92	7,92	7,92	8,33	8,33	8,33
Breite in m . .	1,83	1,93	2,03	1,93	2,03	2,13	2,03	2,13	2,23	2,23	2,34	2,44
Gewicht in kg .	700	740	780	740	780	830	935	950	1000	1200	1300	1400

Hölzerne Boote von Kauffahrteischiffen. **)

	Grofsboote.			Mittelboote.			Jollen.			Gigs.			
L m	7,5	6,9	6,3	5,7	7,5	6,9	6,3	5,7	5,15	4,5	4,0	7,7	5,7
B m	2,4	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,4	1,25	1,4	1,4
Gew. ohne Inv. kg	700	630	550	470	600	525	450	388	325	250	212	385	258

Hölzerne Boote der deutschen Kriegsmarine. **)

	Bar-	Pinassen.	Kutter.	Gigs.	Jollen.	Dampf-						
	kassen.					beiboote.						
L m	13,0	11,0	10,0	9,0	9,0	8,0	10,0	8,0	6,0	5,0	10,0	8,25
B m	3,40	2,90	2,80	2,50	2,25	2,10	1,75	1,55	1,90	1,65	2,45	2,06
H m	1,35	1,20	1,10	1,00	0,85	0,80	0,70	0,60	0,75	0,65	1,22	1,95
Gewicht mit Inventar kg	6623	4185	3207	2554	2047	1514	1093	727	686	600	7182	4687
Gewicht ohne Inventar kg	4980	2930	2225	1820	1360	960	773	550	570	490	3236	1800

*) Nach Angaben von R. Holtz, Harburg.

**) Vergl. Brix, Bootsbau. Herausgegeben vom Verein Hütte 1892. 3. Aufl.

***) Gewicht mit Maschine, Kessel mit Wasser und Kohlen.

†) Gewicht ohne Maschine u. s. w., aber mit Schraube und Welle.

Vorschriften der See-Berufs-Genossenschaft.

Raumgehalt der Boote = 0,6 LBH.

Für Rettungsboote muß sein: Rauminhalt der im Boote angebrachten Luftkasten oder anderen Schwimmvorrichtungen mindestens 15% vom Raumgehalt des Bootes.

Jedes Schiff, welches außer seiner Besatzung mehr als 10 Personen an Bord hat, sofern es nicht hinreichenden Bootsraum für alle an Bord befindlichen Menschen führt (bei Rettungsbooten 0,285 cbm, bei anderen Booten 0,23 cbm f. 1 Mann), muß mindestens versehen sein:

Bei einem Brutto-Raumgehalt: cbm	Mit Anzahl von Booten:	Mit einem Gesamtraumgehalt von: cbm	Bei einem Brutto-Raumgehalt: cbm	Mit Anzahl von Booten:	Mit einem Gesamtraumgehalt von: cbm
bis 700	2	8	13400—14100	8—10	93
700—1400	2	11	14100—14800	8—10	96
1400—2100	3—4	22	14800—15500	8—10	99
2100—2800	3—4	28	15500—16300	8—10	102
2800—3500	3—4	34	16300—17000	8—10	105
3500—4200	5—6	42	17000—17700	10—12	113
4200—4900	5—6	48	17700—18400	10—12	116
4900—5600	5—6	51	18400—19100	10—12	119
5600—6300	5—6	54	19100—19800	10—12	122
6300—7000	5—6	56	19800—20500	10—12	125
7000—7800	5—6	58	20500—21200	10—12	127
7800—8500	5—6	60	21200—21900	10—12	130
8500—9200	6—8	68	21900—22600	10—12	133
9200—9900	6—8	71	22600—24000	12—14	141
9900—10600	6—8	74	24000—25500	12—14	144
10600—11300	6—8	76	25500—27000	12—14	148
11300—12000	6—8	79	27000—28500	12—14	152
12000—12700	6—8	82	28500—30000	12—14	156
12700—13400	6—8	85			

e. Gewichte der Mannschaften u. s. w.

Es wiegt:

- 1 Reisender mit Handgepäck 75 bis 80 kg,
- 1 Mann Besatzung mit Effekten 110 „
- Trockene Lebensmittel f. d. Kopf und Tag 1,2 „
- Verpackung dazu 20%,
- Wasser f. d. Kopf und Tag 4 bis 7 „
- Eiserne Kasten dazu 20 bis 25%,
- Kleine Fässer, Utensilien f. d. Kopf 14 „
- 1 Mann wiegt mit Proviant auf 3 Monate und Wasser auf 1 Monat einschl. Küchengerät 400 bis 450 kg.

f. Gewicht der Maschinen und Kessel

mit Wasser in den Kesseln und im Kondensator, mit Wellenleitung und Treibapparat beträgt f. d. ind. PS:

für Radschiffsmaschinen	140 bis 230 kg,
„ Schraubenschiffsmaschinen	200 „ 230 „ ,
„ leichte Schraubenschiffsmaschinen hinunter	„ 150 „ ,
„ Kriegsschiffsmaschinen	175 „ 200 „ ,
„ besonders leichte Aviso-Maschinen	150 „ 160 „ .

Bei mäßigem Luftüberdruck im Heizraum und einer Kolbengeschwindigkeit von mehr als 200 m i. d. Min. läßt sich das Gewicht auf 130 kg, bei Torpedootsmaschinen auf 30 bis 40 kg beschränken.

Von diesem Gewichte kommen, auch bei verstärktem Zuge,

bei Schraubenmaschinen:		bei oscillierenden Radmaschinen:	
auf die Maschine	37 $\frac{0}{0}$	auf die Maschine	33 $\frac{0}{0}$
„ Kessel mit Wasser	56 „	„ Kessel mit Wasser	47 „
„ Wellenleitung	5 „	Patenträder	12 „
„ die Schraube	2 „	Reserveteile	8 „

An Reserveteilen und Zubehör rechnet man für Maschinen bis 2000 ind. PS 10 kg, von 2 bis 3000 ind. PS 8 kg, für grössere 5 kg f. d. ind. PS. Maschinenvorräte auf sechs Monate wiegen etwa $1\frac{1}{2}$ kg f. d. ind. PS.

Der **Schwerpunkt** ist anzunehmen:

für cylindrische und flachwandige Schiffskessel einschl. Schornstein, Ueberhitzer u. s. w. ungefähr auf 0,6 der Kesselhöhe von unten,

für Hammermaschinen einschl. Grundplatten und Kondensatoren etwa im höchsten Punkte des Kurbelkreises und

für liegende Maschinen meistens etwas über Oberkante Welle.

g. Kohlen.

Der Kohlenverbrauch beträgt i. d. Std. f. d. ind. PS bei vollem Betriebe für Zweicylinder-Verbundmaschinen ohne Kondensation 1,2 bis 1,5 kg, mit Kondensation 0,9 bis 1,0 kg, für Dreifach-Expansionsmaschinen 0,7 bis 0,85 kg (vergl. Schiffskessel S. 435); bei reduzierter Maschinenleistung (wie bei Kriegsschiffen) 1,25 bis 1,3 kg.

Bei Bemessung des Gesamtkohlenvorrats und Berechnung der mit einer bestimmten Menge zurücklegbaren Strecke sind für die Unterhaltung der Feuer beim Liegen unter Dampf und für den Betrieb des Destillierapparates, des Dampfsteuers, des Dampfbebootes, des Spills, der Kombüse, Schmiede u. s. w. noch un-

gefähr 20% von den unmittelbar zur Fortbewegung nötigen Kohlen aufser diesen in Rechnung zu ziehen.

1 t Kohlen nimmt einen Raum von 1,1 bis 1,3 cbm ein (1 cbm faßt im Mittel 800 kg Kohlen); in schmalen und niedrigen Bunkern ist in 1 cbm Raum weniger Kohle als in breiten und hohen Bunkern unterzubringen. Geringste zulässige Bunkerbreite 0,8 m. Geringster Durchmesser der Kohlenlöcher 400 mm.

h. Ballast.

Eiserner Ballast wird in Stücken von 50 kg eingenommen; bei Handelsdampfern Wasserballast, Eisenstücke und Cement.

B. Bestimmung der Hauptabmessungen.

a. Displacements-Völligkeitsgrad δ .

1. für Segelschiffe.

Yachten $\delta = 0,27$ bis 0,42; Fischerkutter $\delta = 0,40$; Klipper $\delta = 0,52$ bis 0,64.

Segelschiffe allgemein jetzt $\delta = 0,58$ bis 0,70.

2. für Dampfschiffe.

Dampffähren und Schlepper	δ bis 0,34 hinunter,
Schneldampfer für kurze Strecken (Hamburg-Helgoland; England-Irland)	} $\delta = 0,46$ bis 0,54,
Schnelle transatl. Passagierdampfer	
Frachtdampfer	$\delta = 0,66$ bis 0,76.

Vergl. auch Tafel auf S. 405.

b. Völligkeitsgrad der CWL und des \otimes .

Allgemein ist $\delta = \alpha\beta$, wobei:

$\alpha = 0,82$ bis 0,96, im Mittel = 0,85 bis 0,87.

c. Displacements-Schwerpunkt.

Nach Normand*) ist:

Depl. - \odot unter CWL = $(0,10 + 0,36\beta) T$,

$$\text{oder:} = \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha} \right) \frac{T}{3}$$

*) Normand: Mémoire sur l'application de l'algèbre aux calculs des bâtiments de mer. Paris 1864.

Der Depl.- \odot liegt der Länge nach bis $0,005 L$ vor und bis $0,015 L$ hinter Mitte zwischen Perp., womöglich (bis $0,03 L$) vor dem \odot des Längsplanes (Steuerlastigkeit). Der \odot der CWL liegt meist hinter dem Depl.- \odot .

d. Metacentrum.

Allgemeine Formeln s. S. 392.

Metacentrische Höhen.

Alte Segelfregatte	2,20 m.
Aeltere Schraubenfregatten und Barken	1,20 bis 1,50 m.
Erste französ. Panzerschiffe	1,80 bis 2,12 m.
„ englische „	1,20 bis 1,50 m.
Getakelte engl. Hochseepanzerschiffe (Bellerophon, Hercules, Alexandria)	0,76 bis 1,1 m.
Getakelte franz. Hochseepanzerschiffe (Marengo, Richelieu, Alma)	0,46 bis 0,7 bis 1,1 m.
Ungepanzerte Fregatten und Korvetten	0,6 bis 0,76 bis 1,1 m.
U. getakelte Hochseepanzerschiffe wie Devastation	1 bis 1,20 m.
Ungetakelte Küstenverteidigungsschiffe m. niedr. Freibord (Glatton)	2,13 m.
Amerikanische Monitors wie Miantonomah	4,30 m.
Kleinere ungepanzerte Kriegs- und Handelsschiffe	0,45 bis 0,90 m.
Schleppdampfer und kleinere nicht seefähige Schiffe	0,45 bis 0,60 m.
Torpedoboote bis	0,18 m.
Im allgemeinen für Handelsschiffe nicht mehr als	0,6 bis 0,75 m.
„ „ „ Schiffe, die segeln sollen, nicht mehr als	1,00 m.

Für vollkommen ausgerüstete transatlantische Dampfer wird eine metacentrische Höhe von $0,3$ m für ausreichend gehalten.

e. Verhältnisse der Hauptabmessungen.

1. $T : B$.

Segelschiffe $T = 0,25$ bis $0,54 B$, im Mittel $0,38$ bis $0,47 B$,
moderne Segelyachten mit aufsen angebrachtem Ballast T noch
größer als $0,54 B$.

Seeraddampfer höchstens	$T = 0,45 B$,
Revierraddampfer	T bis $0,25 B$,
Flussraddampfer	T bis $0,07 B$,
Transatlant. Schraubenschiffe	$T = 0,45$ bis $0,50 B$,
Kleinere „	$T = 0,36$ bis $0,44 B$.

2. $L : B$.

Außerst russische Popowkas	$L = B$,
Grenzen: { französische Flussdampfer	$L = 20 B$,
alte Segelschiffe	$L = 3,75$ bis $4,5 B$,
„ Klipper	$L = 5$ bis $7 B$,
neue Holzschiffe	$L =$ höchstens $6,25 B$,
kleinere „	$L = 3$ bis $5,75 B$,
große eiserne Schiffe	$L = 5$ bis $8 B$,
große schnelle Passagier-Schraubendampfer	$L = 9$ bis $10 B$,

Frachtdampfer	$L = 6$ bis $8 B$, höchstens $9 B$ (<i>Colliers</i>),
kleine Passagierdampfer	$L = 3,4$ bis $5,2 B$,
Schraubenfähren hinunter bis	$L = 2,3 B$,
Schnelle Passagierdampfer England-Festland)	$L = 9,1$ bis $10 B$,
Rad-Avisos	$L = 7$ bis $9 B$,
Flusdampfer	$L = 8$ bis $12 B$.

f. Freibord.

1. Bestimmung des Freibord nach dem Vorschlage der Institution of Naval Architects, 1867.

Freibord ist die Höhe von Oberkante Deck an Bord über Wasser.

Bei $L = 5 B$ soll der Freibord $= \frac{4}{3} B$ sein. Bei längeren Schiffen kommt auf je $1 B$ der Länge $\frac{1}{12} B$ für den Freibord hinzu. Bei langen Schiffen mit durchgehendem Spardeck ist eine Erhöhung über $\frac{4}{3} B$ nicht notwendig; das Anbringen von Campagne und Back berechtigt nicht zur Herabminderung des Freibords. (Für lange Schiffe wird der Freibord nach dieser Regel zu hoch.)

Der **Sprung** beträgt angenähert vorne $2\frac{1}{2} \frac{0}{0}$ und hinten $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{4} \frac{0}{0}$ der Länge. Scharfe und Kriegsschiffe haben weniger Sprung. Der tiefste Punkt liegt bei Seeschiffen auf $\frac{8}{10} L$ von vorne.

Die Höhe des Schanzkleides soll bei großen Schiffen nicht mehr als $1,2$ m, bei kleinen nicht weniger als $0,6$ m betragen.

2. Bestimmung des Freibord nach den Vorschriften des Board of Trade.*)

Diese Vorschriften sind nur zur Bestimmung der Ladewasserlinie bei fertigen Schiffen zu verwenden.

Die Völligkeitsgrade δ_1 des Bruttoreaumgehaltes (vergl. S. 385) in folgenden Tafeln sind gefunden aus $100 \times$ Groß Register Tonnage (vergl. S. 390) dividiert durch Länge \times Breite \times Raamtiefe, wo B auf Außenseite Planken gemessen. Die Raamtiefe und der Tonnengehalt sind bei Ein-, Zwei-, Drei- und Spardeckschiffen vom Oberdeck, bei Awning-Deckschiffen vom Hauptdeck gemessen. Bei Schiffen mit Doppelboden oder hohen Bodenwrangen, oder bei denen man aus anderen Umständen die Raamtiefe nicht richtig messen kann, ist diejenige Tiefe einzuführen, welche das Schiff bei normalen Bodenwrangen haben würde.

In den Tafeln ist von der Höhe auszugehen, nach welcher die normale Länge zu finden ist. Für Abweichungen dieser normalen Länge von der wirklichen Schiffslänge sind Aenderungen nach der TafelSpalte: „Korrektur für je 3 m Länge“ vorzunehmen.

*) Vergl. Instruction to Surveyors. January 1886.

Die in den Tafeln angegebene Höhe wird gemessen bei eisernen Schiffen auf 0,5 *L* von Oberkante Oberdecksbalken an Bord bis Oberkante Kiel, bei Spar- und Awning-Deckschiffen von Oberkante Hauptdecksbalken, bei Holz- und Komposit-Schiffen bis Aufsenkante Kielspannung. Diese Höhe ist zur Bestimmung des Reserve-Displacements und der entsprechenden Freibordhöhe verwandt, und der Freibord ist von Oberkante des Holzdecks an Bord auf 0,5 *L* gemessen. Deshalb muß bei Glatdecksschiffen, (also nicht bei Spar- und Awning-Deckschiffen) mit eisernem Deck ohne Holzbelag die übliche Dicke der Holzbeplankung von der Höhe abgezogen und dann für dieses verminderte Maß das Reserve-Displacement und die Freibordhöhe aus den Tafeln entnommen werden.

Beispiel.

Ein Schiff mit eisernem Deck ohne Holz hat eine Höhe von 5,95 m. Für die Holzbeplankung 90 mm ab, bleibt 5,86 m, folglich ergibt sich bei $\delta_1 = 0,76$ eine Freibordhöhe von 1,13 m von Oberkante des eisernen Decks zu messen.

Bei Spardeckschiffen mit eisernem Spardeck und bei Awning-Deckschiffen mit eisernem Hauptdeck ist der Freibord nach den Tafeln stets so zu messen, als wenn die Decks mit Holz belegt wären. Ebenso bei Schiffen, wo 0,7 oder mehr vom Hauptdeck mit festen Aufbauten bedeckt ist. Hat ferner ein Schiff z. B. nur 0,6 statt 0,7, so ist der Freibord statt um ~ 90 mm (für die Holzdicke) nur um 0,6 davon, also um 50 mm zu vermindern.

Bei Schiffen mit Back, langer Poop oder um 1,2 m erhöhtem Quarterdeck, verbunden mit einem Deckshaus, das vorne mit einem festen Querschott verschlossen ist und welches die nur von oben zugänglichen Maschinen- und Kesselschächte umschließt, kann das Reserve-Displacement vermindert werden, u. zw. wenn die Gesamtlänge der Aufbauten beträgt 0,9 *L* um 0,85, 0,8 *L* um 0,75, 0,7 *L* um 0,63 und 0,6 *L* um 0,50 von dem Unterschied zwischen dem Freibord in Tafel A (nach der Korrektur für den Sprung, vergl. S. 383) u. Tafel C.

Diese Verringerung des Reserve-Displacements ist als ein Größtwert anzusehen und nur bei Schiffen mit festen Aufbauten anzuwenden.

Ist die Höhe des Quarterdecks kleiner als 1,2 m, so ist die Verminderung nach folgender Tafel zu verkleinern:

		Verminderung des Freibord in mm.						
Höhe in m =		3,05	3,68	4,27	4,88	5,49	6,10	6,71
Höhe des	1067	—	—	13	13	13	19	19
erhöhten	914	13	19	25	25	32	38	44
Quarterdecks.	762	25	32	38	44	51	63	76
mm	610	38	44	57	70	—	—	—
	457	51	63	76	—	—	—	—

Ist das Schiff mit einer Back, einer kurzen, mit einem Querschott versehenen Poop und einem davon getrennten, mit Querschotten abgeschlossenen, Maschinen- und Kesselluken umschließenden Deckshause versehen, so kann von dem Unterschiede zwischen dem Freibord nach Tafel *A* (nach der Korrektur für Länge und für Sprung) und Tafel *C* (nach der Korrektur für Länge) abgezogen werden:

40% bei einer Gesamtlänge der Aufbauten = 0,5 *L* und

33% bei 0,4 *L*,

und, wenn nur Back und Deckshaus vorhanden sind, ebenso

38% bei 0,4 *L*; 25% bei 0,3 *L*.

Ist eine kurze, vorn verschlossene Poop und eine Back vorhanden, so sind abzuziehen:

8% des Reserve-Displacements bei $\frac{3}{8}L$ als Gesamtlänge der Aufbauten, 6% bei $\frac{2}{8}L$.

Ist nur eine Back vorhanden, so ist die Hälfte, also 4 bzw. 3%, abzuziehen.

Sprung. In den Tafeln ist ein an Bord gemessener Sprung, vorn und hinten gleichförmig $1,25\frac{0}{8}$ von *L*, in mm nach folgender Tafel vorausgesetzt:

Länge, über welche der Sprung gemessen, in m.	30	45	60	75	90	105	120
Schiffe ohne Aufbauten; Sprung an den Steven gemessen. . . . mm	500	630	750	880	1000	1130	1260
Schiffe mit kurzen Poops und Backs; Sprung auf $\frac{1}{8}L$ von den Perpendikeln gemessen . mm	350	450	550	650	760	860	960
Schiffe mit kurzen Backs; Sprung vorne auf $\frac{1}{8}L$, hinten am Perp. gem. mm	360	460	570	670	780	880	1010

Ist der Sprung größer bzw. kleiner, aber gleichförmig, so soll $\frac{1}{4}$ des Unterschiedes vom vorgeschriebenen Sprung zu jenem hinzugefügt bzw. von jenem abgezogen werden. Diese Aenderung gilt nicht für Spar- und Awning-Deckschiffe.

Ist bei Schiffen ohne Aufbauten die Balkenbucht größer bzw. kleiner als $\frac{1}{4}L$, so wird der Freibord um den halben Unterschied der Buchten vermindert bzw. vergrößert. Bei Schiffen mit Aufbauten wird hierbei ein Prozentsatz entsprechend dem unbebauten Deck genommen, aufser bei Spar- und Awning-Deckschiffen.

Beispiel.

Ein Schiff ist 71,3 m lang, 9,84 m breit mit einer Höhe von 5,18 m und $\delta_1 = 0,72$. Es hat eine Poop und ein Deckhaus von zusammen 37,06 m Länge und eine Back von 6,10 m Länge. Der Sprung ist vorne 1,37 und hinten 0,635 m. Dann ist:

Freibord nach Tafel A für die normale Länge von 62,18 m	=	890 mm
Der Sprung ist nach der Regel 850, also 150 mm kleiner, als der		
des Schiffes, folglich ab $\frac{150}{4}$	=	~ 40 "
Bleibt Freibord bei 1 m Sprung ohne Aufbauten	=	850 mm
Freibord für Awning-Deck nach Tafel C	=	420 "
	Unterschied =	430 mm
Die Gesamtlänge der Aufbauten ist gleich 0,6 L, also Reduktion		
(s. S. 382) $0,5 \times 430$	=	215 mm
Dazu Reduktion wegen Sprung	=	40 "
Bei Eisendeck ohne Holz ab für Holz $0,6 \times 90$	=	50 "
	Gesamt-Reduktion =	305 mm
Da die Länge 9,1 m größer als in der Tafel vorgesehen, muß hin-		
zugefügt werden $\frac{1}{2} \times 3 \times 33$ mm	=	50 "
	Bleibt Reduktion =	255 mm
	Freibord nach A war =	890 "
	Bleibt als wirklicher Freibord für den Winter ~	640 mm.

Für in Süßwasser geladene Schiffe gelten folgende Reduktionen:

Höhe.	Schiffe ohne Decksbauten.	Spar- und Awning-Deck-schiffe.	Höhe.	Schiffe ohne Decksbauten.	Spar- und Awning-Deck-schiffe.
m	mm	mm	m	mm	mm
2,74 bis 3,35	51	—	6,71 bis 7,62	115	127
3,35 " 3,96	64	—	7,62 " 8,53	127	140
3,96 " 4,88	76	89	8,53 " 9,45	140	152
4,88 " 5,79	89	102	9,45 " 10,36	152	165
5,79 " 6,71	102	115			

Das Gewicht von 1 Kubikfuß engl. Salzwasser ist zu 64 Pfd., von Süßwasser zu 62½ Pfd. engl. angenommen.

Tafel A.

Frachtdampfer ohne Spar- und Awing-Deck.

Reserve-Displacement und Freibord für I. Klasse seegehende Eisen- und Stahldampfer. (Salzwasser.)

Reserve-Displacement. (Winter).	Höhe.	Normale Länge der Schiffe.	Entsprechende Freibord-Höhen mittschiffs von Oberkante Deck an Bord gemessen.								Korrektur für je 3 m Länge.	Ab für Sommer- Reisen.	Hinzu für d. Winter im Nord-Atlantic.
			m										
			Völligkeitsgrade δ_1 .										
‰	m	m	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	m	m	m
22,0	3,05	36,58	0,41	0,41	0,42	0,42	0,43	0,43	0,45	0,45	0,020	0,03	0,08*
22,4	3,35	40,23	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48	0,48	0,50	0,50	0,023	0,03	0,08
22,8	3,66	43,89	0,52	0,52	0,53	0,53	0,55	0,55	0,56	0,56	0,023	0,03	0,08
23,2	3,96	47,55	0,58	0,58	0,60	0,60	0,61	0,62	0,64	0,64	0,023	0,03	0,08
23,6	4,27	51,21	0,65	0,65	0,66	0,67	0,69	0,69	0,70	0,71	0,025	0,04	0,08
24,0	4,57	54,86	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,76	0,78	0,79	0,025	0,04	0,08
24,5	4,88	58,52	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,025	0,04	0,08
25,0	5,18	62,18	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,028	0,05	0,08
25,5	5,49	65,84	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,02	1,03	1,04	0,028	0,05	0,08
26,0	5,79	69,49	1,02	1,03	1,05	1,07	1,08	1,11	1,12	1,13	0,028	0,05	0,09
26,5	6,10	73,15	1,11	1,12	1,13	1,16	1,17	1,19	1,21	1,22	0,030	0,06	0,09
27,0	6,40	76,81	1,19	1,21	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	0,030	0,06	0,09
27,5	6,71	80,47	1,28	1,31	1,32	1,35	1,36	1,38	1,40	1,41	0,030	0,06	0,10
28,1	7,01	84,12	1,38	1,41	1,42	1,45	1,46	1,49	1,50	1,51	0,030	0,08	0,10
28,6	7,32	87,78	1,49	1,51	1,52	1,55	1,56	1,59	1,60	1,63	0,033	0,08	0,10
29,2	7,62	91,44	1,61	1,63	1,65	1,66	1,69	1,70	1,73	1,75	0,033	0,09	0,12
29,8	7,93	95,10	1,72	1,73	1,77	1,78	1,80	1,82	1,84	1,87	0,036	0,09	0,12
30,4	8,23	98,75	1,84	1,85	1,88	1,91	1,93	1,94	1,97	1,99	0,036	0,10	0,12
31,1	8,53	102,41	1,97	1,99	2,02	2,05	2,07	2,08	2,11	2,13	0,036	0,10	0,13
31,8	8,84	106,07	2,10	2,13	2,16	2,19	2,21	2,24	2,26	2,29	0,038	0,12	0,13
32,5	9,14	109,73	2,22	2,26	2,29	2,31	2,34	2,38	2,40	2,43	0,038	0,12	0,13
33,2	9,45	113,39	2,36	2,40	2,43	2,45	2,48	2,51	2,54	2,57	0,040	0,13	0,14
33,8	9,75	117,04	2,50	2,54	2,57	2,59	2,62	2,65	2,68	2,71	0,040	0,13	0,14
34,4	10,06	120,70	2,63	2,67	2,70	2,73	2,76	2,79	2,82	2,85	0,040	0,14	0,15
35,0	10,36	124,36	2,77	2,81	2,83	2,87	2,90	2,93	2,96	3,00	0,043	0,15	0,15

Die Abzüge für den Sommer gelten von April bis einschl. September für Europa und das Mittelmeer, in anderen Gegenden nach

*) Der Zuschlag muß bei diesen kleinen Schiffen besonders in Erwägung gezogen werden, darf aber nicht weniger als 0,08 m (3") betragen.

ihrer Lage. Von Oktober bis einschl. März ist für den Nord-Atlantic (von Europa bis nördlich Baltimore einschl.) der Freibord, wie angegeben, zu vergrößern.

Tafel B.

Frachtdampfer mit Spardeck.

Freibord bis Spardeck für I. Klasse seegehende Spardeck-Dampfer. (Salzwasser.)

Höhe bis Hauptdeck gemessen. m	Normale Länge der Schiffe. m	Freibord-Höhen von Oberkante Spardeck an Bord mittschiffs gemessen. m								Korrektur für je 3 m Länge. m	Ab für Sommer-Reisen. m	Hinzu für d. Winter im Nord-Atlantic. m
		Völligkeitsgrade δ_1 .										
		0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82			
4,88	84,12	1,80	1,82	1,83	1,84	1,85	1,87	1,88	1,89	0,025	0,06	0,09
5,18	87,78	1,87	1,88	1,89	1,91	1,92	1,93	1,94	1,96	0,025	0,08	0,10
5,49	91,44	1,93	1,96	1,97	1,98	1,99	2,01	2,02	2,03	0,025	0,08	0,10
5,79	95,10	2,02	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10	2,11	2,12	0,028	0,09	0,12
6,10	98,75	2,11	2,13	2,15	2,16	2,17	2,19	2,20	2,21	0,028	0,09	0,12
6,40	102,41	2,20	2,22	2,24	2,26	2,27	2,29	2,30	2,31	0,028	0,10	0,13
6,71	106,07	2,31	2,34	2,35	2,38	2,39	2,40	2,41	2,43	0,030	0,12	0,13
7,01	109,75	2,43	2,45	2,46	2,49	2,50	2,51	2,53	2,54	0,030	0,12	0,13
7,32	113,39	2,55	2,58	2,59	2,62	2,63	2,64	2,65	2,68	0,033	0,13	0,14
7,62	117,04	2,68	2,71	2,72	2,74	2,76	2,78	2,79	2,82	0,033	0,14	0,14
7,93	120,70	2,81	2,83	2,86	2,88	2,90	2,92	2,93	2,96	0,033	0,14	0,15
8,23	124,36	2,95	2,97	3,00	3,02	3,05	3,07	3,09	3,11	0,036	0,15	0,15
8,53	128,02	3,10	3,12	3,15	3,18	3,20	3,23	3,24	3,26	0,036	0,15	0,15
8,84	131,67	3,26	3,30	3,32	3,34	3,37	3,39	3,40	3,43	0,038	0,17	0,17
9,14	135,32	3,43	3,46	3,48	3,51	3,53	3,56	3,58	3,61	0,038	0,17	0,17

Die Tafel ist für Spardeckschiffe, bei denen das Spardeck 2 m über dem Hauptdeck liegt. Sonst wie bei A. Für Reisen zwischen Suez und Singapore kann die Verminderung des Freibords für die gute Jahreszeit verdoppelt werden.

Tafel C.

Frachtdampfer mit Awning-Deck.

Reserve-Displacement und Freibord für I. Klasse seegehende Awning-Deck-Dampfer. (Salzwasser.)

Reserve-Displacement bis Hauptdeck. m	Höhe bis Hauptdeck gemessen. m	Normale Länge der Schiffe. m	Entsprechende Freibord-Höhen von Oberkante Hauptdeck an Bord mittschiffs gemessen. m								Korrektur für je 3 m Länge. m	Ab für Sommerreisen. m	Hinzu für d. Winter im Nord-Atlantic. m
			Völligkeitsgrade δ_1 .										
			0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80			
15,0	4,27	51,21	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,013	0,05	0,08
15,2	4,57	54,86	0,33	0,33	0,34	0,34	0,36	0,36	0,37	0,37	0,013	0,05	0,08
15,4	4,88	58,52	0,36	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,41	0,41	0,013	0,05	0,08
15,7	5,18	62,18	0,39	0,39	0,41	0,42	0,42	0,43	0,45	0,45	0,013	0,06	0,09
16,0	5,49	65,84	0,43	0,43	0,45	0,46	0,46	0,47	0,48	0,48	0,013	0,06	0,09
16,4	5,79	69,49	0,48	0,48	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,015	0,08	0,10
16,9	6,10	73,15	0,53	0,53	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,60	0,015	0,09	0,10
17,4	6,40	76,81	0,60	0,60	0,61	0,62	0,62	0,64	0,65	0,66	0,015	0,09	0,10
18,0	6,71	80,47	0,66	0,67	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72	0,74	0,015	0,10	0,12
18,6	7,01	84,12	0,74	0,75	0,76	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,015	0,10	0,12
19,2	7,32	87,78	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,015	0,12	0,13
19,9	7,62	91,44	0,91	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	0,018	0,13	0,13
20,6	7,93	95,10	1,02	1,03	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	0,018	0,13	0,14
21,4	8,23	98,75	1,14	1,16	1,17	1,18	1,19	1,22	1,23	1,24	0,018	0,14	0,14
22,3	8,53	102,41	1,27	1,28	1,30	1,31	1,32	1,35	1,36	1,37	0,018	0,14	0,14
23,3	8,84	106,07	1,40	1,41	1,42	1,45	1,46	1,47	1,49	1,50	0,018	0,15	0,15
24,3	9,14	109,73	1,52	1,55	1,56	1,59	1,60	1,63	1,64	1,65	0,020	0,15	0,15
25,2	9,45	113,39	1,66	1,69	1,70	1,73	1,74	1,77	1,78	1,79	0,020	0,15	0,15
26,1	9,75	117,04	1,80	1,83	1,84	1,87	1,88	1,91	1,92	1,93	0,020	0,17	0,17
27,0	10,06	120,70	1,94	1,97	1,98	2,01	2,02	2,05	2,06	2,07	0,020	0,17	0,17
28,0	10,36	124,36	2,08	2,11	2,12	2,15	2,16	2,19	2,20	2,22	0,020	0,17	0,17

Wie bei A. Zwischen Suez und Singapore kann die Verminderung des Freibords für die gute Jahreszeit verdoppelt werden.

Tafel D.

**Reserve-Displacement und Freibord für I. Klasse seegehende
Eisen- und Stahl-Segelschiffe und Komposit- und Holz-Schiffe
der höchsten Klasse.**

(Salzwasser.)

Reserve-Displacement Eisen-Schiffe.	Höhe.	Normale Länge der Schiffe.	Entsprechende Freibord-Höhen von Oberkante Deck an Bord mittschiffs gemessen.								Korrektur für je 3 m Länge.	Hinzu für den Winter im Nord-Atlantic.
			Völligkeitsgrade δ_1 .									
			Holz:									
			—	—	—	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72		
			Composite:									
—	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	—					
Eisen:												
0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	—	—					
23,5	3,05	30,48	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,48	0,48	0,023	—
23,9	3,35	33,53	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,53	0,55	0,56	0,023	—
24,4	3,66	36,58	0,57	0,57	0,58	0,60	0,61	0,61	0,62	0,64	0,025	—
24,9	3,96	39,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,69	0,69	0,70	0,71	0,025	—
25,3	4,27	42,67	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,025	—
25,7	4,57	45,72	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,028	0,08
26,2	4,88	48,77	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,028	0,08
26,6	5,18	51,82	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,02	0,028	0,08
27,1	5,49	54,86	1,00	1,02	1,03	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	0,028	0,09
27,5	5,79	57,91	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,17	1,18	0,030	0,09
27,9	6,10	60,96	1,16	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24	1,26	1,27	0,030	0,10
28,3	6,40	64,01	1,24	1,26	1,27	1,28	1,31	1,32	1,35	1,36	0,030	0,10
28,7	6,71	67,06	1,32	1,35	1,36	1,37	1,40	1,41	1,44	1,45	0,030	0,12
29,1	7,01	70,10	1,41	1,44	1,45	1,46	1,49	1,50	1,52	1,55	0,033	0,12
29,5	7,32	73,15	1,51	1,52	1,55	1,56	1,59	1,60	1,63	1,65	0,033	0,12
29,9	7,62	76,20	1,61	1,63	1,65	1,66	1,69	1,70	1,73	1,75	0,033	0,13
30,3	7,93	79,25	1,72	1,73	1,75	1,77	1,79	1,80	1,83	1,85	0,033	0,13
30,7	8,23	82,30	1,82	1,84	1,87	1,88	1,91	1,92	1,94	1,97	0,036	0,14
31,2	8,53	85,31	1,93	1,96	1,97	1,99	2,02	2,03	—	—	0,036	0,14
31,7	8,84	88,30	2,03	2,06	2,08	2,11	2,13	2,15	—	—	0,036	0,14
32,3	9,14	91,44	2,15	2,17	2,20	2,22	2,25	2,26	—	—	0,038	0,15
33,0	9,45	94,49	2,26	2,29	2,31	2,34	2,36	2,38	—	—	0,038	0,15

Zuschläge für den Nord-Atlantic von Oktober bis März für
Schiffe zwischen Europa und Amerika nördlich Baltimore einschl.

Anmerkung: Lloyds Register und Bureau Veritas sind die einzigen Klassifikations-Gesellschaften, welche von der englischen Regierung ermächtigt sind, die Ladewasserlinie festzusetzen.

Laut Gesetz vom 9. Juni 1890 müssen englische Handelsschiffe folgende Marken für die Ladewasserlinie tragen.

Es gilt:

FW für Süßwasser,

IS " den Sommer in indischen Gewässern,

S für den Sommer,

W " " Winter,

WNA " " " im nördl. atl. Ozean.

Die Marken sind auf der Mitte beider Schiffseiten deutlich sichtbar anzubringen. Länge der Marken = 228 mm, Dicke = 25 mm.



g. Raumbedarf für Reisende und Mannschaften nach den Vorschriften des Board of Trade.

1. Dampfer, welche nicht ins Ausland gehen, mit Fahrten von weniger als 10 Stunden, dürfen im Sommer einen Reisenden für 9 Quadratfuß engl. = 0,83 qm Oberdeckfläche bzw. Salon an Bord nehmen. Das Decksareal wird innerhalb des Wasserganges, bzw. innerhalb der Reling gemessen, wenn diese weiter nach innen einfällt. Alle Gegenstände, welche das Sitzen und Stehen hindern, werden abgerechnet. Gänge, Treppen, Korridore u. s. w. werden nicht mit aufgemessen. — Für die Wintermonate muß die Zahl der Reisenden um $\frac{1}{3}$ verringert werden.

2. Bei Revierdampfern werden 6 Quadratfuß = 0,56 qm Deckfläche und 9 Quadratfuß = 0,83 qm Salon für den Reisenden verlangt. Für Schiffe, die nur in ruhigem Wasser fahren, werden 3 Quadratfuß = 0,27 qm Deckfläche verlangt.

3. Bei nach dem Auslande gehenden Dampfern richtet sich die Zahl der Kajüt-Reisenden nach der Zahl der vorhandenen Kojen und Schlafsofas. Zwei Closets für 10 bis 15 Reisende, eine Badewanne für 40, in den Tropen für 10 Reisende. Für Zwischendecks-Reisende wird bei einer geringsten Deckhöhe von 2 m für einen Reisenden 2,5 cbm, also 1,4 qm Fläche verlangt. Kojen 1,8 · 0,6 m, zwei übereinander. Wird Ladung in diesen Räumen verstaut, so fällt für je 0,34 qm ein Reisender fort. In den besonderen Waschräumen ein Waschbecken für 10 bis 12 Reisende, für 20 bis 40 Reisende ein Closet.

4. An Raum für die Mannschaft ist erforderlich für einen Mann 2,04 cbm oder 1,11 qm Deckfläche. Abgezogen werden alle Kojen, durchgehenden Rohre, die dreieckigen Räume im Vorschiff und unter den Treppen. Für 20 Mann sind zwei Closets anzubringen.

C. Bestimmung des Tonnengehaltes.

a. Deutsche Mefsverfahren.

Schiffsvermessungs-Ordnung vom 20. Juni 1888
s. Anhang.

b. Englische Mefsverfahren.

1. Nach Builder's Old Measurement.

$$\text{Tonnengehalt} = \frac{(L - \frac{3}{5} B) B^2}{188} \text{ Tons O. M. (1 Ton O. M. = 94 Kub.}$$

Fufs engl. = 2,664 cbm), wenn L die Länge im Oberdeck von Aufsenkante zu Aufsenkante Sponung wagerecht gemessen und B die größte Breite auf Aufsenkante Planken ist, in engl. Fußmafsen.

2. Nach Grofs Register Tonnage.

$$\text{Tonnengehalt} = \delta_1 \frac{L B T'}{100} \text{ Reg.-Tons (1 Reg.-Ton = 100 Kub.-Fuß}$$

engl. = 2,832 cbm),

worin L die innere Länge auf dem Oberdeck von den Planken am Bug bis zu denen am Heck.

B die innere größte Breite von Wägerung zu Wägerung,

T' die mittschiffs gemessene Tiefe von Unterkante Decksplanken bis Oberkante Wägerung neben dem Kielschwein, in engl. Fußmafsen.

(Für die Bestimmung der Abmessungen in Metermafs ist, um Reg.-Tons zu erhalten, noch mit 35,3161 zu multiplizieren.)

Werte von δ_1 .

0,8 für Baumwoll- und Zuckerschiffe, alter, voller Form	} Segel-
0,7 bis 0,74 für Schiffe jetziger Form		schiffe,
0,65 für Schiffe mit zwei Decks	} Dampfer und Klipper,
0,68 " " " drei " "	
0,5 " Yachten über 60 Tons,	
0,45 " " " unter 60 " "	

Allgemein ist δ_1 etwa = $\delta + 0,04$.

D. Displacements-Skalen.

Displacements-Skala ist eine Kurve, deren Ordinaten das Areal des an derselben Stelle der Länge liegenden Spantes oder das Areal der an derselben Stelle der Tiefe liegenden Wasserlinie darstellen.

2. Wasserlinien-Skala.

Die Anzahl der zu berechnenden Ordinaten ist gleich der Anzahl der Wasserlinien. Die Gleichung der Parabel lautet:

$$y = p x^n; n = \frac{V}{\text{CWL} \cdot T - V} = \frac{\delta}{\alpha - \delta}.$$

Man wendet die Wasserlinien-Skala nur bei gegebener metacentrischer Höhe*) an, indem man entweder unter Benutzung der Normandschen Annäherungsformeln:

$$1. \text{ Depl.} \odot \text{ unter CWL} = (0,10 + 0,36 \beta) T,$$

$$2. MF = (0,008 + 0,0745 \alpha^2) \frac{B^2}{T \delta},$$

oder der theoretisch abzuleitenden, relativ zuverlässigen Annäherungsformel:

$$MF = \frac{LB^3}{V} \cdot \frac{\alpha^3}{2(\alpha + 1)(2\alpha + 1)}$$

die Völligkeitsgrade α und β bestimmt, dann den Deplacements- \odot der Höhe nach festlegt und nun die Wasserlinien-Skala entsprechend der Spanten-Skala nach dem \odot verschiebt. Man erreicht so ein bestimmtes Areal für jede WL, durch dessen Innehalten man die verlangte metacentrische Höhe erzielt.

Für das Längen-Metacentrum giebt Normand die Annäherungsformel:

$$M_1 F = (0,008 + 0,077 \alpha^2) \frac{L^2}{T \delta}.$$

E. Berechnung des Deplacements, der Schwerpunkte, des Metacentrums u. s. w.

1. Berechnung von Spant- und Wasserlinien-Arealen.

$F = \int y dx$; Integral ist aufzulösen

- nach den in Deutschland und England allgemein gebräuchlichen Simpsonschen Annäherungsformeln (vergl. Abteil. I. S. 129).
- nach der französischen Trapezregel (in Frankreich fast allein in Gebrauch).

*) Unter Metacentrum M ist hier der Schnittpunkt der Richtung des Auftriebes bei unendlich kleiner Neigung mit der durch F normal zur CWL gelegten Ebene verstanden, s. Abbild. 270 a. S. 401; unter metacentrischer Höhe die Entfernung dieses Punktes vom Systemschwerpunkt G . Vergl. S. 401.

h = Entfernung der Spanten von einander,
 d = " " " " Wasserlinien von einander,
 y = aufgemessene Ordinaten.

1. Simpsonsche Regel (vergl. Abteil. I. S. 129, Nr. 3): $F = \int y dx$
 $= \frac{1}{3} h (y_0 + 4 y_1 + 2 y_2 + 4 y_3 + 2 y_4 + \dots + 4 y_{n-1} + y_n)$.

Anwendbar, wenn die Anzahl der Ordinaten ungerade, diejenige der Zwischenräume also gerade ist.

2. Simpsonsche Regel: $F = \int y dx$
 $= \frac{3}{8} h (y_0 + 3 y_1 + 3 y_2 + 2 y_3 + \dots + 3 y_{n-1} + y_n)$.

Anzahl der Ordinaten um eins mehr als ein Vielfaches von $3 = (3n + 1)$; Anzahl der Zwischenräume durch 3 teilbar.

Trapezregel: $F = \int y dx$
 $= h (\frac{1}{2} y_0 + y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + \frac{1}{2} y_n)$.

Nach dem Verfahren von Tschebitscheff (sehr genau):

$$F = \frac{1}{3} k (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6) \text{ (s. Abbild. 268).}$$

2. Berechnung des \odot von Spanten und Wasserlinien.

1. Nach Simpsons Regel.

Gültig die Formeln für ξ_0 und η_0 in Abteil. I S. 165, Nr. 9. Für den wagerechten Abstand ξ_0 ergibt sich folgende Tafel:

Ordin.	Multipl.	Produkte.	Hebelarm.	Produkte.
y_0	1	$1 y_0$	0	$0.1 y_0$
y_1	4	$4 y_1$	1	$1.4 y_1$
y_2	2	$2 y_2$	2	$2.2 y_2$
y_3	4	$4 y_3$	3	$3.4 y_3$
y_4	1	$1 y_4$	4	$4.1 y_4$
		$\Sigma = S$.		$\Sigma = S_1$.

$$F = \int y dx = \frac{h}{3} S; \quad \int xy dy = \frac{h^2}{3} S_1.$$

$$\odot = \xi_0 = \frac{\int xy dx}{\int y dx} = h \frac{S_1}{S}.$$

2. Nach Tschebitscheff (s. Abbild. 268):

\odot von $A =$

$$\frac{k (0,134 f_1 + 0,578 f_2 + 0,733 f_3 + 1,267 f_4 + 1,422 f_5 + 1,866 f_6)}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6}$$

Abbild. 268.



3. Berechnung des Deplacements und des Deplacement-⊙ der Länge und Höhe nach.

Bildet man aus den als Ordinaten aufgetragenen Spantarealen die Deplacement-Skala, so findet man das Deplacement und die Lage des Deplacement-⊙ der Länge nach durch entsprechende Rechnung wie bei den Spanten. Ebenso findet man aus den Wasserlinien den Deplacement-⊙ der Höhe nach.

4. Spantintegralkurven.

Berechnet man die Spantareale bis zu den einzelnen Wasserlinien und trägt auf den WL die jedesmaligen Areale als Ordinaten auf, so ergeben sich die Spantintegralkurven.

Für das Areal F zwischen zwei Ordinaten y_1 und y_2 hat man:

$$F = \frac{1}{12} h (5 y_1 + 8 y_2 - y_3).$$

5. Lastenmaßstab.

Durch Summierung der bis zu den einzelnen WL berechneten Spantareale erhält man das Deplacement bis zu diesen WL; die Deplacements im Abstände der WL als Ordinaten aufgetragen, ergeben den Lastenmaßstab in cbm.

Die bisherige Rechnung ist dargestellt im Vordruck I. S. 396 bis 398.

6. Berechnung der Metacentren.

a) **Neigung um die Längsachse:** Entfernung des Breitenmetacentrums M vom Deplacement-⊙

$$= MF = \frac{\text{Trägheitsmoment der WL}}{\text{Deplacement}} = \frac{\int_0^L y^3 dx}{V}$$

$$= \frac{\frac{h}{3} (y_0^3 + 4 y_1^3 + 2 y_2^3 + 4 y_3^3 + \dots + 4 y_{n-1}^3 + y_n^3)}{V}$$

(Vergl. Abteil. I. S. 173.)

Das Trägheitsmoment ist auf die Symmetrieachse der WL bezogen.

b) **Neigung um die Querachse:** Entfernung des Längenmetacentrums M_1 vom Deplacement-⊙

$$= M_1 F = \frac{\text{Trägheitsmoment der WL}}{\text{Deplacement}} = \frac{\int_0^B \eta'^3 dx + \int_0^B \eta''^3 dx}{V},$$

wobei das Trägheitsmoment auf eine durch den ⊙ der Wasserlinie gelegte Achse bezogen und η' bzw. η'' die Ordinaten in der Längsrichtung der vorderen bzw. hinteren Hälfte der Schwimmbene

darstellen. Unter Benutzung der gewöhnlichen Berechnungsordinaten (halbe Breiten über den Spanten), aber bei derselben Lage der Momentenachse wird

$$M_1 F = \frac{2}{3} h^3 \left\{ \frac{(0 \cdot y_0 + 1^2 \cdot 4 y_1 + 2^2 \cdot 2 y_2 + \dots + n^2 y_n)}{V} + \frac{(0 \cdot y_0 + 1^2 \cdot 4 y'_1 + 2^2 \cdot 2 y'_2 + \dots + n^2 y'_n)}{V} \right\}$$

worin y und y' die entsprechenden halben Ordinaten der vor und hinter y_0 gelegenen Hälften der WL bedeuten. Für die numerische Berechnung empfiehlt es sich jedoch, das Trägheitsmoment zunächst auf eine schon festgelegte Spantebene, z. B. \odot (Spt. 6 in Vordruck 2, s. u.) zu beziehen, wodurch zum Schluß eine Korrektur nach der Formel: $J_1 = J - A a^2$ erforderlich wird, wenn

J_1 das auf den \odot der WL bezogene Trägheitsmoment,
 J das auf die angenommene Spantebene ermittelte Trägheitsmoment,
 a die Entfernung des \odot der WL von dieser Spantebene und
 A das Areal der WL bezeichnet.

In Vordruck 2 ist diese Art der Berechnung der Längen-Metacentren gezeigt.

Längen-Metacentrum für WL III.

Vordruck 2.

Spant Nr.	WL-Ord.	Koeff.	Produkte.	Hebel-arm.	Produkte.	Hebel-arm.	Produkte.
0	0,090	$\frac{1}{2}$	0,045	6	0,270	6	1,620
$\frac{1}{2}$	1,045	2	2,090	$5\frac{1}{2}$	11,495	$5\frac{1}{2}$	63,223
1	2,325	$\frac{3}{2}$	3,487	5	17,440	5	87,200
2	3,625	4	14,500	4	58,000	4	232,000
3	4,030	2	8,060	3	24,180	3	72,540
4	4,175	4	16,700	2	33,400	2	66,800
5	4,240	2	8,480	1	8,480	1	8,480
6	4,250	4	17,000	0	$\Sigma = 153,265$	0	0,000
7	4,250	2	8,500	1	8,500	1	8,500
8	4,200	4	16,800	2	33,600	2	67,200
9	4,060	2	8,120	3	24,360	3	73,080
10	3,540	4	14,160	4	56,640	4	226,560
11	2,160	$\frac{3}{2}$	3,240	5	16,200	5	81,000
$11\frac{1}{2}$	1,100	2	2,200	$5\frac{1}{2}$	12,100	$5\frac{1}{2}$	66,550
12	0,030	$\frac{1}{2}$	0,015	6	0,090	6	0,540
			123,397		$\Sigma = 151,490$		1055,293
			$\times \frac{h}{3} = \times 1,652$		153,265		$\times h^3 = \times 121,878$
			203,852		123,397 + 1,775		3 | 128617,0
			$\times 2$		0,014		42872,33
			$\frac{1}{1}$ Areal = $A = 407,704$		$\times h = \times 4,958$		$\times 2$
			Depl. bis WL III = 875,292 ehm		$a = 0,069$		85744,66
				= \odot d. WL hinter Sp. 6.	= $\frac{1}{1}$ Trägheitsmoment bezogen auf Sp. 6.		

$$\text{Trägheitsmoment} - A a^2 = \frac{85744,66 - 407,704 \cdot 0,069^2}{875,292} = 95,6 \text{ m}$$

$$= M_1 F = \text{Längen-Metacentrum über Depl. } - \odot$$

Deplacements-Berechnung eines

Wasserlinien-Entfernung: $\frac{4,10}{6} = 0,683 \text{ m} = d$; $\frac{d}{3} = 0,2277$.

Wasserlinien.		VII O.-K. Kielpl.		VI		V $\frac{1}{2}$		V	
Spant-Nr.	Koeff.	r		4		2		2	
0	$\frac{1}{2}$	0,090	1	0,090	0,090	0,045	0,090	0,180	0,045
		0,090			0,360			0,480	
	$\frac{1}{2}$	0,100			0,215	0,430	0,400	0,800	0,800
		0,100			0,860			1,200	
1	$\frac{3}{2}$	0,185	4	0,740	0,645	0,967	2,400	2,400	1,800
		0,185			2,580			2,400	
2	4	0,380	2	0,760	1,740	6,950	2,740	5,480	10,960
		0,380			6,960			7,200	
3	2	0,500	4	2,000	2,250	4,500	3,600	7,200	7,200
		0,500			10,000			8,000	
4	4	0,550	2	1,100	3,475	13,900	4,000	8,000	16,000
		0,550			13,900			8,000	
5	2	0,375	4	1,500	3,800	7,600	4,145	8,290	8,290
		0,375			15,200			8,290	
6	4	0,090	1	0,090	3,900	15,600	4,200	8,400	16,800
		0,090			15,600			8,400	

Hinterschiff.

Vorschiff.

		$\frac{1}{2}$		2		$\frac{3}{2}$			
7	2			3,850	7,700	4,080	4,170	8,160	8,340
				1,925		8,160	6,255		
8	4			3,565	14,260	3,890	4,040	7,780	16,160
				1,782		7,780	6,606		
9	2			2,360	5,720	3,400	3,680	6,800	7,360
				1,430		6,800	5,520		
10	4			1,700	6,800	2,360	2,820	4,720	11,280
				0,850		4,720	4,230		
11	$\frac{3}{2}$		1	0,450	0,450	0,900	1,290	1,800	1,935
				0,225		1,800	1,935		
11 $\frac{1}{2}$	2			0,060		0,260	0,450	0,520	0,900
				0,030		0,520	0,675		
12	$\frac{1}{2}$			0,030		0,030	0,030	0,060	0,015
				0,015		0,060	0,075		

$\frac{1}{2}$ WL-Ar. $\frac{d}{3}$	6,280	84,932	108,885
Koeffizienten:	1	4	2
$\Sigma W = 1922,128$	6,280	339,728	217,760
Hebelarme:	6	5	4
Σ Lotr. Mom. = 5022,004	37,680	1698,640	871,040

Depl. - \odot unt. CWL = Σ Lot. Mom. : $\Sigma W \times d = 1,784 \text{ m}$.

Berechnung des Lasten- maßstabes.	$\frac{1}{2}$ V unt. WL VII lt. besond. Rechnung S. 398	$\frac{1}{2}$ WL Ar. VII = 10,37	1 10,37
		$\frac{1}{2}$ n n VII $\frac{1}{2}$ = 97,05	4 388,20
		$\frac{1}{2}$ n n VI = 140,31	1 140,31
			538,88
		$\frac{1}{1}$ V bis WL VII	$\times 0,2277$
		= 1,654 cbm	
	$\frac{1}{1}$ V zw. VII-VI	= 122,86 cbm	
	$\frac{1}{1}$ n vor Spt. II = 0,12 n		
	$\frac{1}{1}$ n unt. WL VII = 1,654 n		
	$\frac{1}{1}$ n bis VI = 124,634 cbm		
	$\frac{1}{1}$ n n n = 127,75 t.		

$\frac{1}{2}$ WL Ar. $\frac{d}{3}$	6,280	84,932	108,885
VII	6,280	1	6,280
VI	84,932	3	254,796
V	108,885	3	326,655
IV	17,550	1	117,550
			705,281
	$\times 2 \times 0,2277 \times 1,652$		454,893
$\frac{1}{1}$ V zw. VII-V	= 342,676 cbm		
$\frac{1}{1}$ n vor Spt. II = 0,12 n			
$\frac{1}{1}$ n unt. WL VII = 1,654 n			
$\frac{1}{1}$ n bis V = 344,45 cbm			
$\frac{1}{1}$ n n = 353,06 t.			

steuerlastigen Frachtdampfers.

Vordruck 1a.

Länge zw. d. Perpendikeln 61,10 m; Länge für Deplacement 59,50 m; Größte Breite in CWL 8,50 m; Konstruktions-Tiefe 4,10 m; Steuerlastigkeit 0,50 m.

IV		III		II		I	
4		2		4		1	
0,090	0,045	0,090	0,045	0,090	0,045	0,090	0,045
0,360		0,180		0,360		0,090	
0,680	1,360	1,045	2,090	1,580	3,160	2,150	4,300
2,720		2,090		6,320		2,150	
1,770	2,655	2,325	3,487	2,775	4,162	3,100	4,650
7,080		4,650		11,100		3,100	
3,300	13,200	3,625	14,500	3,780	15,120	3,880	15,520
13,200		7,250		15,120		3,880	
3,900	7,800	4,030	8,060	4,110	8,220	4,120	8,240
15,600		8,060		16,440		4,120	
4,130	16,520	4,175	16,700	4,200	16,800	4,210	16,840
16,840		8,350		16,800		4,210	
4,210	8,420	4,240	8,480	4,245	8,490	4,250	8,500
8,480		8,480		16,980		4,250	
4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000
8,500		8,500		17,000		4,250	

4		2		4		1	
4,240	8,480	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500
16,960		8,500		17,000		4,250	
4,150	16,600	4,200	16,800	4,215	16,800	4,220	16,880
16,600		8,400		16,860		4,220	
3,950	7,900	4,060	8,120	4,140	8,280	4,160	8,320
15,800		8,120		16,560		4,160	
3,290	13,160	3,540	14,160	3,680	14,720	3,790	15,160
13,160		7,980		14,720		3,790	
1,830	2,745	2,160	3,240	2,415	3,622	2,620	3,930
7,320		4,320		9,66		2,620	
0,800	1,600	1,100	2,200	1,310	2,620	1,500	3,000
3,200		2,200		5,240		1,500	
0,030	0,015	0,030	0,015	0,030	0,015	0,030	0,015
0,120		0,060		0,120		0,030	

	117,550	123,397	127,614	130,900
	4	2	4	1
	470,200	246,794	510,456	130,900
	3	2	1	0
	1410,600	493,588	510,456	—

VII	6,280	1	6,280	V	108,885	1	108,885	IV	117,550	1	117,550	$\Sigma W : \frac{d}{3} = 1922,126$
VI	84,932	3	254,796	IV	117,550	4	470,025	III	123,397	4	493,588	$\times 2 \times 0,2277 \times 1,652$
V	108,885	3	326,655	III	123,397	1	123,397	II	127,614	1	127,614	$\frac{1}{2}$ V VII-I = 1446,428 cbm
IV	17,550	1	117,550				702,482				738,752	n. Sp. I = 0,12 n
			705,281	$\times 2 \times 0,2277 \times 1,652$			702,482	$\times 2 \times 0,2277 \times 1,652$			738,752	n. u. VII = 1,654 n
$\times \frac{3}{8} \times d \times \frac{h}{3} \times 2 \times 0,846$				$\frac{1}{1}$ V V-III = 529,188 cbm			$\frac{1}{1}$ V V-III = 529,188 cbm	$\frac{1}{1}$ V V-III = 529,188 cbm			529,188	n bis I = 1448,20 cbm
				$\frac{1}{1}$ n VII-V = 344,330 n			$\frac{1}{1}$ n VII-V = 344,330 n	$\frac{1}{1}$ n VII-V = 344,330 n			344,330	n n = 1484,40 t.
$\frac{1}{1}$ V VII-IV = 596,152 cbm				n VII-III = 873,518 cbm			n VII-III = 873,518 cbm	n VII-III = 873,518 cbm			873,518	
$\frac{1}{1}$ n vor Spt. II = 0,12 n				n Sp. II = 0,12 n			n Sp. II = 0,12 n	n Sp. II = 0,12 n			0,12	
$\frac{1}{1}$ n unt. VII = 1,654 n				n unt. VII = 1,654 n			n unt. VII = 1,654 n	n unt. VII = 1,654 n			1,654	
$\frac{1}{1}$ n bis IV = 597,926 cbm				n bis III = 875,292 cbm			n bis III = 875,292 cbm	n bis III = 875,292 cbm			875,292	
$\frac{1}{1}$ n n = 612,874 t.				n n III = 897,170 t.			n n III = 897,170 t.	n n III = 897,170 t.			897,170	

Deplacements-Berechnung eines steuerlastigen Frachtdampfers.

Spanten-Entfernung: $\frac{1}{2} \cdot 59,5 = 29,75 \text{ m} = h$; $\frac{1}{3} h = 9,916 \text{ m}$.

$\frac{1}{2}$ Spt. Areale $:\frac{d}{3}$	$\frac{1}{2}$ Spt. Ar. bis WL VII bezw. WL VI. qm	$\frac{1}{2}$ Spt. Ar. + Anhäng- sel. qm	Koeffizient.	Produkte.	Hebelarm.	Wage- rechte Momente.	Breiten-Metacentrum.		
							Kuben d. Ord. von WL I. m^3	Koeffiz.	Pro- dukte.
1,620	0,369	0,384	$\frac{1}{2}$	0,192	0	—	—	$\frac{1}{2}$	—
15,040	3,429	3,452	2	6,904	$\frac{1}{2}$	3,452	9,938	2	19,876
31,095	7,090	7,120	$\frac{3}{2}$	10,680	1	10,680	29,791	$\frac{3}{2}$	44,686
52,270	11,017	11,062	4	47,848	2	95,696	58,411	4	232,644
62,020	14,140	14,181	2	28,362	3	85,086	69,935	2	139,870
68,330	15,579	15,611	4	62,444	4	249,776	74,618	4	298,472
70,415	16,055	16,067	2	32,134	5	160,660	76,766	2	153,532
70,810	16,152	16,152	4	64,608	6	387,648	76,766	4	307,064
63,050	14,375	16,109	2	32,218	7	225,526	76,766	2	153,532
61,720	14,068	15,474	4	61,896	8	495,168	75,151	4	300,640
58,390	13,313	14,245	2	28,490	9	256,410	71,991	2	143,982
48,550	11,069	11,517	4	46,068	10	460,680	54,440	4	217,760
27,880	6,359	6,468	$\frac{3}{2}$	9,702	11	106,722	17,985	$\frac{3}{2}$	26,977
13,365	3,047	3,047	2	6,094	$11\frac{1}{2}$	70,081	3,375	2	6,750
0,430	0,140	0,140	$\frac{1}{2}$	0,070	12	0,840	—	$\frac{1}{2}$	—
				437,710		2608,425			2046,749
				$\times 2 \times \frac{1}{3}$		437,710		$\times \frac{2}{3} \times 4,958$	
				$\times 4,958$		= 5,951		= $\frac{2}{3} \int y^3 dx = 2255,06 \text{ m}^4$	
				= $\frac{1}{1} V$		$\times 4,958$		$MF = \frac{2255,060}{1447,500}$	
				= 1446,778		= D. \odot vor			
				ebm.		Spt. o.			
						= 29,505 m.			= Mfub.D. $\odot = 1,551 \text{ m}$.

Ergebnisse besonderer Rechnung.

$\frac{1}{2}$ Anh. unt. VII für Spt. 0 = 0,015 qm	1 0,015	$\frac{1}{2}$ Anh. unt. VI für Spt. 7 = 1,734 qm
$\frac{1}{2}$ = 0,023 "	"	8 = 1,406 "
1 = 0,030 "	4 0,120	9 = 0,932 "
2 = 0,045 "	2 0,090	10 = 0,448 "
3 = 0,041 "	4 0,164	11 = 0,090 "
4 = 0,032 "	2 0,064	vor Spt. 11 = 0,060 "
5 = 0,012 "	4 0,048	$\frac{1}{2}$ WL Ar. VI $\frac{1}{2}$ = 97,047 "
6 = 0,000 "	1 0,000	$\frac{1}{1} V$ nach WL = 1448,20 cbm
		$\frac{1}{1} "$ " Spt. = 1446,78 "
	$1,652 \times 2 \times 0,501$	$\frac{1}{2}$ 2894,98 cbm
$\frac{1}{1} V$ unt. WL VII = 1,654 cbm.		Mittleres Depl. = 1447,49 cbm
		= 1483,68 t.

7. Trim-Berechnung.

1. Wird ein Gewicht p um die Entfernung d an Bord verschoben, so ist für 1 m Gesamtauchtungsänderung das Trimmoment:

$$= p d = \frac{M_1 G \cdot P}{L}$$

Die Gesamtauchtungsänderung $= \frac{p d L}{M_1 G \cdot P}$ verteilt sich auf den vorderen und hinteren Tiefgang im Verhältnis der Teile, in welche L durch die \odot -Lage der betr. Wasserlinie zerlegt wird.

2. Wird das Deplacement um ein Gewicht p vermehrt oder verkleinert, so ist mit Hülfe des Lastenmaßstabes die zur CWL parallele neue Schwimmbene zu bestimmen; von dieser Schwimmbene aus trägt man vorn und hinten die nach der \odot -Lage der neuen WL sich ergebenden Teile der Ein- bzw. Austauschung ab und erhält so die neue wirkliche Schwimmbene.

Anmerkung zum Berechnungsdiagramm a. S. 400.

Sämtliche Rechnungsergebnisse werden, wie Abbild. 269 f. S. zeigt, zu einem Diagramm zusammengestellt.

Hierbei ist folgendes zu beachten.

1. Maßstab des Netzes $= \frac{1}{25}$ oder $\frac{1}{10}$ natürl. Größe.

2. Denselben Maßstab [$\frac{1}{25}$ bzw. $\frac{1}{10}$] erhalten die Kurven für Deplacements- und Wasserlinien-Schwerpunkte und für die Breitenmetacentren. Alle übrigen Kurven werden in einem beliebigen, ein Mehrfaches von $\frac{1}{25}$ oder $\frac{1}{10}$ bildenden Maßstabe abgesetzt.

3. Alle Ordinaten werden wagerecht von der Linie 00 aus abgetragen mit alleiniger Ausnahme der Werte für Breiten- und Längenmetacentren.

4. Der berechnete Wert $M F$ für das Breitenmetacentrum wird von der Kurve der Deplacement- \odot der Höhe nach aus abgesetzt.

5. Der berechnete Wert $M_1 P$ für das Längenmetacentrum wird zunächst auf die CWL bezogen und der verbleibende Rest in einem entsprechend kleineren Maßstabe von der CWL aus abgetragen. Hierzu bedient man sich einer um 45° geneigten geraden Linie $Q Q$, welche durch den Schnittpunkt der WLI und der Maßlinie 00 geht und die CWL darstellt, wodurch die Entfernungen der Deplacement- \odot von der CWL für die verschiedenen Tiefgänge sofort zeichnerisch zu ermitteln sind.

F. Berechnung der Stabilität.

Die Stabilität hängt ab von der Form des Schiffes und von der Verteilung (Stauung) der Gewichte.

Ist (Abbild. 270, S. 401):

v der Inhalt eines Keilstückes;

J und J_1 die Fußpunkte der Lote, welche von dem $\odot N$ bzw.

N_1 der Keilstücke aus auf die geneigte WL gefällt sind;

φ der Winkel der geneigten WL zur aufrechten Lage;

so gilt:

1. für die **statische Stabilität** St (= Statisches Moment des Auftriebes):

$$St = P \left(\frac{v \cdot \overline{J J_1}}{V} \mp \overline{F G} \cdot \sin \varphi \right) \text{ (Atwoodsche Formel);}$$

2. für die **dynamische Stabilität** St_d (= Mechanische Arbeit, zur Herstellung der Neigung φ erforderlich):

$$St_d = P \left(\frac{v(\overline{JN} + \overline{J_1N_1})}{V} \mp \overline{FG} (1 - \cos \varphi) \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{(Moseleysche} \\ \text{Formel).} \end{array} \right.$$

Zu **Abbild. 270.** G Systemschwerpunkt, F Displacement- \odot bei aufrechter Lage, F_φ Displacement- \odot für die Neigung φ der Schwimmachse, M_φ Metacentrum für die Neigung φ (= Schnitt der gemeinsamen Schwimmachse mit der Lotrechten durch den Displacement- \odot), GM_φ (> 0) = metacentrische Höhe. (Vergl. Abteil. I. S. 219.)

Man berechnet die Stabilität für eine Reihe von Neigungen, die um 7° bis 8° von einander entfernt liegen. Sind im Spantenrifs die Oberkanten Decksplanken für jedes Spant eingezeichnet, so legt man eine Neigung durch die Mitte der CWL und den tiefsten Punkt des Oberdecks, teilt sodann den Raum nach oben und unten gleichmäÙig ein, wobei jedoch unmittelbar über der durch den tiefsten Oberdeckspunkt gehenden Neigung noch eine solche auf halbem Abstände einzufügen ist, und erhält so Schwimmebenen, die alle durch den Mittelpunkt der CWL im Spantenrifs gehen; darauf werden die Ordinaten des ein- und austauchenden Keilstückes aufgemessen und nach Vordruck 3, S. 402, zusammengestellt. Durch Ausfüllung dieses Vordrucks hat man:

1. Areal der Wasserlinie;
2. Inhalt der Keilstücke nebst statischen Momenten;
3. Trägheitsmomente.

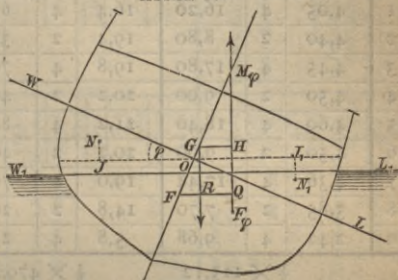
Diese Ergebnisse werden nach Vordruck 4, S. 403, verwertet.

Anmerkungen.

1. Die Korrektur für die Schicht ist bei der statischen Stabilität vom unkorrigierten Moment der Keilstücke abzuziehen, wenn der \odot der geneigten WL nach der Seite hin liegt, auf welcher das gröÙere Keilstück sich befindet, sonst hinzuzufügen. Bei der dynamischen Stabilität ist diese Korrektur stets abzuziehen.

2. Bei langem Heck und stark ausfallendem Steven ist eine entsprechende Korrektur anzubringen. (Berechnung des Anhängsels.)

Abbild. 270.



Vordruck für die Berechnung von Stabilitäts-Kurven.

a. Vorbereitende Rechnungen.

Wasserlinie bei 22° Neigung; $L = 60$ m; $B = 8,55$ m; $T = 3,00$ m.

Eintauchendes Keilstück.

Spant.	Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	Quadrate der Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	Kuben der Ordinaten.	Koeff.	Produkte.
0	1,1	1	1,10	1,2	1	1,2	1,3	1	1,3
1	4,05	4	16,20	16,4	4	65,6	66,4	4	265,6
2	4,40	2	8,80	19,4	2	38,8	85,2	2	170,4
3	4,45	4	17,80	19,8	4	79,2	88,1	4	352,4
4	4,50	2	9,00	20,2	2	40,4	91,1	2	182,2
5	4,60	4	18,40	21,2	4	84,8	97,3	4	389,2
6	4,50	2	9,00	20,2	2	40,4	91,1	2	182,2
7	4,36	4	17,44	19,0	4	76,0	82,9	4	331,6
8	3,85	2	7,70	14,8	2	29,6	57,1	2	114,2
9	2,42	4	9,68	5,8	4	23,2	14,2	4	56,8

$$\frac{1}{3} \times 115,12$$

38,37

$$\frac{1}{3} \times 479,2$$

159,7 Eintauch. Keilst. = 681,9

$$\frac{1}{3} \times 2045,9$$

Austauchendes Keilstück = 495,1

Für beide Keilstücke 1177,0.

Austauchendes Keilstück.

Spant.	Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	Quadrate der Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	Kuben der Ordinaten.	Koeff.	Produkte.
0	0,32	1	0,32	0,1	1	0,1	0,03	1	0,03
1	2,75	4	11,00	7,6	4	30,4	20,8	4	83,2
2	3,77	2	7,54	14,2	2	28,4	53,6	2	107,2
3	4,24	4	16,96	17,9	4	71,6	76,2	4	304,8
4	4,35	2	8,70	18,9	2	37,8	82,3	2	164,6
5	4,40	4	17,60	19,3	4	77,2	85,2	4	340,8
6	4,30	2	8,60	18,5	2	37,0	79,5	2	159,0
7	3,91	4	15,64	15,3	4	61,2	59,8	4	239,2
8	3,11	2	6,22	9,7	2	19,4	30,1	2	60,2
9	1,88	4	7,52	3,5	4	14,0	6,6	4	26,4

$$\frac{1}{3} \times 100,10$$

33,37

$$\frac{1}{3} \times 387,1$$

129,0

$$\frac{1}{3} \times 1485,4$$

495,1

Vordruck 4.

b. Schlufs-Rechnungen. Stabilität für eine Neigung von 88° (Δq hier = 22° genommen).

Eintauchendes Keilstück.				Beide Keilstücke.				Dynamische Stabilität.	
$\frac{1}{3} \sum d$ d. Quadrate d. Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	$\frac{1}{3} \sum d$ d. Prod. der Kuben der Ordinaten.	Koeff.	Produkte.	Stat. Stab. Winkel	Pro- dukte.	Sin. d. Winkel	Produkte.
0 ⁰	131,7	1/2	65,8	1/2	518,9	88 ⁰	18,1	88 ⁰	518,6
1 ⁰	141,2	2	282,4	2	2155,4	77 ⁰	385,1	77 ⁰	2100,2
2 ⁰	159,7	1	159,7	1	1177,0	66 ⁰	478,7	66 ⁰	1075,3
3 ⁰	111,5	2	223,0	2	1665,2	55 ⁰	955,1	55 ⁰	1364,1
4 ⁰	80,9	1/2	121,4	1/2	915,6	44 ⁰	658,6	44 ⁰	636,0
6 ⁰	48,4	4	193,6	4	1429,6	22 ⁰	1325,5	22 ⁰	535,5
8 ⁰	39,3	1	39,3	1	322,8	0 ⁰	322,8	0 ⁰	0,000
Eintauchendes Keilstück = 1085,1				$\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \Delta q \times h =$				6229,7	
Austauchendes " = 1250,0				$\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \text{arc } 22^{\circ} \times 5,82 = \times 0,24$				0,24	
Unterschied = 164,9				Unkorrigirtes Moment der Keilstücke = 994,536				1495,028	
$\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \Delta q \times h = \times 0,37$				Korrektur für Schicht = 27,5				-6,71	
Uebersch. d. A. über d. E.K. = 61,0				$v \cdot J J'$ = 967,0				1488,31 = $v(\overline{JN} + \overline{J'N'})$	
				$F'Q = v \cdot \overline{J'J'} \cdot V$ = 0,99				$1,52 = F'q Q = v(\overline{JN} + \overline{J'N'}) \cdot V$	
				$\overline{FR} = \overline{FG} \sin q =$ = 1,04				$-1,01 = \overline{F'U} (1 - \cos q)$	
				Hebelarm d. Stab. = $\overline{GH} = FQ - \overline{FR} =$ = 0,05				0,51 = Hebelarm d. dyn. Stab.	
				Stabilitätsmoment = $P \times \overline{GH}$ = 48,11				496,23 = Arbeit in mt.	
Austauchendes Keilstück.				Geneigte Wasserlinie.				Korrigierende Schicht.	
0 ⁰	131,7	1/2	65,8	Summe der Produkte } Eint. Keilstück = 19,23		Ueberschufs d. austauchenden Keilstücks = 61,0			
1 ⁰	129,5	2	259,0	der Ordinaten } Aust. = 27,66		Dicke der Schicht = Ar. d. WL = 272,9			
2 ⁰	129,0	1	129,0	Summe = 46,89		= 61,0 \times 0,45 = 27,4.			
3 ⁰	117,4	2	234,8	$\times h = \times 5,82 = 272,89$		Korrektur für statische Stabilität.			
4 ⁰	103,8	1/2	155,7	Areal = 39,3		Inhalt der Schicht $\times \odot$ - Entfernung der Schicht			
6 ⁰	81,1	4	324,4	\sum d. Produkte d. Quadrate } Eint. Keilstück = 81,3		= 61,0 \times 0,45 = 27,4.			
8 ⁰	81,3	1	81,3	der Ordinaten } Aust. = 42,0		Korrektur für dynamische Stabilität.			
Austauchendes Keilstück = 1250,0.				Moment der Wasserlinie $\times \frac{1}{2} \times h = \times 2,91$		Inhalt der Schicht \times halbe Schichtdicke			
				Moment = 122,2		= 61,0 \times 0,11 = 6,71.			
				\odot d. WL n. d. a. Seite = 242,9					
				Areal = 242,9					
				$P = 962,23$ Tonnen.					

3. Die Endergebnisse, die Hebelarme der statischen und dynamischen Stabilität als Ordinaten mit Abscissen, welche den betr. Neigungswinkeln entsprechen, aufgetragen, ergeben die Stabilitätskurven.

Ist die Kurve der statischen Stabilität für 0° negativ, so hat das Schiff eine Schlagseite.

Konstruktion der Stabilitätskurve für einen veränderten Deplacements- bzw. System-Schwerpunkt.

(Abbild. 271.)

OD sei die Stabilitätskurve für eine bestimmte System- \odot -Lage (z. B. in der CWL) und ein gegebenes Deplacement V_0 , ihre Ordinaten heißen h ;

OE eine Kurve, deren Ordinaten η die jedesmaligen Entfernungen des \odot der betreffenden WL von der Mitte andeuten;

dann gilt für ein neues Deplacement V ($\geq V_0$):

$$K = \frac{V - V_0}{V}.$$

Bedeutet s die Entfernung des neuen System- \odot von dem ursprünglichen, in der CWL angenommenen System- \odot , so erhält man die neuen Hebelarme G_1H_1 für das Deplacement V punktweise aus Formel:

$$G_1H_1 = h - s \sin \varphi - K(h - \eta);$$

z. B. bei 60° Neigung:

Beschreibe mit s um O einen Kreis, trage darin OF' unter 60° ein, ziehe Lot $F'G$ und setze dieses auf DC als DH ab, dann ist:

Abbild. 271.



$CD - DH = CH = h - s \sin \varphi$;
da nun $s \geq 0$ sein kann, je nachdem G über oder unter der CWL liegt, und da Neigungswinkel φ positiv von 0° bis 180° , darüber hinaus negativ ist, so gilt bezüglich des Abtragens der Strecke DH :

DH von D aus abgetragen:

- | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------|
| nach unten, | wenn $s > 0$ (+, G über CWL) | für $\varphi < 180^\circ$, |
| " oben, | " $s < 0$ (-, " unter ") | " $\varphi < 180^\circ$, |
| " oben, | " $s > 0$ (+, " über ") | " $\varphi > 180^\circ$, |
| " unten, | " $s < 0$ (-, " unter ") | " $\varphi > 180^\circ$. |

Ferner trage man auf der Y -Achse von O aus ein beliebiges Maß OA als Einheit ab, errichte in A zu OA ein Lot $AB = K$, ziehe OB ; mache $OL = DE = h - \eta$, so ist das Maß LJ || der X -Achse $= K(h - \eta)$.

$$\text{Nun ist: } h - s \sin \varphi = \overline{CH} - \overline{LJ}$$

$$\overline{HM} = \overline{JL} = K(h - \eta),$$

$$\text{folglich: } \overline{CM} = \overline{G_1 H_1} = \overline{CD} - \overline{DH} - \overline{HM} \\ = h - s \sin \varphi - K(h - \eta).$$

OM ist also die korrigierte Stabilitätskurve.

Da sowohl K wie $h - \eta$ positiv oder negativ sein können, so gilt:

\overline{HM} von H auf CD abzutragen:

nach unten für $K > 0$ und wenn D über E liegt,

„ oben „ $K > 0$ „ „ D unter E „ „

„ unten „ $K < 0$ „ „ D unter E „ „

„ oben „ $K < 0$ „ „ D über E „ „

G. Geschwindigkeitsberechnung.

a. Nach Koeffizienten.

Nach französischen Angaben ist die Geschwindigkeit v eines Schiffes in Knoten i. d. Std., wenn N_i die indiz. Leistung in ind. PS (= 75 mkg i. d. Sek.):

$$v = m \sqrt[3]{\frac{N_i}{\otimes}},$$

wobei \otimes in qm gegeben und m ein Koeffizient = 2,75 bis 4,5 ist.

Bei sehr kleinen Schraubenschiffen, Barkassen, Schleppern u. s. w. ist $m = 2,3$ bis 2,4 zu rechnen.

In englischem Mafse lautet die Formel:

$$C = \frac{v^3 \otimes}{N_i} \quad \text{und} \quad C_1 = \frac{v^3 P^{\frac{2}{3}}}{N_i},$$

worin \otimes in Quadratfuß engl., P in engl. tons (1 ton = 1016 kg) und N_i in engl. PS (1 engl. PS = 550 Sekundenfußpfund = 76 mkg i. d. Sek.). Für die Umrechnung ist:

$$m = 0,4511 \sqrt[3]{C}.$$

Als Anhalt kann folgende Tafel dienen:

Art des Schiffes.	δ	$L : B$	v in Knot.	m	C_1
Packetboote	0,56—0,65	8,0—11,0	12,0—16,0	4,15—3,80	400—270
Passagierdampfer europ. Fahrt	0,50—0,60	6,5—10,0	11,0—17,0	4,45—3,30	320—190
Größere Frachtdampfer . .	0,65—0,68	6,8—8,2	8,5—10,5	3,85—3,60	360—220
Kleinere „	0,67—0,72	6,7—7,0	8,5—10,0	3,70—3,45	250—200
Kleine Passagierdampfer und Schlepper	0,34—0,46	5,0—7,5	8,5—13,0	3,80—3,15	190—130
Flusdampfer	0,56—0,72	7,5—11,0	10,0—16,0	3,50—3,00	170—140
Yachten und Avisos	0,42—0,52	6,7—9,0	13,5—17,0	3,65—3,40	230—170
Kanonenboote	0,46—0,63	6,0—7,0	10,0—13,0	3,70—3,30	210—180
Kreuzerkorvetten	0,50—0,57	6,5—7,5	12,0—15,0	3,90—3,60	250—200
Kreuzerfregatten	0,52—0,56	6,0—6,7	13,0—16,0	4,00—3,70	260—240
Getakelte Panzerschiffe . .	0,64—0,67	4,6—5,9	13,0—14,5	4,20—3,70	270—210
Schlachtschiffe und Monitors.	0,70—0,75	4,2—5,2	9,5—14,0	4,00—3,50	220—160

b. Nach Rankine.

Die Rankinesche Formel gilt nur für sehr scharfe Schiffe ($\delta < 0,50$, $\alpha < 0,66$), bei denen der wellenbildende Widerstand nahezu vernachlässigt werden kann. Für vollere Schiffe ist die Regel unrichtig. Rankine beachtet nur den Reibungswiderstand und setzt diesen:

$$W = \mu \gamma \frac{v^2}{2g} \int q^3 ds,$$

worin:

- μ der Reibungskoeffizient ($= 0,0036$),
- γ das Wassergewicht f. d. Kubikfufs $= 64$ Pfd. engl.,
- g die Beschleunigung durch die Schwere $= 32,2$ Fufs engl.,
- v die Schiffsgeschwindigkeit in Fufs engl. i. d. Sek.,
- q das Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit der über ein Element ds der Schiffshaut hingleitenden Wasserteilchen zur Schiffsgeschwindigkeit v .

Rankine nennt $\int q^3 ds$ die vergrößerte Oberfläche und setzt:

$$\int q^3 ds = LG (1 + 4 \sin^2 \alpha + \sin^4 \alpha),$$

worin:

- G der mittlere eingetauchte Spantumfang in Fufs engl.,
- α der mittlere Winkel der Wasserlinien im Vorschiff gegen die Längsachse,
- L die Länge des Schiffes in Fufs engl.

Ferner ist die erforderliche indiz. Maschinenleistung in ind. PS (zu 550 engl. Sek.-Fufspf.):

$$N_i = \frac{v^3}{20000} LG (1 + 4 \sin^2 \alpha + \sin^4 \alpha).$$

Hierbei ist v in Knoten i. d. Std. auszudrücken.

20000 heißt der Fortbewegungskoeffizient (coefficient of propulsion), welcher meist einen kleineren Wert besitzt.

c. Nach Froude.*)

1. Berechnung des Schiffswiderstandes.

Froude zerlegt den Schiffswiderstand W in vier Teile:

- 1) Reibungswiderstand W_w .
- 2) Widerstand W_s , hervorgerufen durch den Propeller, abhängig von der Stellung der Schraube zum Schiff und von der Form des Hinterschiffes, weniger von der Form der Schraube.
- 3) und 4) Widerstand ($W_v + W_g$), hervorgerufen durch Wirbel- und Wellenbildung, abhängig von der Form des Schiffes.

W_w , abhängig von der Beschaffenheit, der Größe und der Länge der benetzten Oberfläche, ist nach Froude in kg:

*) Vergl. Dislère: Exposé sommaire des expériences faites à Amsterdam sur la résistance des carènes. 1878. Paris, Berger, Levrault & Cie., Rue des Beaux-Arts 5.

$$W_w = \gamma F v^m f,$$

worin:

γ das Gewicht der Flüssigkeit in kg f. d. cbm,

F die benetzte Oberfläche in qm,

v die Schiffsgeschwindigkeit in m i. d. Sek. ist und

f und m Koeffizienten mit folgenden Werten sind:

α . Für Modelle aus glattem Paraffin.

$m = 1,94$ konstant,

f abhängig von der Länge des Modelles l in m:

l	f	l	f	l	f	l	f
0,6	0,2140	2,2	0,1805	3,0	0,1710	4,2	0,1610
1,0	0,2025	2,4	0,1775	3,2	0,1689	4,6	0,1585
1,5	0,1915	2,6	0,1750	3,4	0,1669	5,0	0,1565
2,0	0,1830	2,8	0,1730	3,8	0,1638	6,0	0,1520

Dazwischen liegende Werte sind am besten durch Zeichnung einzuschalten.

β . Für Schiffe mit verschiedener unbewachsener Oberfläche.

Länge des Schiffes in der C.W.L. m	Eiserner Schiffskörper mit beliebigem Farbeanstrich; Firnis.		Neuer Kupfer- oder Zinkbeschlag.		Alter Kupferbeschlag (Korvette „Greyhound“).	
	f	m	f	m	f	m
5	0,1780	1,8507	0,1633	1,9015	0,2263	1,8660
10	0,1622	1,8427	0,1590	1,8525	0,2087	1,8525
20	0,1572	1,8290	0,1563	1,8270	0,1985	1,8430
30	0,1555	"	0,1546	"	0,1945	"
40	0,1540	"	0,1533	"	0,1925	"
50	0,1530	"	0,1522	"	0,1906	"
60	0,1515	"	0,1510	"	0,1895	"
70	0,1502	"	0,1502	"	0,1882	"
80	0,1490	"	0,1498	"	0,1873	"
90	0,1480	"	0,1490	"	0,1862	"
100	0,1472	"	0,1485	"	0,1855	"
110	0,1468	"	0,1483	"	0,1852	"
120	0,1460	"	0,1482	"	0,1846	"

$(W_v + W_g) + W_s$ leitet man aus Modellversuchen nach folgender Regel ab: Die Widerstände $(W_v + W_g)$ und W_s am Modelle

verhalten sich zu denen am Schiff, wie die dritten Potenzen der Längen-Abmessungen oder wie die Deplacements. Die Vergleichsgeschwindigkeiten verhalten sich wie die Wurzeln aus den Längen-Abmessungen oder wie die sechsten Wurzeln aus den Deplacements. W_v und W_g sind bis jetzt nur als Summe bekannt.

Die Froudesche Berechnung ist nur anwendbar, wenn man Modellversuche selbst anstellt oder darauf bezügliche Zahlenangaben besitzt.

Beispiel.

Für ein gegebenes Schraubenschiff von 3000 t Deplacement ist der Widerstand bei 14 Knoten i. d. Std. Geschwindigkeit zu ermitteln.

Beim Aufsuchen eines passenden Modelles ist zunächst δ , dann $L : B$, erforderlichenfalls noch $B : T$ zu berücksichtigen; statt δ kann man auch

$$\frac{v}{L \cdot \delta} \quad \text{nehmen.}$$

Deplacement der Modelle = 1 t.

Die Geschwindigkeit v des Schiffes ist $v = 0,5144 \cdot 14 = 7,2016$ m i. d. Sek., also die entsprechende Modellgeschwindigkeit v_m :

$$v_m = 7,2016 \sqrt[6]{\frac{1}{3000}} = 1,8965 \text{ m i. d. Sek.}$$

Nach dem Diagramm der Modellwiderstände ist für ein passendes Modell bei dieser Geschwindigkeit:

$$w_v + w_g = 1,52 \text{ kg; } w_s = 0,86 \text{ kg,}$$

also für das Schiff:

$$W_v + W_g = 3000 \times 1,52 = 4560 \text{ kg,}$$

$$W_s = 3000 \times 0,86 = 2580 \text{ kg.}$$

Ferner ist $W_w = 1,026 \times$ benetzte Oberfläche $\times f v^m$; γ , wie in Frankreich üblich, = 1,026 angenommen.

Zur Bestimmung von f und m muß die Schiffslänge L bekannt sein. Die Länge l des Modelles ist:

$$l = 5,66 \text{ m, also entsprechend}$$

$$L = 5,66 \sqrt[3]{3000} = 81,6 \text{ m,}$$

mithin nach Tafel (S. 407):

$$f = 0,14884; m = 1,829.$$

Die benetzte Oberfläche des Modelles ist 6,43 qm, also:

$$W_w = 1,026 \cdot 6,43 (3000)^{\frac{2}{3}} \cdot (7,2016)^{1,829} \cdot 0,14884 = 7556 \text{ kg,}$$

folglich der Gesamt-Widerstand:

$$W = 4560 + 2580 + 7556 = 14696 \text{ kg.}$$

2. Berechnung der Maschinenleistung.

Nach Froude setzt sich die indizierte Leistung der Maschine zusammen aus den Arbeitsleistungen zur Ueberwindung folgender Widerstände:

1. Reiner Schiffswiderstand (Leistung = $N = \frac{Wv}{75}$ gesetzt, ausgedrückt in nutzbaren [effektiven] PS).

2. Der am Hinterschiff durch die Schraubenumdrehung hervorgerufene Widerstand (= 0,4 bis 0,5 N), abhängig von der guten oder schlechten Anordnung der Schraube.

3. Reibung der Schraubenfläche im Wasser (= 0,1 N).

bei 14 Knoten i. d. Std. $W_w = 1,026 \cdot 1460 \cdot 0,1478 \cdot (7,2016)^{1,829} = 8192,4 \text{ kg.}$

Die entsprechende Modellgeschwindigkeit ist v_m für 14 Knoten i. d. Std.:

$$v_m = \frac{7,2016}{\sqrt[6]{3366}} = 1,860 \text{ m i. d. Sek.,}$$

dafür ist der Widerstand beim Modell:

$$w_v + w_g = 1,20;$$

also für das Schiff:

$$W_v + W_g = 3366 \cdot 1,20 = 4039 \text{ kg,}$$

folglich:

$$W_w + W_v + W_g = 8192 + 4039 = 12231 \text{ kg.}$$

Anm. W_s ist erst bei der Uebersetzung der nutzbaren in ind. PS mit $\sim 0,45 N$ berücksichtigt.

Mithin ist an Maschinenleistung aufzuwenden:

$$N = 12231 \times 7,2016 \sim 88063 \text{ mkg i. d. Sek.} = 1175 \text{ PS.}$$

Günstigenfalls ist 1 nutz. PS = 0,4 ind. PS, also ist die gesuchte indiz. Leistung:

$$N_i = \frac{1175}{0,4} \sim 3000 \text{ ind. PS.}$$

d. Nach Rauchfufs.

1. Berechnung des Schiffswiderstandes.

Gesamtwiderstand = Reibungswiderstand + Luftwiderstand + Wirbel und Wellen bildender Widerstand + Stauwasserwiderstand:

$$W = 0,0471 F v^{1,83} + 0,0215 A v^2 + 1,410 v^2 \int ds \sin^3 \alpha + 0,002681 v^6 \left[\int dl \sin^7 \alpha \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Hierin ist W in kg, F die benetzte Oberfläche in qm, v die Geschwindigkeit in Knoten i. d. Std., A die Projektion sämtlicher Ueberwasserteile einschl. Rundhölzer auf die Hauptspantebene in qm; $\int ds \sin^3 \alpha$ findet man folgendermaßen: Teilt man sämtliche Spanten von der CWL bis zur Kielsponung in vier gleiche Teile und überträgt die Ordinaten der Teilpunkte in den Wasserlinienrifs, so erhält man mit Einschluss der CWL und der Sponungslinie fünf Stromlinien. α sind die Winkel der Tangenten an diese Stromlinien mit der Schiffsmittellinie. Die Werte von $\sin \alpha$ werden aufgemessen, zur dritten Potenz erhoben und mit Hülfe von Simpsons Regel zuerst für jeden Spant und dann für die Schiffslänge integriert. $\int dl \sin^7 \alpha$ findet man in derselben Weise, wenn man eine bestimmte Längeneinheit (z. B. 5 m) mehrere Male vom vorderen Perpendikel auf der CWL abträgt, in den Teilpunkten Tangenten an die CWL zieht und die Werte der Sinus der Winkel, welche die Tangenten mit der Schiffsmittellinie bilden, aufmisst, potenziert und nach Simpsons Regel integriert.

2. Berechnung der Maschinenleistung.

Die Nutzleistung in PS beträgt:

$$N = \frac{323 F v^{2,83}}{1\,000\,000} + \frac{147 A v^3}{1\,000\,000} + \frac{9650 v^3 \int d s \sin^3 \alpha}{1\,000\,000} \\ + \frac{18,4 v^7 [\int d l \sin^7 \alpha]^{\frac{1}{2}}}{1\,000\,000};$$

die indiz. Leistung ist $N_i = \frac{N}{\eta}$.

$$\eta = \begin{cases} 0,350 & \text{für } V < 200 \text{ cbm.} \\ \text{bis} & \\ 0,470 & \text{für } V > 8000 \text{ cbm.} \end{cases}$$

H. Verfahren zur Bestimmung der benetzten Oberfläche.

Zur vorläufigen Berechnung der benetzten Oberfläche ($= F'$) gibt es mehrere Verfahren, welche es ermöglichen, bei Vergleichung der Hauptzahlen das Froudesche Verfahren zu benutzen.

a. Formeln nach Normand:

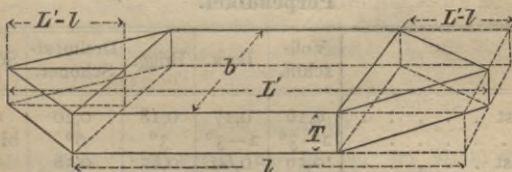
1. $F = L [1,5 T + (0,09 + d) B]$.
2. $F = L [1,52 T + (0,374 + 0,85 d^2) B]$.

b. Formel von Bourgois:

$$F = \varepsilon L (B + 2T) \begin{cases} \text{nach Bourgois ist } \varepsilon = 0,625, \\ \text{in Wirklichkeit } \varepsilon = 0,65 \text{ bis } 0,78. \end{cases}$$

c. Verfahren von Kirk. (Annehmbare Ergebnisse.) (Abbild. 272.)

Abbild. 272.



Kirk verwandelt den benetzten Hauptspant in ein Rechteck mit derselben Tiefe T aber kleinerer Breite b :

$$\otimes = b T,$$

ebenso das Displacement, bis Vorderkante Hintersteven gemessen, in ein Parallelepipedon von T , b und der neuen Länge $l < L_1$:

$$V = l b T.$$

Dann setzt er die Länge von Vor- und Hinterschiff = $L' - l$ und findet so einen Körper (Abbild. 272) mit derselben Länge und Tiefe wie das Schiff, nur mit anderer Breite. Die benetzte Oberfläche des Schiffes ist dann 0,928 bis 0,993 von der Oberfläche des Körpers ohne obere Deckfläche.

J. Maß der Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit eines Schiffes wird nach Seemeilen (Knoten) i. d. Std., seltener nach m i. d. Sek. gemessen. Eine Seemeile ist = $\frac{1}{4}$ geographische Meile = $\frac{1}{80}$ Aequator-Grad.

Bezeichnet t die für die durchfahrene Meile gebrauchte Zeit in Sek., so ist die Geschwindigkeit des Schiffes in Knoten i. d. Std. $v = \frac{3600}{t}$.

Man rechnet:

- 1 Seemeile = 1 mile = 6080,4 Fufs engl. in England,
 = 1852 m in Frankreich und Deutschland,
 1 engl. Landmeile = 1 statute mile = 5280 Fufs engl. = 1609,3 m
 = $\frac{8}{9}$ miles,
 1 Knoten i. d. Std. = 0,5144 m i. d. Sek.

Die Knotenentfernung der Logleine beträgt in Deutschland 13,68 m (5% Slip des Logs eingerechnet), in England 46,67 Fufs engl. (= 14,22 m) für ein 28-Sekundenglas. 1 Faden engl. = 1,83 m.

Genauere Vergleichswerte der Maßeinheiten s. Anhang.

II. KONSTRUKTION DES SEGELSYSTEMS.

A. Rundhölzer.

a. Stellung der Masten in Teilen der Länge L vom vorderen Perpendikel.

	Vollschiff.	Bark.	Brigg.	Dreimast-Schoner.	Schoner.
Fock-Mast	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22
Fall	2—3 ⁰	2—3 ⁰	3 ⁰	6 ⁰	bis 14 $\frac{1}{2}$ ⁰
Groß-Mast	0,59	0,60	0,65	0,56	0,64
Fall	4—5 $\frac{1}{2}$ ⁰	4—5 $\frac{1}{2}$ ⁰	5 $\frac{1}{2}$ ⁰	bis 7 $\frac{1}{2}$ ⁰	bis 14 $\frac{1}{2}$ ⁰
Kreuz- oder Besahn-Mast	0,87	0,90	—	0,87	—
Fall	6—8 ⁰	6—8 ⁰	—	bis 9 ⁰	—
Bugsprit-Steigung . . .	20 ⁰	20 ⁰	20 ⁰	17 ⁰	18 $\frac{1}{2}$ ⁰
Segel-⊙ vom vorderen Perpendikel	0,435	0,408	0,380	0,401	0,456

b. Abmessungen.

1. Länge.

Die Länge des Grofs-Mastes, abhängig von der Breite B , dient als Grundmafs für die anderen Untermasten.

Die Länge der Stängen ergibt sich aus der Verteilung des Segel-Areals (s. S. 416); die Stängen am Fock- und am Grofs-Mast sind gleich zu nehmen.

Der Top der Stänge ist gleich 0,14 der Stängenlänge für einfache Segel, gleich 0,23 für doppelte oder geteilte Mars- und Bramsegel.

	Grund- mafs.	Voll- schiff.	Bark.	Brigg.	Schoner.	Kutter.
Grofs-Mast = GM	B	2,3	2,4	2,43	3,15	3,10
Fock-Mast	GM	0,96	0,97	0,97	0,95	—
Top für Grofs- und Fock-Mast	"	0,14	0,14	0,11	0,12—0,11	0,11
Kreuz-u. Besahn-Mast	"	0,89	1,0	—	—	—
Top des letzteren	"	0,14	0,167	—	—	—
Bugspriet ausenbords	B	0,50	0,63	0,7	0,7	1,7
Klüverbaum aufser- halb Bugspriet	"	0,54	0,63	0,54	0,63	—

Gewöhnlich Bugspriet einschl. Klüverbaum aufserhalb des Schotts = 0,5 der ganzen Länge des Grofs-Untermastes.

Die Länge der Raaen ist bei Schiffen älterer Form von der Schiffslänge abhängig. Die Grofs- und Fock-Raa ist bei Vollschiifen und Barken = 0,49 L , bei Briggs 0,50 bis 0,53 L , bei Schonern 0,6 L . Bei neueren Schiffen ist die Länge der Grofsraa = 2,2 B . Die Marsraa ist 0,8, die Bramraa 0,56 von der Länge der Grofsraa. Die Länge der Nocken beträgt für die Marsraa $\frac{1}{2}$, für Unter-, Bram- und Oberbramraa $\frac{1}{4}$ der Raalänge.

2. Durchmesser.

Der größte Durchmesser der Masten (im Fisch) beträgt für Masten mit Raaen $\frac{1}{8}$, Schonermasten $\frac{1}{40}$ und Kuttermasten $\frac{1}{8}$ der Mastlänge. (Germ. Lloyd und Veritas.)

Durchmesser des Tops = $\frac{3}{4}$ Mast-Durchmesser (Schoner und Kutter $\frac{1}{2}$). Durchmesser der Stängen im Eselshaupt und am Fusse 0,027 ihrer Länge, Besahnstänge 0,022 (Schoner und Kutter 0,02). Der Durchmesser der Unterraab beträgt in der Mitte 0,018, der

Marsraa (bei einfachem Marssegel) 0,013, der Bramraa 0,0075 der Raalänge. Der Durchmesser der Nocken ist halb so groß.

Tideman*) giebt die allgemeine Formel:

$$\text{Durchmesser der Raa in der Mitte} = p \sqrt[3]{l^2 h},$$

worin:

$p = 0,023$ für Unter-, $0,019$ für alle übrigen Raaen;

l = Länge des Segels an der Raa;

h = Tiefe des letzteren von und zu Mittellinie Raa bei Mars- und Bramsegeln, von Mitte Raa bis Unterliek bei Untersegeln gemessen.

Der Durchmesser des Bugspriets zwischen den Ohrhölzern ist mindestens gleich dem des Fockmastes im Fisch.

3. Verhältnis der kleineren Durchmesser zum größten.

Masten: am Fuhs $\frac{5}{6}$; am Top $\frac{4}{5}$ ($\frac{3}{5}$ beim Schooner und Kutter).

Stängen: am Absatze $\frac{4}{5}$; am Top $\frac{9}{10}$.

Raaen: an der Nock $\frac{1}{2}$.

Bugspriet: am Fuhs $\frac{5}{6}$ (für Schoner und Kutter $\frac{1}{3}$);

am Eselshaupte $\frac{2}{3}$.

4. Allgemeines.

Die Achse, um welche die Raaen sich drehen, kann in der verlängerten Mittellinie der Bramstänge angenommen werden; normal zu dieser Achse werden die Mittellinien der Raaen abgesetzt. Die Entfernung der Raa von Unterkante Sahling beträgt für Unter-raaen 3,577 Mast-Durchmesser, für Marsraaen 0,006 bis 0,01 Stängen-Durchmesser, für Bram- und Oberbramraaen, 0,075 bis 0,1 des bezügl. Stängenabsatzes unter dem bezügl. Top. Besahnbaum 2 m über Deck.

Die Gaffel liegt unter 20 bis 30° möglichst parallel mit dem Besahn- bzw. Großstag, fünf Mast-Durchmesser unter Unterkante Sahling, bzw. in der Höhe der Raa, wenn ein Schnaumast vorhanden. Unterliek des Besahnsegels so lang, daß das Schothorn bei Vollschiffen 0,23 L , bei Briggs 0,16 bis 0,19 L hinter dem Perpendikel liegt. Unterliek des Klüvers 0,6 m länger als der Klüverbaum, Vorderliek 0,8 von der Länge des Klüverleiters; Hinterliek 0,8 vom Vorderliek. Der Winkel des Klüverleiters mit der Stänge soll 51 bis 53°, des Vorstängestags mit Stänge 34 bis 35° betragen.

Anzahl und Stärken des stehenden Guts, sowie die mitzuführenden Reserve-Teile richten sich nach den Vorschriften der Klassifikations-Gesellschaften. (Vergl. Germ. Lloyd Taf. XV.)

*) S. Memorial van de Marine.

B. Segel-Areal.

a. Größe des Segel-Areals.

Folgende Segel werden bei der Berechnung in betracht gezogen:
(Windstärke 5.)

Vollschiff ..	Klüver	Stagssegel	2 Untersegel	3 Marssegel	3 Bramsegel	Besahn
Bark	"	"	"	2 "	2 "	"
Brigg	"	"	"	2 "	2 "	Briggsegel
Schonerbrigg	"	Stagfock	Schonersegel	1 "	1 "	Großsegel
Topsegel- schoner . .	"	"	"	Topsegel	—	"
Schoner	"	Gaffelsegel	2 Gafftop	—	—	"
Kutter	Klüvfock	Stagfock	—	—	—	"

Die Größe des Segel-Areals = S ist ungefähr für Linienschiffe = 30 bis 35 \otimes ; für Fregatten = 35 bis 40 \otimes ; für Korvetten bis 50 \otimes ; für Briggs und Schoner bis 65 \otimes ; für Klipper meist = 44 \otimes ; für transatlantische Dampfer häufig = 12 \otimes , höchstens bis 25 \otimes .

Ein besseres Vergleichsmittel ist das Verhältnis $\frac{P \cdot GM}{Sh}$ (wobei

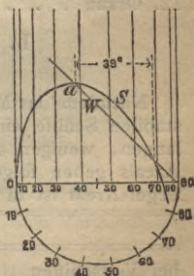
P das Displacement in t, GM die Entfernung des Metacentrums vom System- \odot in m, S das Segel-Areal in qm bedeutet und h , die Entfernung des Segel- \odot von G , annähernd von der CWL gemessen werden kann), welches folgende Werte hat:

	schwer leicht ausgerüstet		schwer leicht ausgerüstet
für Linienschiffe	0,08 bis 0,055	für Korvetten	0,05 bis 0,04
„ Segelfregatten	0,06 „ 0,05	„ Schoner	0,04 „ 0,035.
„ Kutter bis unter	0,03.		

Ein guter Mittelwert für alle Klassen ist 0,05.

Ist die Stabilität des Schiffes gering, so muß das Segel-Areal nach dem Umfang der Stabilitätskurve bestimmt werden. Nach Rankine muß die Stabilitätskurve sich über mindestens 39° erstrecken, um gegen ein Kentern des Schiffes durch Seegang gesichert zu sein; der Rest der Stabilität darf erst für das Segel-Areal ausgenutzt werden. Man hat dazu die Winddruckkurve W (Abbild. 273), deren Ordinaten die Werte der Cosinusquadrate für die einzelnen Neigungswinkel darstellen, in die Stabilitätskurve S einzuzichnen. Dazu denkt man sich nach Rankine die Kurve S auf einen Cylinder so aufgewickelt, daß 0° und 90° sich diametral gegenüber liegen. Die Kurve W erscheint dann als Gerade, welche von 90° aus leicht so gelegt werden kann, daß 39° von der Kurve S abgeschnitten werden. Bis zur Hälfte des dem Schnittpunkte a entsprechenden Winkels (in

Abbild. 273.



diesem Falle 39^o) darf das Schiff bei gleichmäßigem Winde ohne Gefahr übergeneigt werden. Daraus ist das Moment Sh mit angenommenem Winddruck p zu bestimmen aus:

$$P \cdot GH = pSh \text{ (Abbild. 273),}$$

wobei GH der Hebelarm der statischen Stabilität für die größte zulässige Neigung (vergl. S. 404), p der Winddruck in kg f. d. qm Segelfläche ist. (Die übrigen Gröfsen s. S. 415.)

Internationale Skala der Windstärke nach Beaufort.

(Vergl. Abteil. I. S. 277.)

B e z e i c h n u n g.	Geschw.	Druck
	m i. d. Sek.	kg f. d. qm
0. Windstille oder sehr leiser Zug	0—1,3	0—0,2
1. Leiser Zug, eben Steuer im Schiffe	3,6	1,5
2. Leichter Wind 1 bis 2 Knoten Fahrt	5,8	4,1
3. Schwacher Wind, 3 bis 4 Knoten Fahrt	8,0	7,7
4. Mäßiger Wind, 5 bis 6 Knoten Fahrt.	10,3	12,6
5. Frischer Wind, Oberbramsegel gereift	12,5	18,9
6. Starker Wind, einfach gereifte Mars- und Bramsegel.	15,2	27,9
7. Harter Wind, doppelt gereifte Marssegel, Klüver u. s. w.	17,9	38,7
8. Sturmwind, dreifach gereifte Marssegel u. s. w.	21,5	55,6
9. Sturm, dichtgereifte Mars- und Untersegel	25,0	75,6
10. Starker Sturm, dichtgereifte Großmarssegel und gereifte Fock	29,1	102,5
11. Harter Sturm, nur Sturmstagegel oder Leeschott des dichtgereiften Großmars- segels	33,5	135,7
12. Orkan	40,2	195,5

b. Verteilung des Segel-Arealés.

1. Auf Masten und Raen.

Nachdem das Moment Sh bestimmt ist, wird man einem breiten, stabilen Schiffe eine schmalere, höhere Takelage geben, als einem langen, weniger stabilen. Einen Anhalt für die Verteilung des Arealés geben folgende Zahlen. Das ganze in Rechnung gezogene Segel-Areal ist in 1000 Einheiten geteilt. Davon kommen auf:

	Kreuz-Mast.	Grofs-Mast.	Fock-Mast.	Klüver.
bei Vollschiifen	212	360	350	78
„ Barkschiifen	107	430	400	63
„ Briggschiifen	—	400	386	66

Verteilung am Grofs-Mast:

Untersegel 389, Marssegel 358, Bramsegel 253 (Oberbramsegel = $\frac{1}{4}$ vom Bramsegel ist nicht mitgerechnet). Bei der Brigg kommen außerdem 148 auf das Briggsegel.

Schonerbrigg: Grofs-Mast 328, Fock-Mast 516 (davon Fock 223, Vormars 197, Vorbram 96), Klüver 93, Vorstängestagesegel 63.

Brigantine: Grofs - Mast 420 (Grofssegel 265, Topsegel 155), Fock-Mast 313 (Schonersegel 171, Vortopsegel 142), Vorsegel 267 (Stagfock 83, Klüv-Fock 82, Klüver 102).

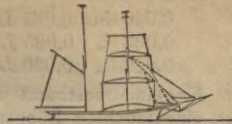
Topsegelschoner: Das Grofs-Topsegel der Brigantine fällt weg. Grofs-Mast (Grofssegel) 334, Fock-Mast 365 (Schonersegel 200, Topsegel 165), Vorsegel 301 (Stagfock 92, Klüv-Fock 92, Klüver 117).

Gaffelschoner: Grofssegel 400 (435), Schonersegel 300 (275), Stagfock 120 (136), Klüver 180 (154).

Dreimast - Marssegel - Schoner: Besahn-Mast 172, Grofs-Mast 236, Fock-Mast 469 (Focksegel 209, Vormars 175, Vorbram 85), Vorsegel 123 (Focksegel 49, Klüver 74).

Schonerbark: Besahn-Mast 144, Grofs - Mast 339 (Grofssegel 193, Topsegel 146), Fock-Mast 306 (Schonersegel 171, Vortop 135), Vorsegel 211 (Stagfock 67, Klüv-Fock 54, Klüver 90).

Abbild. 274.



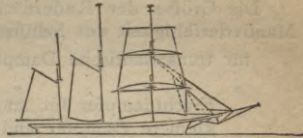
Schonerbrigg.



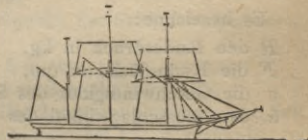
Brigantine.



Gaffelschoner.



Dreimast-Marssegel-Schoner.



Schonerbark.

2. Verteilung des Segel-Areals nach der Länge.

Alle hierauf bezüglichen Angaben haben nur beim Vergleich mit ähnlichen Schiffen Wert.

Es soll sich verhalten: Vorder-Moment zum Hinter-Moment wie 1 : 0,72 bis 0,78 für scharfe, 1 : 0,76 bis 0,82 für kurze, breite Schiffe, 1 : 0,82 bis 0,92 für Schoner.

Der Segel-⊙ soll vor dem Depl.-⊙ liegen:

0,040 bis 0,031 *L* bei Vollschiffen und Barken,

0,033 „ 0,025 *L* „ Briggs,

0,022 „ 0,020 *L* „ Schonern.

In England bestimmt man die Lage des Segel-⊙ nach dem ⊙ des eingetauchten Längenplanes und legt ersteren vor den letzteren 0,071 *L* für breite volle, bis 0,033 *L* für lange Vollschiffe und Barken, 0,05 *L* bei Briggs, und beide in eine Lotrechte bei Schonern und Kuttern.

Nach Okuneff liegt, wenn

a = ⊙-Entfernung des Längenplanes von Mitte zw. Perp.,

b = ⊙- „ „ Deplacements „ „ „ „ ,

$$\frac{a+b}{\frac{3}{4}a + \frac{2}{3}b} = m,$$

der Segel-⊙ vor dem des eingetauchten Längenplanes um $\frac{L}{10m}$ für

Voll- und Barkschiffe, und um $\frac{F}{10(a+b)}$ für Schonern.

C. Ruder.

Die Größe der Ruderfläche ist abhängig von der verlangten Manövrierfähigkeit des Schiffes und beträgt:

für transatlantische Dampfer $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{70}$ *LT*,

„ „ „ „ selten $\frac{1}{85}$ *LT*,

„ Frachtdampfer für lange Fahrten $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{60}$ *LT*,

„ kleinere Dampfer und Segelschiffe $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ *LT*,

„ Schlepper und Fähren $\frac{1}{30}$ *LT*,

„ Kriegsschiffe selten weniger als $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{50}$ *LT*.

Es bezeichne:

R den Ruderdruck in kg,

F die Ruderfläche in qm,

v die Geschwindigkeit des Schiffes in Knoten i. d. Std.,

α den Ausschlagwinkel des Ruders (bei Kriegsschiffen = 40°).

Die kais. deutsche Admiralität rechnet:

1) nach Rankine:

$$R = 11 F v^2 \sin^2 \alpha;$$

2) nach Weisbach:

$$R = 34,5 F v^2 \sin \alpha (1 - \cos \alpha).$$

Moment = *R* × ⊙-Abstand der Ruderfläche von der Drehachse.

Das Ruder soll in 30 Sek. von einer Hartbordlage in die andere gebracht werden können.

Zur Sicherung hinreichender Ruderstabilität darf bei Balance-
rudern höchstens $\frac{1}{4}$ der Gesamtruderfläche vor der Drehachse
liegen.

Für den Durchmesser der **Ruderspindel** (in cm) giebt d. Germ.
Lloyd eine Tafel und außerdem für Dampfer mit $v > 12$ Knoten
i. d. Std. die Formel:

$$d = \sqrt[3]{0,08 F r v^2},$$

worin außer den obigen Bezeichnungen r den \odot -Abstand der Ruder-
fläche von der Achse bedeutet. Der grössere von beiden Werten
ist zu nehmen.

III. SCHIFFSMASCHINEN UND PROPELLER.

A. Propeller.

a. Schaufelräder.

Bezeichnungen:

W = Widerstand des Schiffes in kg;

v = Schiffsgeschwindigkeit in m i. d. Sek.;

l = Länge und h = Höhe der Schaufeln in m;

m = Anzahl der Schaufeln jedes Rades;

$A = 2lh = 2$ Schaufelareale in qm;

d = Durchmesser vom Druckmittelpunkt der Schaufeln gemessen,
in m;

γ = Gewicht des Wassers in kg f. d. cbm;

g = Beschleunigung durch die Schwere = 9,81 m;

u = Umfangsgeschwindigkeit der Druckmittelpunkte in m i. d. Sek.

Der Druckmittelpunkt wird in England auf $\frac{1}{3} h$, in Frankreich und
Deutschland auf $\frac{1}{2} h$ von Aufschenkante Schaufeln gemessen.

i = Entfernung von Aufschenkante Schaufeln unter Wasseroberfläche;

n = Anzahl der Umdrehungen i. d. Min.

$$\text{Widerstand } W = mA \frac{\gamma \xi}{2\pi g} u^2 \left[\vartheta_1 - \frac{v}{u} \vartheta_2 + \left(\frac{v}{u} \right)^2 \vartheta_3 \right].$$

$v:u$ liegt zwischen 0,7 und 0,85 entsprechend 30 bis 15 $\frac{3}{8}$ Slip.

Für den Mittelwert $v:u = 0,8$ ergeben sich für die ϑ folgende
Werte bei einem Eintrittswinkel φ der Schaufeln:

in Graden.	φ Bogen- länge.	ϑ_1	ϑ_2	ϑ_3	$\vartheta_1 - \frac{v}{u} \vartheta_2 + \left(\frac{v}{u}\right)^2 \vartheta_3$	η
20	0,3491	0,34202	0,67046	0,32868	0,01601	0,782
25	0,4363	0,42262	0,81932	0,39746	0,02154	0,773
30	0,5236	0,50000	0,95661	0,45830	0,02802	0,754
35	0,6109	0,57358	1,08075	0,51068	0,03582	0,735
37½	0,6545	0,68076	1,13746	0,53356	0,04027	0,724
40	0,6981	0,64279	1,19051	0,55426	0,04511	0,713
45	0,7854	0,70711	1,28540	0,58926	0,05592	0,685
50	0,8727	0,76604	1,36511	0,61620	0,06832	0,652

$$\text{wobei der Wirkungsgrad } \eta = \frac{v \vartheta_1 - \frac{v}{u} \vartheta_2 - \left(\frac{v}{u}\right)^2 \vartheta_3}{\varphi - 2 \frac{v}{u} \vartheta_1 + \left(\frac{v}{u}\right)^2 \frac{\vartheta_2}{2}}$$

ξ ist nach Campaignac = 1,24 bis 3,9; nach Dubuat = 1,433; nach Poncelet = 1,333; nach Duchevêque = 1,254.

Das **Verhältnis $l : h$** ist:

1. für schnelle Seeraddampfer (Postdampfer England-Kontinent, Geschwindigkeit mehr als 14 Knoten i. d. Std.) $h = 0,38$ bis $0,48 l$, im Mittel $0,43 l$;
2. für Revierdampfer (8 bis 10 Knoten i. d. Std.) $h = 0,23$ bis $0,26 l$;
3. für Flusrraddampfer ($7\frac{1}{2}$ bis $9\frac{1}{2}$ Knoten i. d. Std.) h im Mittel = $0,17$ bis $0,22 l$.

Es beträgt l bei Seeschiffen bis $\frac{1}{3} B$, bei Flussschiffen bis $\frac{1}{2} B$.

Für den **Durchmesser D auf Aufsenkante** Schaufeln gilt:

1. für schnelle Seeraddampfer mit beweglichen Schaufeln $D = 5,3$ bis $5,5 h$;
2. für Revierdampfer $D = 8,1$ bis $8,8 h$;
3. für kleine Flusrdampfer mit festen Schaufeln $D = 8,2$ bis $10 h$.

Ferner ist $i : D = 0,22$ bis $0,24$ für große, schnelle Dampfer mit beweglichen Schaufeln. Für kleinere Fahrzeuge gilt allgemein nach Scott Russel $i : D = 0,17$ bis $0,22$. Die Innenkante Schaufeln muß mindestens 100 mm eintauchen.

Der **innere Durchmesser D_1** des Schaufelrades ist ungefähr:

$$D_1 = 1,1 \text{ bis } 1,15 \frac{1852 v}{60 \pi n} = 11 \text{ bis } 11,5 \frac{v}{n}$$

Gewöhnlich ist $n = 20$ bis 30 , in neuester Zeit $n = 40$ bis 50 .

Die **Entfernung der Schaufeln**, auf dem Kreise der Druckmittelpunkte gemessen, ist $0,9$ bis $1,2$ m, für Flussschiffe bis $0,7$ m, bei beweglichen Schaufeln bis $1,9$ m hinauf. Es sollen mindestens immer 3 Schaufeln zu gleicher Zeit eingetaucht sein.

Innerhalb dieser räumlichen Begrenzung lassen sich bestimmte Regeln für die zweckmäßigste Größe des Schraubendurchmessers nicht geben, da diese von vielen, der genauern Rechnung sich entziehenden Umständen beeinflusst wird. Als ungefähre Angaben dienen solche, welche zum Teil die Beziehung zum Schiffskörper, zum Teil diejenige zur Maschinenleistung als Ausgangspunkt haben.

1) Die Beziehung zum Schiffskörper wird ausgedrückt durch das Verhältnis der Schraubenkreisfläche zum Hauptspantareal. Die Schraubenkreisfläche beträgt im Mittel bei drei- und vierflügeligen Schrauben $\frac{1}{3}$ des Hauptspantareals, bei zweiflügeligen Schrauben $\frac{2}{3}$ und die Projektion der Flügelflächen bei ersteren $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Schraubenkreisfläche, bei letzteren $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$.

Eine zweiflügelige Schraube hat einen größeren Rücklauf als eine drei- oder vierflügelige Schraube von denselben Abmessungen, der Wirkungsgrad ist aber nahezu derselbe, da bei der letzteren die Widerstände gegen die Bewegung größer sind. Die meist angewandten drei- und vierflügeligen Schrauben arbeiten dagegen im allgemeinen ruhiger.

2) Barnaby*) hat aus den Ergebnissen der Froudeschen Versuche mit Modellschrauben die in nachstehender Tafel enthaltenen Konstanten gebildet, welche die Beziehung der Schraubenkreisfläche zur Maschinenleistung und Geschwindigkeit bei verschiedenen Slipverhältnissen und Wirkungsgraden der Schraube, bezw. die Beziehung zwischen Durchmesser, Geschwindigkeit, Umdrehungszahl ausdrücken:

$$C_A = D^2 \frac{\pi}{4} \frac{v^3}{N_i}; \quad C_R = n \frac{D}{v},$$

wobei:

v die Schiffsgeschwindigkeit in Knoten i. d. Std.,

n die Umdrehungszahl der Schraube i. d. Min.,

D der Schraubendurchmesser in Fufs engl. bezw. m,

H die Steigung der Schraube in Fufs engl. bezw. m,

N_i die Leistung in ind. PS (engl. = 550 Fufspfund i. d. Sek.).

Die für Metermafs (und 1 PS = 75 mkg i. d. Sek.) durch Multiplikation mit 0,091627 bezw. mit 0,3047945 umgerechneten Werte sind als zweite Zahlen in den Spalten der Tafel angegeben. v ist in Knoten i. d. Std. auszudrücken.

Die Tafelwerte beziehen sich auf Vierflügelschrauben; sie können für Drei- und Zweiflügelschrauben benutzt werden nach Multiplikation der Anzahl N_i der ind. PS mit $\frac{1}{0,865}$ (= 1,1561) bezw. $\frac{1}{0,65}$ (= 1,5385).

Bei sehr vollen Schiffen ist ferner für den Gebrauch der Tafel die Geschwindigkeit bis um 20% vermindert einzuführen.

η bezeichnet den Wirkungsgrad des Propellers.

*) Vergl. Sydney W. Barnaby. Marine Propellers 1891.

Tafel der Koeffizienten C_A und C_R .

Slip =	5 %		7 %		9 %		11 %		13 %		15 %		17 %	
$\eta =$	63 %		67 %		69 %		69 %		68 %		66 %		63 %	
$H:D$	C_A	C_R	C_A	C_R	C_A	C_R	C_A	C_R	C_A	C_R	C_A	C_R	C_A	C_R
0,8	468	122	304	128	215	134	157	142	115	150	86	160	65	171
	42,79	37,18	27,85	39,01	19,70	40,84	14,38	43,28	10,54	45,72	7,88	48,77	5,96	52,12
0,9	506	109	329	114	234	120	170	127	125	135	93	144	71	154
	46,36	33,22	30,14	34,75	21,44	36,57	15,58	38,71	11,48	41,15	8,52	43,89	6,50	46,94
1,0	546	99	355	104	251	109	184	115	135	123	100	131	76	140
	50,02	30,17	32,52	31,70	23,00	33,22	16,86	35,05	12,37	37,49	9,16	39,93	6,96	42,67
1,1	585	91	380	95	270	100	196	105	144	113	107	120	82	128
	53,60	27,74	34,82	28,95	24,74	30,48	17,96	32,00	13,19	34,44	9,80	36,57	7,51	39,01
1,2	625	83	405	87	288	92	210	97	154	104	115	111	87	119
	57,27	25,30	37,11	26,52	26,39	28,04	19,24	19,56	14,11	31,70	10,54	33,83	7,97	36,27
1,3	665	77	431	81	306	85	224	91	163	97	122	103	93	111
	60,93	23,47	39,49	24,69	28,04	25,91	20,52	27,74	14,93	29,56	11,18	31,39	8,52	33,83
1,4	704	72	456	76	325	80	236	85	173	90	129	97	98	104
	64,50	21,94	41,78	23,16	29,78	24,38	21,62	25,91	15,85	27,43	11,82	29,56	8,98	31,70
1,5	742	67	482	71	342	75	250	79	183	85	136	91	104	98
	67,99	20,42	44,16	21,64	31,34	22,86	22,91	24,08	16,77	25,91	12,46	27,74	9,53	29,87
1,6	780	63	507	67	360	71	263	75	193	80	144	87	109	93
	71,47	19,20	46,46	20,42	32,99	21,64	24,10	22,86	17,64	24,38	13,19	26,52	9,99	28,35
1,7			533	63	378	67	276	71	202	76	151	82	115	88
			48,84	19,20	34,63	20,42	25,29	21,64	18,51	23,16	13,84	24,99	10,54	26,82
1,8			558	60	396	64	290	68	212	73	159	78	120	84
			51,13	18,29	36,28	19,51	26,57	20,73	19,42	22,25	14,57	23,77	10,99	25,60
1,9			584	57	415	61	304	65	222	69	166	75	125	81
			53,51	17,37	38,02	18,59	27,86	19,81	20,34	21,03	15,21	22,86	11,48	24,67
2,0			609	55	432	58	315	62	231	67	173	72	131	77
			55,80	16,76	39,58	17,68	28,86	18,90	21,17	20,42	15,85	21,94	12,00	23,47
2,1			635	52	450	56	329	59	241	64	180	69	136	75
			58,18	15,85	41,23	17,07	30,14	17,98	22,08	19,50	16,49	21,03	12,46	22,86
2,2			660	50	469	54	342	57	250	62	187	67	142	72
			60,47	15,24	42,97	16,46	31,34	17,37	22,91	18,90	17,13	20,42	13,01	21,94
2,3			685	48	486	52	355	55	260	59	194	64	148	69
			62,76	14,63	44,53	15,85	32,52	16,76	23,82	17,98	17,78	19,51	13,56	21,03
2,4			710	47	505	50	369	53	270	57	202	62	153	67
			65,05	14,32	46,27	15,24	33,81	16,15	24,74	17,37	18,51	18,90	14,02	20,42
2,5			736	45	523	48	381	52	280	56	209	60	159	65
			67,44	13,72	47,92	14,63	34,91	15,85	25,66	17,07	19,15	18,20	15,57	19,81

Steigung H schwankt zwischen D und $1,6 D$. Nach Antoine ändert sich die Schraubenwirkung wenig innerhalb der Grenzen $H=1,2 D$ und $H=1,8 D$; sie ist am günstigsten bei $H=1,5 D$. Außerdem stehen Steigung H in m , Fortschritt des Propellers in der Achsenrichtung (U Knoten i. d. Std.), Schiffsgeschwindigkeit (v Knoten i. d. Std.) und Slip S im Zusammenhang:

$$\frac{60 Hn}{1852} = U; \quad \frac{U-v}{U} = S; \quad v = \frac{60 Hn}{1852} (1-S).$$

Der Slip, in Prozenten ausgedrückt, beträgt gewöhnlich:

$$100 \cdot \frac{U-v}{U} = 10 \text{ bis } 20\%$$

Die Umdrehungszahl hängt von der Maschine ab.

Neben der gemeinen Schraube gebräuchlich die Griffith- und Hirsch-Schraube.

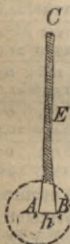
Princip der **Griffith-Schraube**: Durch starke Abrundung der Breite am äusseren Umfange und Biegung des Flügelrandes sollen die Erschütterungen vermindert, durch eine grosse kugelförmige Nabe soll der unwirksame Teil der Flügel nahe der Achse ersetzt werden.

Princip der **Hirsch-Schraube**: Die Erzeugende ist eine Spirale, welche in der Umdrehungsebene liegend mit ihrem Endpunkt am Umfang dem Anfangspunkt in der Richtung des Vorwärtsganges um 30° vorausleilt. Diese Form soll bezwecken, der durch die Centrifugalkraft erzeugten Bewegung der Wasserteilchen entgegenzutreten und diese zu zwingen, unmittelbar nach hinten zu gehen. In den äusseren Hälften der Flügel haben die Querschnitte eine zunehmende Steigung, d. h. die Steigung der austretenden Kante ist grösser als die der eintretenden; in der inneren Hälfte wird die Steigung der austretenden Kante allmählich kleiner als die der konstanten Eintrittsteigung.

Schrauben der gekupferten Schiffe aus Bronze; bei eisernen Handelsschiffen wendet man meistens Gufseisen, selten Flusstahl an.

Die **Stärke** h der gufseisernen Flügel (Abbild. 276), gemessen in der Achse, ist nach Rankine, wenn d den Durchmesser der Schraubenwelle, a die Anzahl der Flügel und b die Breite im Schnitt unter der Nabe bezeichnet:

Abbild. 276.



$$h = 2 \sqrt{\frac{d^3}{ab}}$$

Durch das Dreieck ABC (Abbild. 276) erhält man die Stärke des Flügels an der Wurzel, das äusserste Ende CE macht man nahezu gleich stark, da der Flügel nicht in eine Schärfe auslaufen kann.

Bei Bronzeflügeln ergibt sich auf grund bewährter Konstruktionen für die Stärke h der Flügel, wenn die Breite b auf $\frac{1}{6}D$ von der Achse gemessen:

$$h = 1,1 \sqrt{\frac{d^3}{ab}}$$

Gewichte drei- und vierflügeliger Schrauben aus Bronze.

Durchmesser m	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Gewichte kg	460	1000	1700	2450	3400	4750	6200	8250

Gewichte zweiflügeliger Schrauben mit Heberahmen aus Bronze.

Durchmesser m	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Gewicht der Schraube . . kg	900	1500	2250	3300	4500	6000	8000
Gewicht des Heberahmens kg	300	450	650	900	1300	2000	3000
zus.	1200	1950	2900	4200	5800	8000	11000

Die Tafelwerte sind unter Zugrundelegung ausgeführter Konstruktionen durch zeichnerische Interpolation ermittelt.

B. Schiffsmaschinen.**a. Dampfzylinder.**

Berechnung des Zylinderdurchmessers s. Abteil. I. S. 663.

Kolbengeschwindigkeit beträgt gewöhnlich 120 bis 180 m, bei schnell gehenden Maschinen bis 240 m i. d. Min.; hierbei kommen **Hub** s und **Umdrehungszahl** n (i. d. Min.) in betracht. Ersterer ist beschränkt durch die gegebenen Raumverhältnisse, letztere durch Bedienungsschwierigkeiten oder ungünstige Wirksamkeit der Steuerung und bei Schraubenschiffen durch die Steigung der Schraube, (s. S. 423). Im allgemeinen nimmt die Umdrehungszahl mit der Gröfse der Maschine ab; bei Kriegsschiffsmaschinen gilt für

$$N_i = 300 \text{ bis } 600 \quad \left| \quad 600 \text{ bis } 2500 \quad \left| \quad 2500 \text{ bis } 5000 \quad \left| \quad 5000 \text{ bis } 7000 \text{ ind. PS:} \right. \right. \\ n = 100 \text{ „ } 130 \quad \left| \quad 90 \text{ „ } 100 \quad \left| \quad 80 \text{ „ } 90 \quad \left| \quad 70 \text{ „ } 80. \right. \right. \right.$$

Schwierige Raum- und Gewichtsverhältnisse machen jedoch häufig eine erheblich gröfsere Umdrehungszahl n notwendig.

Bei Handelsschiffen machen gröfsere Maschinen 50 bis 70, mittlere 70 bis 90, kleinere 90 bis 120 Umdreh. i. d. Min.

Bei Radschiffen hängt n vom Durchmesser des Rades und der Schiffsgeschwindigkeit ab (vergl. S. 420); dabei werden Kolbenhub und Raddurchmesser durch die räumlichen Verhältnisse begrenzt.

Der **indizierte mittlere Druck** p_i hängt ab von dem absoluten Kesseldrucke p_0 , dem Füllungsgrade ε und der Wirkungsart der Steuerung.

Es ist:

$$p_i = k p_0 \varepsilon \left(1 + \ln \frac{1}{\varepsilon} \right) = k p_0 \Theta.$$

Der Füllungsgrad ε ist dem Kesseldruck p_0 entsprechend zu bemessen, etwa nach der empirischen Formel:

$$\varepsilon = \frac{1,4}{p_0 + 2}$$

Tafel der Werte $\Theta = \varepsilon \left(1 + \ln \frac{1}{\varepsilon} \right)$.

ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ	ε	Θ
0,01	0,056	0,10	0,330	0,19	0,506	0,28	0,636	0,40	0,767
0,02	0,098	0,11	0,353	0,20	0,522	0,29	0,649	0,45	0,810
0,03	0,135	0,12	0,374	0,21	0,538	0,30	0,661	0,50	0,847
0,04	0,179	0,13	0,395	0,22	0,555	0,31	0,673	0,55	0,879
0,05	0,200	0,14	0,415	0,23	0,569	0,32	0,685	0,60	0,906
0,06	0,229	0,15	0,435	0,24	0,583	0,33	0,696	0,65	0,930
0,07	0,257	0,16	0,453	0,25	0,597	0,34	0,707	0,70	0,949
0,08	0,282	0,17	0,471	0,26	0,610	0,35	0,717	0,75	0,966
0,09	0,307	0,18	0,489	0,27	0,624	0,375	0,743		

Der Koeffizient k hängt von der Steuerung ab und stellt sich bei guten Ausführungen zu $k = 0,6$ bis $0,7$.

Einfach-Expansionsdampfmaschinen kommen in der Regel bei Neubauten nicht mehr zur Verwendung; in den an deren Stelle getretenen Verbundmaschinen findet die Arbeitsabgabe des Dampfes in zwei, drei oder vier Abstufungen, im allgemeinen auf die gleiche Anzahl Cylinder verteilt, statt.

Systeme der Verbundmaschinen:

1. Zweicylinder-Verbundmaschine, Kurbelwinkel etwa 90° .
2. Zweicylinder-Verbundmaschine mit gleichzeitiger Totpunktlage der Kolben, Woolf-System.
3. Dreicylinder-Verbundmaschine, ein Hochdruck-, zwei Niederdruckcylinder, Kurbelwinkel etwa 120° .
4. Dreicylinder-Verbundmaschine, ein Hochdruck-, ein Mitteldruck-, ein Niederdruckcylinder, Kurbelwinkel etwa 120° .
5. Viercylinder-Verbundmaschine, ein Hochdruck-, ein Mitteldruck- I, ein Mitteldruck- II, ein Niederdruckcylinder.

Erstes System bei großen Maschinenleistungen auch als Zwillingmaschine (2 gleiche Verbundmaschinen) angewandt.

Zweites System meist in letzterer Form, bei sehr großen Maschinenleistungen auch als Drillingsmaschine in Anwendung.

Drittes System, ebenso wie die Vereinigung der beiden ersten, hauptsächlich bei großen Maschinenanlagen gebraucht.

Das vierte und fünfte System empfehlen sich bei hochgespanntem Dampfe ($p_0 = 10$ bis 12 kg f. d. qcm); bei großen Maschinenanlagen ist auch hier eine Teilung des Niederdruckcylinders und je nach den Umständen auch der anderen Cylinder zweckmäÙig.

Cylinderverhältnisse und Füllungsgrade der Einzelcylinder sind unter Berücksichtigung der zu grunde gelegten Gesamtexpansion,

bezw. der für den Betrieb in betracht kommenden oberen und unteren Grenze der Gesamtexpansion und der Art der Steuerung (mit oder ohne besondere Expansionsschieber) so zu wählen, daß die Arbeiten der einzelnen Kurbeln möglichst gleich sind, ohne hierdurch erhebliche Verluste durch Druckabfall hervorzurufen (vergl. Abteil. I. S. 682). Genauere Ermittlungen sind durch Zeichnen der vereinigten Diagramme (vergl. Abteil. I. S. 683 u. f.) anzustellen, unter Anlehnung an Indikator-Diagramme bewährter Ausführungen, bezw. unter Berücksichtigung der Drosselungen des Dampfes, welche durch die wechselnden Oeffnungsweiten der Kanäle in Verbindung mit der Dampfgeschwindigkeit hervorgerufen werden, sowie der Raumänderungen, welche der Dampf beim Uebergange vom Cylinder nach dem Aufnehmer (Receiver) bezw. vom Aufnehmer nach dem Cylinder erfährt.

Im allgemeinen gelten folgende Angaben: Bei den Zweicylinder-Verbundmaschinen nimmt man den Inhalt des HDC (Hochdruckcylinders) zwischen 0,25 bis 0,36 vom Inhalt des NDC (Niederdruckcylinders), bezw. bei gleichem Kolbenhub den Durchmesser des HDC zwischen 0,5 und 0,6 vom Durchmesser des NDC, u. zw. empfiehlt sich die Annäherung an den ersten Wert, wenn eine gröfsere Gesamtexpansion ohne Zuhülfenahme besonderer Expansionsschieber erzielt werden soll, und die an den letzteren Wert, wenn ein besonderer Expansionsschieber vorhanden und zeitweilig eine geringere Gesamtexpansion, d. h. eine gröfsere Maschinenleistung verlangt wird. Bei Dreicylinder-Verbundmaschinen wählt man unter denselben Umständen den Inhalt des HDC zwischen 0,23 und 0,33 vom Gesamteinhalte der NDC, während bei den Verbundmaschinen mit stufenweiser Expansion in drei Cylindern der Inhalt des HDC zwischen 0,15 und 0,22 vom Inhalte des NDC genommen wird, und die Gröfse des MDC (Mitteldruckcylinders) (im allgemeinen das 2,1- bis 2,6-fache des HDC) sich nach der Art von dessen Einschaltung bezw. der Anordnung von zwei oder drei Kurbeln richtet; bei drei Kurbeln unter je 120° sind gebräuchlich die Inhaltsverhältnisse:

$$\text{HDC} : \text{MDC} : \text{NDC} = \begin{cases} 1 : 2,25 : 5 \\ 1 : 2,65 : 7. \end{cases}$$

Bei den Woolf-Maschinen, deren HDC- und NDC-Kolben an einer Kurbel arbeiten, kommt die Gleichheit der Arbeiten beider Cylinder nicht in betracht; der Druckabfall wird vermieden, wenn dem NDC angenähert der Füllungsgrad gegeben wird:

$$\epsilon_g = \frac{1 + \delta}{1 + \frac{\delta}{v}}$$

worin V = Inhalt des NDC, v = Inhalt des HDC, δv den Inhalt des Dampfkanals zwischen beiden Cylindern bezeichnet. Da dieser wirtschaftlich günstige Füllungsgrad unabhängig von dem jeweiligen

des HDC ist, so ist es für die Steuerung am einfachsten, das Cylinder-Verhältnis so zu wählen, daß der Füllungsgrad durch den Verteilungsschieber hergestellt werden kann.

b. Cylinderkanäle und Schieber.

Die **Kanalquerschnitte** sind so zu bemessen, daß einerseits die Geschwindigkeit des abgehenden Dampfes, andererseits der schädliche Raum nicht zu groß wird, Man wähle:

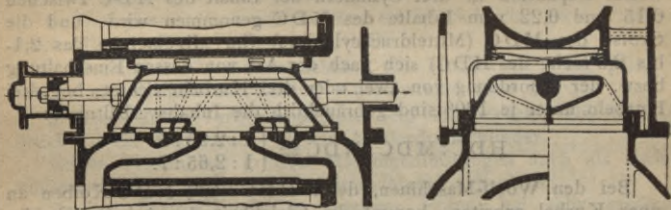
$$f_0 \sim \frac{1}{40} \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{2 sn}{60}; \quad f_1 = 0,5 f_0; \quad f_2 = 0,5 f_1,$$

worin f_0 der Kanalquerschnitt für eine Kolbenseite des NDC in qm, f_1 derjenige des MDC (bzw. des HDC bei einfachen Verbundmaschinen), f_2 derjenige des HDC, D der Durchmesser des NDC in m, s der Kolbenhub in m, n die Anzahl der Umdrehungen i. d. Min.

Je nach der Größe der Maschine bzw. je nach dem System der Schieber gibt man jedem Kanal eine oder mehrere Oeffnungen im Schieberspiegel.

Mit Rücksicht auf die Drosselungsverluste (s. o.) ist es vorteilhaft, an den **Schiebern** für den Dampftritt zwei oder mehrere abschneidende Kanten zur Wirkung zu bringen, sowie die Oeffnung im Schieberspiegel möglichst weit für den Dampftritt auszunutzen; **Trickschieber** (Kanalschieber) und in deren weiterer Ausbildung Schieber nach Abbild. 277, bei welchen vier abschneidende Kanten

Abbild. 277.

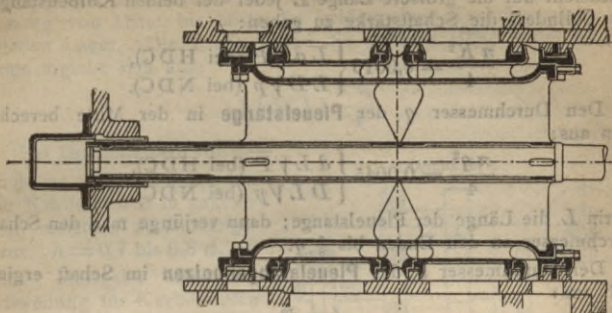


für jede Kolbenseite zur Wirkung gelangen (vergl. auch Abteil. I. S. 695 u. 696). Die Dampfverteilungsschieber werden in neuester Zeit, namentlich bei den Hochdruckcylindern, meistens als **Kolbenschieber** konstruiert, je nach Bedarf ebenfalls unter Anwendung mehrerer abschneidender Kanten für den Dampftritt. Vergl. auch Abbild. 278, Dampftritt von innen und drei abschneidende Kanten für jede Kolbenseite; ferner Abteil. I. S. 697.

Bei diesen Schiebersystemen kommen die besonderen Expansionschieber in Wegfall, die Verteilungsschieber werden gleichzeitig zur

Expansionsänderung mit benutzt, dergestalt, daß Schieberhub und Voreilungswinkel der Schieberbewegung der einzelnen Cylinder unabhängig von einander geändert werden.

Abbild. 278.



c. Uebertragungsteile.

Ueber **Schrauben**, welche bei Schiffsmaschinen üblich sind, s. Abteil. I. S. 382.

Bezeichnungen (cm und kg f. d. qcm als Einheiten):

d Durchmesser des HDC, D Durchmesser des NDC,
 P } grösster Dampfdruck, { für HDC (\sim dem Kesseldrucke),
 welcher auf den
 p } Kolben wirken kann, { für NDC (\sim 2 kg f. d. qcm),
 p_n } mittlerer Dampfdruck auf den NDC-Kolben, für gleiche Arbeitsverteilung auf die Kurbeln, u. zw.

bei Zweicylinder-Verbundmaschinen $p_n = \frac{1}{2} p_i$,

„ Dreicylinder-Verbundmaschinen $p_n = \frac{1}{3} p_i$.

m Gleichförmigkeitskoeffizient (Verhältnis des grössten zum mittlern Drehungsmoment der Maschine).

Anmerkung: Kolben- und Pleuelstangen sind wie nachstehend angegeben, für HDC- und NDC-Kolben zu berechnen. Die grösseren der berechneten Werte sind für beide Cylinder mit Rücksicht auf die Gleichheit der Ersatzteile zu wählen.

Dann folgt die Stärke K_0 der **Kolbenstange** im Gewindekern aus:

$$\frac{\pi K_0^2}{4} = \begin{cases} \frac{\pi d^2 P}{4 k} & \text{(für HDC),} \\ \frac{\pi D^2 p}{4 k} & \text{(für NDC),} \end{cases}$$

worin $k = 450$ kg f. d. qcm bei Schweifeseisen, $k = 530$ kg f. d. qcm bei Stahl.

Der Schaftdurchmesser K der Kolbenstange ergibt sich aus der Form des kegelförmigen Teiles und beträgt etwa:

$$K = \frac{1}{10} D \text{ bei Eisen, } K = \frac{1}{11} D \text{ bei Stahl.}$$

Bei Cylindern mit rückwirkender Pleuelstange ist jedoch in Rücksicht auf die grössere Länge L jeder der beiden Kolbenstangen des Cylinders die Schaftstärke zu geben:

$$\frac{\pi K^2}{4} = 0,0016 \begin{cases} L d \sqrt{P} & (\text{bei HDC}), \\ L D \sqrt{p} & (\text{bei NDC}). \end{cases}$$

Den Durchmesser q der **Pleuelstange** in der Mitte berechne man aus:

$$\frac{\pi q^2}{4} = 0,0045 \begin{cases} d L \sqrt{P} & (\text{bei HDC}), \\ D L \sqrt{p} & (\text{bei NDC}), \end{cases}$$

worin L die Länge der Pleuelstange; dann verjünge man den Schaftdurchmesser an den Enden bis $\frac{1}{8} q$.

Der Durchmesser y der **Pleuelstangenbolzen** im Schaft ergibt sich aus:

$$a \frac{\pi y^2}{4} 350 = \begin{cases} \frac{\pi d^2}{4} P & (\text{bei HDC}), \\ \frac{\pi D^2}{4} p & (\text{bei NDC}), \end{cases}$$

worin a die Anzahl der Bolzen, gewöhnlich = 2, bei gegabelten Pleuelstangen = 4.

Die aus Bronze bestehenden Lagerschalen werden im Kurbelager mit Weissmetall von der Stärke $\delta = 0,01 d_k + 0,5$ (d_k Durchmesser der Kurbelwelle) bekleidet.

Durchmesser d_i der nur auf Drehung beanspruchten **Uebertragungswellenleitung** (Schweis- oder Flusseisen, Schubspannung $k_s = 400$ kg f. d. qcm):

$$d_i = 9,7 \sqrt[3]{m \frac{N_i}{n}},$$

wobei im Mittel:

$m = 1,28$ für Zweicylinder-Niederdruckmaschinen,

$m = 1,15$ für Dreicylinder-Niederdruckmaschinen,

$m = 1,32$ für Zweikurbel-Viercyylinder-Woolf-Maschinen.

Für Zweicylinder- und Dreicylinder-Verbundmaschinen schwankt der Wert von m je nach der Stellung der Kurbeln zu einander und je nach der mehr oder weniger erzielten Gleichheit der Arbeiten der Einzelcylinder zwischen 1,2 und 1,4, für Zwillings-Zweicylinder-Verbundmaschinen (vier Kurbeln unter je 90°) zwischen 1,1 und 1,2.

Als Durchmesser d_k der **Kurbelwelle** nehme man den grösseren der beiden Werte:

$$d_k = \begin{cases} 1,077 d_t, \\ d_t \sqrt[3]{0,8 \left(0,91 \frac{y^2 L}{d_t^2} + 1 \right)}, \end{cases}$$

worin y der Durchmesser der Pleuelstangenbolzen und L die Entfernung von Mitte bis Mitte der beiden einer Kurbel zunächst gelegenen Lager. Die Breite b und die mittlere Höhe h der **Kurbelarme** ergibt sich aus:

$$b h \leq 1,1 \frac{\pi d_k^2}{4}.$$

Bei Durchmessern von $d_k = 30$ cm und darüber werden die Kurbelwellen in neuerer Zeit meistens zusammengebaut, $h = 0,7$ bis $0,8 d_k$, b nach Maßgabe der Anschwellung für Kurbelzapfen und Welle (s. Abbild. 279).

Die **Kupplungsscheiben** erhalten in der Regel sechs, bei größeren Wellen bis zehn Schrauben.

Bei 6 Schrauben:

$$\begin{aligned} \text{ist ihr Abstand von der Achse: } R &= 0,75 d_t \\ \text{und ihr Bolzen-Durchmesser: } \delta &= 0,25 d_t \end{aligned}$$

bei 10 Schrauben:

$$\begin{aligned} R &= 0,7 d_t \\ \delta &= 0,2 d_t. \end{aligned}$$

Der Durchmesser des Schraubenwellenschaftes soll mindestens gleich demjenigen der Kurbelwelle d_k sein.

Bei Wellen aus Tiegelstahl, dessen Festigkeit im allgemeinen 1,25-mal größer ist als diejenige des Schweisseisens, können die Wellendurchmesser auf das $\sqrt[3]{0,8} = 0,928$ -fache beschränkt werden.

Neuerdings werden sehr häufig hohle Wellen angewandt; deren Durchmesser d_2 und Bohrung d_1 ergeben sich aus der Beziehung:

$$\frac{\pi d_2^4 - d_1^4}{16} = \frac{\pi d^3}{16} \quad (\text{vergl. Abteil. I. S. 422}),$$

wobei d der Durchmesser der gleich starken massiven Welle.

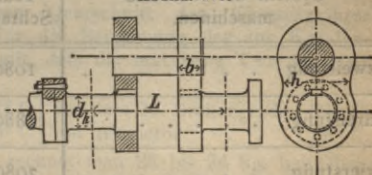
Für $d_1 = 0,33 d_2$, wie bei Kurbel- und Schraubenwellen gebräuchlich, ergibt sich:

$$d_2 = 1,004 d;$$

für $d_1 = 0,5 d_2$, wie bei Uebertragungswellen gebräuchlich:

$$d_2 = 1,022 d.$$

Abbild. 279.



Vorschriften des Englischen Lloyd für die Bestimmung der zulässigen Wellendurchmesser:

$$d = \sqrt[3]{\frac{p_0 s D^2}{K}}$$

worin:

- d der Wellendurchmesser in Zoll,
 p_0 der absolute Kesseldruck in Pfund f. d. Quadratzoll,
 s der Kolbenhub in Zoll,
 D der Durchmesser des NDC in Zoll,
 K eine Konstante nach folgender Angabe:

System der Verbundmaschinen.	Kurbel- und Schraubenwelle.	Uebertragungswellenleitung.
zweistufig	10800 (760)	12300 (865)
dreistufig	18800 (1322)	21200 (1490)
vierstufig	20800 (1462)	23500 (1652)

Bemerkung: Die eingeklammerten Zahlen sind die entsprechenden Werte der Konstanten, wenn d , D und s in cm, p in kg f. d. qcm gegeben.

Berechnung des Drucklagers.

Bedeutet:

- a die Anzahl der Druckringe,
 d_a den äußeren } Durchmesser der Kämme,
 d_i den inneren }
 v die Schiffsgeschwindigkeit in Knoten i. d. Std.;
 N_i die indizierte Leistung in ind. PS;

so nehme man im Mittel die Gesamtdruckfläche J in qcm:

$$J = a \frac{\pi}{4} (d_a^2 - d_i^2) = 20 \frac{N_i}{v}$$

worin entweder $d_a = 2h + d_i$ oder a den Raumverhältnissen u. s. w. entsprechend anzunehmen.

$$\text{Kammbreite } b = 0,05 d_i + 0,4 h.$$

Bei hufeisenförmigen Lagern ist für die Berechnung der Zahl der Ringe und der Kammböhe nur die vom Hufeisen gegebene Auflagerfläche an Stelle der Ringfläche

$$\frac{\pi}{4} (d_a^2 - d_i^2)$$

in Anrechnung zu bringen.

d. Kondensatoren und Pumpen.

(Vergl. Abteil. I. S. 717 u. f.)

Rohre der **Oberflächenkondensatoren** von Kupfer oder verzinnem Messing mit einem äusseren Durchmesser von 16 bis 22 mm. Wandstärke 1 mm. Falls die Länge der Rohre 2 m übersteigt, sind sie zu unterstützen. Kühlfläche durchweg 0,17 qm f. d. ind. PS.

Dichtung der Rohre durch Gummi, Holz oder Stopfbüchsen. Wandstärken des Kastens für Gufseisen 20 bis 30 mm, Messing 12 bis 16 mm bei den grössten Ausführungen, Wandstärke der bronzenen Rohrplatten 25 mm; freier Raum zwischen den im Zickzack angeordneten Rohren 10 bis 12 mm.

Bei **Einspritzkondensatoren** Querschnitt des Einspritzrohres $\sim 0,5$ qcm f. d. ind. PS. Für die Berechnung der zur Kondensation nötigen Wassermenge gilt, dass die mittlere Temperatur des Meerwassers:

in unseren Breiten	11° C	|	auf dem 20. Breitengrade	24° C
im Mittelmeer	18° C		am Aequator	28° C.

Bei Einspritzkondensation rechnet man 23 bis 24 kg, bei Oberflächenkondensation 40 bis 50 kg Kühlwasser f. d. kg zu kondensierenden Dampfes.

Luftpumpe, Pumpenstiefel, Kolben und Kolbenstange von Messing bzw. Bronze. Die Kolbenstange kann auch aus Schweisseisen oder Stahl hergestellt werden, ist aber dann mit einer Messinghülse zu überziehen.

Luftpumpeninhalte der mit Einspritzkondensation arbeitenden Niederdruckmaschinen bei stehenden, einfach wirkenden Pumpen etwa $\frac{1}{8}$, bei liegenden, doppelt wirkenden etwa $\frac{1}{10}$ vom Cylinderinhalte.

Bei Oberflächenkondensation ist die Luftpumpe stets so zu bemessen, dass sie auch bei ausnahmsweise angestellter Einspritzkondensation genügt. Der stehenden, einfach wirkenden Pumpe giebt man als Inhalt $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$, der liegenden, doppelt wirkenden $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ vom Inhalt des NDC, die kleineren Werte für drei- und vierstufige, die grösseren für zweistufige Verbundmaschinen.

Die **Ventile** bestehen aus 12 bis 20 mm starken Gummischeiben, oder sind als leichte tellerförmige Ventile aus Bronze gefertigt (Thompsons Patent), oder bestehen aus dünn gewalzten, biegsamen Bronzeplatten (vergl. Abteil. I. S. 721).

Die **Speisepumpen** sollen so gross sein, dass sie das zwei- bis dreifache der erforderlichen Wassermenge zu liefern im stande sind. Das Speisewasser wird aus dem Behälter der Luftpumpe entnommen, der Ueberschuss geht durch ein Rückkehrventil hinter das Speiseventil zurück. Die Ventile sind für Hochdruckmaschinen aus Bronze und an den Sitzflächen häufig mit Pockholz gefüttert. Die

Ventile der einzelnen Pumpen sind durch Absperrvorrichtungen im Saug- und Druckrohr während des Betriebes zugänglich zu machen.

Lenz- und Bilgepumpen von derselben Gestalt und Gröfse wie die Speisepumpen, die Ventile jedoch meist aus Gummi. Das Saugrohr steht entweder mit dem Entwässerungsrohr des Schiffes in Verbindung oder entnimmt das Wasser unabhängig von diesem. In letzterem Falle mufs es durch einen siebartigen, leicht zu besichtigenden Kasten vor dem Ansaugen von Schlamm bewahrt sein. Das Druckrohr steht meistens mit dem Auswurfsstutzen der Cirkulationspumpe in Verbindung.

Die **Cirkulationspumpe** entnimmt ihr Wasser durch ein eigenes Bodenventil unmittelbar aus der See und treibt es, je nach der Konstruktion, durch oder um die Kondensationsrohre und wieder über Bord. Die erste Anordnung ist in der Handelsmarine, die zweite in der Kriegsmarine vorherrschend.

Das Wasser geht meist zwei- bis dreimal durch den Kondensator; Richtung des Stromes meist der des einströmenden Dampfes entgegengesetzt. In der Handelsmarine ist die Pumpe gewöhnlich eine von der Hauptmaschine betriebene Kolbenpumpe, deren Inhalt einfachwirkend etwa $\frac{1}{5}$, doppelwirkend etwa $\frac{1}{10}$ vom Inhalte des NDC beträgt. An deren Stelle tritt bei gröfseren Ausführungen jedoch, in der Kriegsmarine stets, eine durch selbständige Maschinen betriebene Kreiselpumpe. Aufser dem Saugrohr aus der See mufs eine Saugvorrichtung aus der Bilge bezw. aus dem Hauptentwässerungsrohr des Schiffskörpers und ein Druckrohr unmittelbar nach Außenbord vorhanden sein, um nötigenfalls die gesamte Kraft der Pumpe zum Lenzen des Schiffes verwenden zu können.

Aufser den angeführten Pumpen mufs eine **Dampfpumpe** vorhanden sein, welche zum Kesselspeisen und Spritzen eingerichtet ist, und eine **Handpumpe**, welche zum Lenzen, Spritzen und Deckwaschen dient, sowie zum Füllen der Kessel benutzt werden kann, wenn die Dampfpumpe nicht zum Handbetrieb eingerichtet ist.

Als **Hülfsmaschinen** finden Anwendung:

Maschinen zur Handhabung der Umsteuerung, Dampffeuerpumpen und Lüftungsmaschinen, Dampfwinden zur Güterverladung, desgleichen Dampf-Steuerapparate, Bootsheifsmaschinen, Ankerlichtmaschinen, Aschheifsmaschinen, Destillierapparate, Speisewasser-Erzeuger, Dampfkoch- und Dampfbackapparate, Dampfheizung, Dampfbetrieb für elektrische Beleuchtung. Bei deren Konstruktion sind die Vorschriften der Versicherungsgesellschaften zu berücksichtigen. (Vergl. Germ. Lloyd.)

Zum Betriebe der Hülfsmaschinen u. s. w. bezw. eines Teiles dieser Maschinen ist in der Regel ein besonderer Hülfskessel vorhanden.

e. Rohrleitungen.

(Ueber Rohre s. Abteil. I. S. 469 u. f., über Dampfleitungen S. 716.)

Alle dampf- oder wasserführenden Rohre sollen aus Kupfer, die Flanschen aus Kupfer oder Bronze sein, mit Ausnahme der aus verzinktem Eisenblech herzustellenden Lenzsaugerohre und Saugeköpfe, deren schweißeiserne Flanschen und Schrauben zu verzinken sind. Die Kesseldampf führenden Rohre und die Kessel- ausblaserohre sind bei Anwendung hochgespannten Dampfes (10 bis 12 kg f. d. qcm Ueberdruck) ohne Naht herzustellen und sollen mit ihren Flanschen hart gelötet und vernietet sein. Wandstärken der Kesseldampf führenden Rohre nach folgenden Angaben:

Wandstärke mm		3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
Lichter Rohrdurchmesser bei Ueberdruck	10 kg f. d. qcm	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
	12 kg f. d. qcm	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Für zwischenliegende Rohrdurchmesser gelten die bezüglichlichen nächst größeren Stärken. Für Rohrkrümmer sind die Stärken um 0,5 mm über die der bezüglichlichen geraden Rohre zu vergrößern.

Wandstärken der Kesselausblaserohre	6 mm
„ der Speisepumpen- und Dampfpumpendruckrohre	5 „
„ der Luft- und Cirkulationspumpenrohre	4 „
„ der Dampfabgangsrohre, der Kesselsicherheitsventile und der Pumpensaugrohre	3 „

Die freie Ausdehnung der Rohre ist durch Einschalten von Stopfbüchsen oder Linsen zu ermöglichen. Auf die Anordnung des gesamten Rohrsystems ist größste Sorgfalt zu verwenden. Geschwindigkeit in Saug- und Druckröhren 2,5 bis 3 m i. d. Sek.

C. Kessel.

(Vergl. Abteil. I. S. 722 u. f.)

Gesetzliche Bestimmungen über Schiffskessel s. Abteil. I. S. 786 u. f.

1 kg gute westfälische Kohle verdampft 8 bis 8,5 kg Wasser. Der Kohlenverbrauch beträgt f. d. ind. PS bei einfachen Expansionsmaschinen (Kesselüberdruck 2 kg f. d. qcm) 1,7 bis 1,5 kg, bei Verbundmaschinen (Kesselüberdruck 5 bis 7 kg f. d. qcm) 1,0 bis 0,9 kg, bei Verbundmaschinen mit stufenweiser Expansion in 3 bzw. 4 Cylindern (Kesselüberdruck 10 bis 12 kg f. d. qcm) 0,85 bis 0,7 kg.

Kohlenverbrauch i. d. Std. und f. d. qm Rostfläche:

1. bei natürlichem Zuge $B : R = 85$ bis 95 kg;
2. bei mäßigem Luftüberdruck im Heizraum $B : R = 130$ bis 140 kg;
3. bei starkem Luftüberdruck im Heizraum für Lokomotivkessel $B : R = 300$ bis 500 kg.

Angenähert ergibt sich der für die Verbrennung von B kg i. d. Std. und f. d. qm Rostfläche bei Lokomotivkesseln erforderliche Luftüberdruck h_δ , gemessen in mm Wassersäule, durch die empirische Formel:

$$h_\delta = 0,0007 B^2.$$

Bei starkem Luftüberdruck sinkt die Verdampfung für 1 kg Kohlen wegen der teilweise unvollkommenen Verbrennung auf 7 kg und darunter.

Das Verhältnis der Heizfläche H zur Rostfläche R beträgt etwa:

- $H : R = 28$ bei natürlichem Zuge;
 $= 33$ bei zeitweiligem, mäßigem Luftüberdruck;
 $= 40$ bis 50 bei starkem Luftüberdruck und Lokomotivkesselsystem. Im weiteren s. die Tafel Abteil. I. S. 726 u. 727.

Die Heizrohre (Schweißseisen, Stahl oder Messing) gewöhnlicher Schiffskessel haben einen äußeren Durchmesser zwischen 65 und 100 mm. Ihre Länge soll bei Kesseln mit natürlichem Zuge das 25-fache des Durchmessers nicht überschreiten. Bei dem stark gesteigerten Zuge des Lokomotivkesselsystems beträgt der äußere Rohrdurchmesser 50 mm und darunter, die Rohrlänge das 50-fache bis 70-fache des Durchmessers.

$$\frac{\text{Freier Rohrquerschnitt}}{\text{Rostfläche } R} \sim \frac{1}{5},$$

$$\frac{\text{Schornstein-Querschnitt}}{\text{Rostfläche } R} = \frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{8}.$$

Fläche eines einzelnen Rostes möglichst nicht über 2 qm, Länge des Rostes nicht über 2 m. Freie Rostfläche R_f etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der gesamten Rostfläche R .

Wasserraum zwischen den Feuerungen etwa 15 cm, zwischen Feuerkammern und Außenwänden 7 cm bis 15 cm, zwischen den Feuerrohrreihen, lotrecht und wagerecht (bezw. 8° gegen die Wagerechte) 2,4 cm bis 3 cm. Bei dem Lokomotivkesselsystem sind die Rohre im Zickzack angeordnet (vergl. Abteil. I. S. 739 u. 742). Der Wasserraum zwischen den Rohren wird auf 1,8 bis 1,6 cm eingeschränkt.

Im übrigen müssen die Kessel, soweit bei ihrem System und Größe erreichbar, für eine innere Reinigung zugänglich bezw.

für einen Mann oberhalb und unterhalb der Feuerungen und der Feuerrohrgruppen, sowie zwischen den Feuerrohrgruppen befahrbar sein.

Der Inhalt des Dampfraumes betrage etwa $\frac{1}{3}$ der i. d. Min. erzeugten Dampfmenge. Ist der Dampfraum kleiner, so ist die Anordnung eines Ueberhitzers (Dampftrockner) und eines Wassersammlers (Separator) zu empfehlen.

Abmessung der Mannlöcher 30 cm \times 40 cm.

Sonstige Verhältnisse, Abmessungen und Wanddicken sowie Gewichtsangaben sind in Tafel S. 436 zusammengestellt und beziehen sich auf ausgeführte Kessel, von denen Nr. 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 in cylindrischer Außenwand (ausgeschlossen Niete) aus Martin-Stahl (mit $K_z = 4200$ bis 4700 kg f. d. qcm Zugfestigkeit) und in den übrigen Teilen, wie auch die anderen Kessel aus bestem Schweifseisen ($K_z = 3600$ kg f. d. qcm) bestehen. An Stelle des Schweifseisens tritt für die inneren Teile in neuerer Zeit meist besonders weiches Flußeisen mit $K_z < 4000$ kg f. d. qcm.

Vorschriften des englischen Lloyd über Schiffskessel.

Genauere Vorschriften über Bau und Ausführung von Kesseln geben die gesetzlichen Bestimmungen der einzelnen Staaten, sowie der Board of Trade, der Germ. Lloyd.

Cylindrische Wandungen sind zu berechnen nach der Festigkeit der Längsnähte durch folgende Formel:

$$\frac{Cs\varphi}{D} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.},$$

worin

C der Koeffizient der folgenden Tafel;

s die Dicke der Platten in Zoll;

D der mittlere Kesseldurchmesser in Zoll;

φ der Prozentsatz der Festigkeit der Verbindung, u. zw. (der geringste Prozentsatz ist zu nehmen):

$$\text{für die Platte } \varphi = \frac{t-d}{t} \cdot 100;$$

$$\text{für die Niete } \varphi = \frac{na}{ts} \cdot 100 \text{ (eiserne Niete in eisernen Platten mit gestoßenen Löchern);}$$

$$\text{für die Niete } \varphi = \frac{na}{ts} \cdot 90 \text{ (eiserne Niete in eisernen Platten mit gebohrten Löchern);}$$

$$\text{für die Niete } \varphi = \frac{na}{ts} \cdot 85 \text{ (Stahlniete in Stahlplatten);}$$

$$\text{für die Niete } \varphi = \frac{na}{ts} \cdot 70 \text{ (eiserne Niete in Stahlplatten);}$$

wobei t die Nietteilung, d der Nietdurchmesser in Zoll, a der Querschnitt eines Nietes in Qu.-Zoll, n die Anzahl der Niete für 1 Teilung, (wenn die Niete zweifach auf Abscherung in Anspruch genommen werden, ist statt a zu nehmen $1,75 a$).

Wenn durch Versuche die Festigkeit der Längsnähte größer als bei Anwendung dieser Formel erwiesen ist, so kann die tatsächliche Festigkeit in diese Berechnung eingeführt werden.

Tafel der Koeffizienten C.

(Ergänzt durch die den betreffenden Koeffizienten entsprechenden Spannungen in kg f. d. qcm des Bleches in der Nietung und der Niete).

A. Schweißseisen-Bleche.

Beschreibung der Längsnaht.	für Platten $\frac{1}{2}$ " dick und darunter.			für Platten $\frac{3}{4}$ " dick und über $\frac{1}{2}$ ".			für Platten über $\frac{3}{4}$ " dick.		
	C	Spannung. kg f. d. qcm		C	Spannung. kg f. d. qcm		C	Spannung. kg f. d. qcm	
		Blech.	Niete.		Blech.	Niete.		Blech.	Niete.
Ueberlappung, gestofsene Löcher }	155	545	545	165	580	580	170	598	598
Ueberlappung, gebohrte Löcher }	170	598	538	180	633	570	190	668	601
Doppellaschung, gestofsene Löcher }	170	598	523	180	633	554	190	668	585
Doppellaschung, gebohrte Löcher }	180	633	498	190	668	527	200	703	554

B. Flusstahl-Bleche.

Beschreibung der Längsnaht.	für Platten $\frac{3}{8}$ " dick und darunter.			für Platten $\frac{9}{16}$ " dick und über $\frac{3}{8}$ ".			für Platten $\frac{3}{4}$ " dick und über $\frac{9}{16}$ ".			für Platten über $\frac{3}{4}$ " dick.						
	C	Spannung. kg f. d. qcm		C	Spannung. kg f. d. qcm		C	Spannung. kg f. d. qcm		C	Spannung. kg f. d. qcm					
		Blech.	Stahl.		Eisen.	Blech.		Stahl.	Eisen.		Blech.	Stahl.	Eisen.	Blech.	Stahl.	Eisen.
Ueberlappung }	200	703	598	492	215	756	643	529	230	808	687	566	240	844	714	591
Doppellaschung }	215	756	563	463	230	808	601	495	250	879	654	540	260	914	680	560

(Auszug aus den Qualitätsvorschriften des Englischen Lloyd für Stahlkessel:

Das Material soll eine Zugfestigkeit von nicht unter 26 tons f. d. Qu.-Zoll ($K_2 = 4095$ kg f. d. qcm) und nicht über 30 tons f. d. Qu.-Zoll ($K_2 = 4725$ kg f. d. qcm) be-

sitzen bei einer Verlängerung von nicht weniger als $20\frac{0}{100}$ auf eine Länge von 8 Zoll = 204 mm.

Alle Löcher in Stahlkesseln sollten gebohrt werden; werden sie dennoch gestoßen, so sind die Platten nachher auszuglühen.

Alle gekrempften oder in irgend einer Weise zum Zweck der Bearbeitung im Feuer erhitzten Platten außer den nur auf Druck beanspruchten sind nach Beendigung der Arbeiten auszuglühen.)

Die innere Lasche soll mindestens $\frac{3}{8}$ der Plattendicke zur Stärke haben. Für die Mantelplatten von Ueberhitzern oder Dampfkräusen, welche der unmittelbaren Einwirkung der Flamme unterworfen sind, sollen die Koeffizienten auf $\frac{2}{3}$ der in obiger Tafel enthaltenen verkleinert werden.

An den Mannlöchern sind hinreichende Verstärkungen anzubringen.

Bei eisernen **Stehbolzen** und bei **Ankern** von nicht über $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser im schwächsten Teile sowie bei allen geschweißten Ankern darf die Beanspruchung 6000 Pfd. f. d. Qu.-Zoll = 422 kg f. d. qcm nicht überschreiten; für ungeschweißte eiserne Anker von über $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser im schwächsten Teil darf die Beanspruchung bis 7500 Pfd. f. d. Qu.-Zoll = 527 kg f. d. qcm betragen.

Bei Stehbolzen und Ankern aus Stahl von nicht über $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser im schwächsten Teil zulässige Beanspruchung 8000 Pfd. f. d. Qu.-Zoll = 562 kg f. d. qcm, bei größerem Durchmesser 9000 Pfd. f. d. Qu.-Zoll = 633 kg f. d. qcm.

Stahl-Anker dürfen nie geschweißt werden.

Flache Wände, von Ankern und Stehbolzen unterstützt, sind nach folgender Formel zu berechnen:

$$\frac{Cs^2}{e^2} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.};$$

worin: s = Plattendicke in Sechzehntel Zoll engl.;

e = größte Entfernung der Anker oder Stehbolzen in Zoll engl.;

C = Koeffizient folgender Tafel (S. 442).

Für Stirnplatten im Dampfraum der Kessel sind diese Zahlen um $20\frac{0}{100}$ zu vermindern, wenn nicht die Platten gegen die unmittelbare Einwirkung der Gase geschützt sind.

Deckenträger für die Feuerkammern und andere flache Wände sollen folgender Formel entsprechen:

$$\frac{C_1 h^2 b}{(l-d)e l} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.},$$

worin in Zoll engl.:

l die Länge des Trägers;

d die Entfernung der Anker (Stehbolzen);

e die Entfernung der Träger von einander;

h die Höhe der Träger in der Mitte;

b die Dicke der Träger in der Mitte.

C_1 s. S. 442.

Werte von C_1 für Deckenträger (für cm und kg, sowie kg f. d. qcm gelten die eingeklammerten Zahlen):

$$\begin{aligned} C_1 &= 6000 \text{ (422)} \text{ wenn nur 1 Anker für jeden Träger,} \\ C_1 &= 9000 \text{ (633)} \text{ „ 2 od. 3 „ „ „ „} \\ C_1 &= 10200 \text{ (714)} \text{ „ 4 „ „ „ „} \end{aligned}$$

Flache Wände. (S. 441.)	C für engl. Mafs.	C für kg und cm als Ein- heiten.
Stärke der Platten und Art der Befestigung.		
Platten $\frac{7}{16}$ Zoll und darunter, eingeschraubte Anker und Stehbolzen mit vernieteten Köpfen	90	1620
Platten über $\frac{7}{16}$ Zoll, eingeschraubte Anker (Stehbolzen) mit vernieteten Köpfen	100	1800
Platte $\frac{7}{16}$ Zoll und darunter, eingeschraubte Anker (Stehbolzen) und Muttern	110	1980
Platten über $\frac{7}{16}$ Zoll, eingeschraubte Anker (Stehbolzen) und Muttern	120	2160
Für Platten und Anker mit doppelten Muttern	140	2520
Platten und Anker mit doppelten Muttern und an die Platten genieteten Unterlagscheiben, deren Stärke mindestens die halbe Plattendicke und deren Durchmesser mindestens $\frac{2}{3}$ der Ankerteilung betragen	160	2880

Cylindrische Feuerungen sind auf äufseren Druck zu berechnen nach folgender Formel:

$$\frac{89600 s^2}{l d} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.,}$$

worin: s = Dicke der Platten in Zoll engl.;

d = äufserer Durchmesser der Feuerung in Zoll engl.;

l = Länge der Feuerung in Fufs engl., bezw. zwischen den Versteifungsrippen.

Bei Eisen soll der Arbeitsdruck $\frac{8000 s}{d}$ nicht überschreiten. Bei Feuerungen aus Stahl über $\frac{9}{16}$ Zoll dick darf die Konstante auf 8800 vergrößert werden; auf 10400, im Fall die Feuerungen mit einem einfachen Adamsonschen Ring versehen sind.

Für kg, cm und kg f. d. qcm lauten die Formeln:

$$p = \frac{75596 s^2}{l d} \text{ bezw. } p = 562 \frac{s}{d} \text{ bezw. } p = 618 \frac{s}{d} \text{ bezw. } p = 731 \frac{s}{d}.$$

Dicke der Wellrohre (Welle $1\frac{1}{2}$ Zoll engl. tief) und der ebenen Rohre, sobald diese in Abständen von nicht über 23 Zoll

(584 mm) geflanscht und genietet sind (s. Abbild. 687, Abteil. I, S. 774), ist zu berechnen aus:

$$\frac{1000(s-2)}{d} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.}$$

s = Dicke der Platte in Sechzehntel Zoll engl.;

d = größter Durchmesser der Feuerung in Zoll engl.

Dicke der gerippten Feuerungsrohre (Rippen 9 Zoll (229 mm) von einander entfernt) zu berechnen aus:

$$\frac{1160(s-2)}{d} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.}$$

s = Dicke der Platte in Sechzehntel Zoll engl.;

d = äußerer Durchmesser des ebenen Teiles in Zoll engl.

Dicke der spiralförmig gewellten Rohre zu berechnen aus:

$$\frac{912(s-2)}{d} = \text{Arbeitsdruck in Pfd. f. d. Qu.-Zoll engl.}$$

s = Dicke der Platte in Sechzehntel Zoll engl.;

d = äußerer Durchmesser in Zoll engl.

Für kg, cm und kg f. d. qcm lauten die Formeln:

	Wellrohre:	gerippte Rohre:	spiralförm. gewellt:
$p = \frac{1125(s - 0,318)}{d}$	$p = \frac{1305(s - 0,318)}{d}$	$p = \frac{1026(s - 0,318)}{d}$	

Genauere Angaben über Wellrohre der Gewerkschaft Schulz-Knaut in Essen s. Abteil. I, S. 775.

Die **Rohrwanddicken**, über welche der Englische Lloyd keine Vorschriften macht, sind nach dem Board of Trade so zu bemessen, daß die Beanspruchung auf Druck bei Eisen 7500, bei Stahl 10000 Pfd. f. d. Qu.-Zoll nicht überschreitet:

$$\frac{(D-d)s \cdot 15000}{wD} \text{ bzw. } \frac{(D-d)s \cdot 20000}{wD} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Arbeitsdruck in} \\ \text{Pfd. f. d. Qu.-Zoll,} \end{array} \right.$$

worin: D die geringste wagerechte Entfernung von Mitte zu Mitte Rohr,

d der innere Rohrdurchmesser,

s die Rohrplattendicke,

w die äußere Breite der Verbrennungskammer in Richtung der Feuerrohre.

Wenn sämtliche Maße statt in Zoll bzw. Pfund f. d. Qu.-Zoll in cm bzw. kg f. d. qcm gegeben sind:

$$\frac{(D-d)s \cdot 1055}{wD} \text{ bzw. } \frac{(D-d)s \cdot 1406}{wD} = \text{Arbeitsdruck in kg f. d. qcm.}$$

Ueber **Wasserstandsapparate** und sonstige Kesselgarnitur s. Abteil. I, S. 780 u. 786.

Größe der Sicherheitsventile nach Abteil. I, S. 782 oder nach folgendem Auszug einer Tafel des Board of Trade. Die Zahlen

der zweiten Spalte, Qu.-Zoll f. d. Qu.-Fufs, mit 69,44 multipliziert, ergeben den Querschnitt der Ventile in qcm f. d. qm Rostfläche; die Zahlen der ersten Spalte, Pfund f. d. Qu.-Zoll, mit 0,0703 multipliziert, ergeben den Dampfdruck in kg f. d. qcm. (S. unter „Deutsche Mafse“.)

Englische Mafse.

Dampfdruck im Kessel. Pfd. f. d. Quad.-Zoll	Ventilquerschnitt für 1 Quadrarfufs Rostfläche. Quadrat-Zoll	Dampfdruck im Kessel. Pfd. f. d. Quad.-Zoll	Ventilquerschnitt für 1 Quadrarfufs Rostfläche. Quadrat-Zoll	Dampfdruck im Kessel. Pfd. f. d. Quad.-Zoll	Ventilquerschnitt für 1 Quadrarfufs Rostfläche. Quadrat-Zoll	Dampfdruck im Kessel. Pfd. f. d. Quad.-Zoll	Ventilquerschnitt für 1 Quadrarfufs Rostfläche. Quadrat-Zoll
60	0,500	90	0,357	120	0,277	150	0,227
65	0,468	95	0,340	125	0,267	155	0,220
70	0,441	100	0,326	130	0,258	160	0,214
75	0,416	105	0,312	135	0,250	165	0,208
80	0,394	110	0,300	140	0,241	170	0,202
85	0,375	115	0,288	145	0,234	175	0,197

Deutsche Mafse.

kg f. d. qcm	f. 1 qm Rostfl. qcm	kg f. d. qcm	f. 1 qm Rostfl. qcm	kg f. d. qcm	f. 1 qm Rostfl. qcm	kg f. d. qcm	f. 1 qm Rostfl. qcm
3	45,14	6	25,97	9	18,29	12	13,99
4	36,18	7	22,91	10	16,51	13	12,99
5	30,24	8	20,17	11	15,18	14	12,14

Die Werte der Tafel ergeben den Gesamtquerschnitt der Sicherheitsventile eines Kessels und sind bei Kesseln mit starkem Zuge entsprechend zu erhöhen. Die Beanspruchung der Sicherheitsventilfedern soll bei geschlossenem Ventil nicht mehr als $k_d = 1600$ kg f. d. qcm betragen.

Wasserdruckproben der Kessel nach gesetzlichen Bestimmungen s. Abteil. I. S. 790, 796 u. 798. Denselben Druckproben sind alle dampfführenden Rohre und sonstigen Verbindungsteile einschl. Dampf- absperrentile, Druckrohre der Dampfpumpen, Kesselspeiserohre, einschl. Pumpenkörper, sowie Kesselausblaserohre zu unterwerfen.

Wasserdruckproben für die Maschine: HDC mit Schieberkasten gleich dem $1\frac{1}{2}$ -fachen Arbeitsdruck der Kessel, $NDC = \frac{3}{4}$ des Kesselarbeitsdruckes; bei hohem Dampfdruck (10 bis 12 kg f. d. qcm) und dreistufiger Expansion: $HDC = \frac{1}{2}$ des Kesselarbeitsdruckes, $MDC = \frac{2}{3}$ des Kesselarbeitsdruckes, $NDC = \frac{1}{3}$ des Kesselarbeitsdruckes. Dampfzweige der Kondensatoren, Luftpumpen und Warnwasserbehälter werden mit 2 kg f. d. qcm Ueberdruck, die Kühlwasserzweige der Kondensatoren sowie alle übrigen Räume der Maschine mit einem Wasserdruck von 1 kg f. d. qcm geprüft.

DREIZEHNTER ABSCHNITT.

EISENHÜTTENKUNDE.*)

I. MATERIALIEN.

A. Feuerfeste Materialien.

Zusammensetzung einiger feuerfester Thone.

(Gewichtsprocente.)

	Für Hoch- und Koksöfen.	Für Puddel- und Schweißöfen.	Rohstoff der Dinaziegel.	Ganister von Sheffield.	Ganister von Wales.	Dolomit von Hörde.	Basisches Mat. von Wittkowitz.	Basisches Mat. von Duisburg.	Magnesia-Ziegel nach Scheibler.	Magnesia-Ziegel nach Closson.		
Sand	4,40	14,20	55,89	98,31	96,73	94,40	93,50	2,14	4,39	5,58		
SiO ₂	38,29	36,21	19,99									
Al ₂ O ₃	35,70	32,66	17,31	0,72	1,39	4,21	4,23	0,62	0,94	1,34		
Fe ₂ O ₃	1,01	3,23	0,56	0,18	0,48	0,70	0,80					
CaO	Spur	0,50	—	0,22	0,19	Spur	0,26**)	55,05	84,0	55,27	2,18	1,94
MgO	—	—	—	—	—	—	—	42,50	5,19	35,12	95,99	96,60
K ₂ O	1,11	1,56	0,46	0,14	0,20	—	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	—									
Glühverlust	19,49	11,64	5,70	0,35	0,50	0,69	1,00	—	—	—	—	—
								P ₂ O ₅	P ₂ O ₅			

*) Nach Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde; Wedding, Grundriss der Eisenhüttenkunde; Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde; Fehland, Kalender für Maschinen- und Hütteningenieure.

**) Bedeutet CaCO₃ bezw. MgCO₃. Für Dinaziegel wird das grobe Pulver mit 1% CaO gemengt. Ganister für Birnen ohne Zusatz, für Ziegel mit 8% feinem Thon. Feuerfeste Masse: 0,3 Thonmehl, 0,6 Sand, 0,1 Chamotte oder Quarzsand. Schwefelkies, Eisenoxyd und Alkaligehalt sind stets zu vermeiden.

B. Brennstoffe.

Ueber Verbrennung, Heizeffekte und Verdampfungsfähigkeit der Brennstoffe s. Abteil. I. S. 291 u. f.

a. Natürliche Brennstoffe.

1. Holz. Aschengehalt 1,2 bis 2,3%, im Durchschnitt 1,5%. Frisch gefälltes Holz enthält 40%, lufttrockenes 20% hygroskopisches Wasser; lufttrockenes Holz ist zusammengesetzt aus 40% C, 40% chemischem und 20% hygroskopischem Wasser. Spec. Gewicht des Holzes s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde.

2. Torf. Die organische Masse enthält etwa 54% C, 45% chem. H₂O, 1% freien H; Torf enthält 1 bis 30% Asche und lufttrocken 25% hydr. Wasser. Spec. Gewicht = 0,11 bis 0,4. 1 cbm (lufttrocken) wiegt 325 bis 410 kg.

3. Braunkohle. Die organische Masse der Braunkohle besteht aus etwa 70% C, 28% chemischem Wasser und 2% freiem H. Der Aschengehalt beträgt 5 bis 10%, der Gehalt an hydr. Wasser 20%. Spec. Gewicht = 0,8 bis 1,5. 1 cbm (lufttrocken und in Stücken) wiegt etwa 780 kg.

4. Steinkohlen werden eingeteilt nach dem Gehalt an vergasbaren Bestandteilen:

1. 5 bis 10% flüchtige Bestandteile, **magere Anthracit-Kohle**: lebhafter Zug, wenig Flamme, kein Rufs, zu Hausbrand und Schachtofenfeuerung geeignet.
2. 10 bis 15,5% flüchtige Bestandteile, **gasarme (alte) Sinterkohle**: für Dampfkesselfeuerung, mit gasreichen Sorten gemischt zum Verkoken.
3. 15,5 bis 33,3% flüchtige Bestandteile, **gasarme (alte) Backkohle**: bis 20% Schmiede- und Kokskohlen, über 20% für Flammenfeuerung.
4. 33,3 bis 40% flüchtige Bestandteile, **gasreiche (junge) Backkohle**: backende Gaskohle: Gaskohle.
5. 40 bis 44,4% flüchtige Bestandteile, **gasreiche (junge) Sinterkohle**: für Flammenfeuerung. Grus zu Dampfkesseln; starker Rauch.
6. 44,4 bis 50% flüchtige Bestandteile, **gasreiche (junge) Sandkohle**: für Flammenfeuerung. Grus zu Dampfkesseln; starker Rauch.

Aschengehalt im Durchschnitt 3 bis 7%. Gehalt an hydr. Wasser 5%. Spec. Gewicht 1,25 bis 1,5. 1 cbm Steinkohle wiegt 900 bis 940 kg.

b. Künstliche Brennstoffe.

1. Holzkohle.

Nimmt etwa 5 bis 8% hydr. Wasser auf. Spec. Gewicht der Holzkohlen luftgefüllt etwa 0,4, luftfrei 1,4 bis 1,5; 1 cbm Holzkohle wiegt 112 bis 144 kg.

Verkohlung: Meiler 80 bis 150, selten bis 300 cbm. Ausbringen an Kohle dem Gewichte nach 20 bis 25%, dem Raum nach 50 bis 75% (durchschnittlich 55 bis 56%). Bei der Verkohlung ist das Verhältnis von Stamm-, Ast- und Stockholz zweckmäßig wie 6:1:3 zu nehmen. Meiler von weichem Holze und 7,8 bis 9,4 m Durchmesser garen in 2 bis 2½ Wochen, Meiler von 14 bis 16 m in 4 bis 5 Wochen.

Retorten zur Holzverkohlung 2 bis 3 m lang, 0,8 bis 1,2 m weit.

2. Koks.

Nehmen etwa 3 bis 5% hydr. Wasser wieder auf; Aschengehalt 6 bis 10%. Die bei der Verkohlung sich bildenden gasförmigen Destillationserzeugnisse verhalten sich zu den kondensierbaren wie 11:20.

1 cbm Sandkoks wiegt 530 kg, 1 cbm Sinterkoks 495 kg, 1 cbm Backkoks (Meiler) 380 bis 420 kg, 1 cbm Backkoks (Ofen) 330 bis 380 kg.

Ausbringen bei Sandkohlen 55 bis 65%, bei Sinterkohlen 60 bis 70%, bei Backkohlen 60 bis 80%. Backkohlen nehmen 20% an Raum zu, Sandkohlen schwinden um 10%.

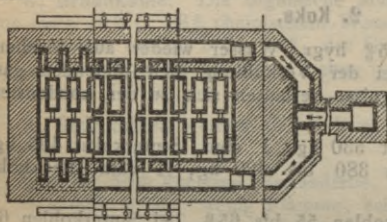
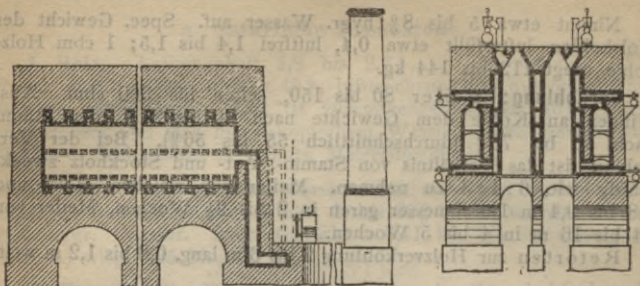
Koksöfen.

α. Appoltscher Koksofen (Abbild. 280, S. 448). Meist 18 Verkokungsschächte in zwei Reihen neben einander. Jeder Schacht faßt 1,3 bis 1,4 t Kohlen. Weite der Schächte unten 1,25 · 0,5 m, oben 1,12 · 0,37 m, Wandstärke 0,15 m. Raum zwischen den Verkokungsschächten unten 0,15, oben 0,29 m. Gasschlitze 0,145 · 0,026 m. Verkokungsdauer 24 Std.

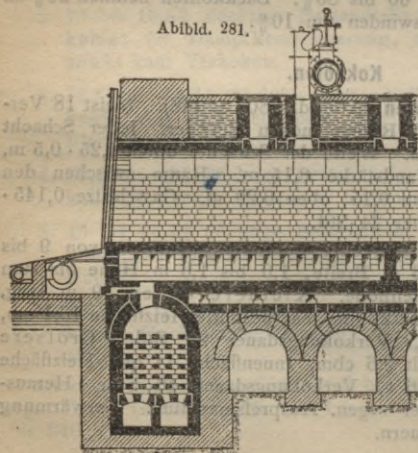
β. Coppée-Oefen. Wagerechte Verkokungskammern von 9 bis 10 m Länge, 0,5 bis 0,6 m Breite, 1,0 bis 1,6 m Höhe bis zum Gewölbe mit 0,08 m Pfeilhöhe. Kleinere Oefen: 9 m lang, Inhalt 4,5 cbm, Innenfläche 27 qm, feuerbespülte Heizfläche 16,1 qm, Beschickung 3 t Kohle, Verkokungsdauer 24 Std. Größere Oefen: 10 m lang, Inhalt 9,6 cbm, Innenfläche 44 qm, Heizfläche 28,4 qm, Beschickung 6 t, Verkokungsdauer 48 Std. Herausdrücken der Koks mit der sogen. Auspresmaschine. Vorwärmung der Brennluft in den Mauern.

γ. **Oefen mit Teer-Gewinnung u. s. w.** Der Ofen von Dr. Otto & Co. (Abbild. 281) ist in den Abmessungen dem vorigen ähnlich. Nasse

Abbild. 280.



Abbild. 281.



Reinigung der Gase; darum Vorwärmung der Brennluft in Heizkammern bis auf 800° C. $\frac{2}{3}$ der Gase dienen zur Heizung der Oefen, $\frac{1}{3}$ zu anderen Zwecken.

Ausbringen an Koks etwa $3\frac{1}{2}$ mehr als bei anderen Oefen, außerdem vom Kohlgewicht, etwa $1\frac{1}{2}$ Ammonsulfat und $3\frac{1}{2}$ Teer.

Querschnitt der Hauptgaskanäle für 1 t in 24 Std. eingesetzter Kohlen etwa 0,15 qm.

d. Semet-Solvay-Koksofen.

Die wagerechten Züge sind trotz der hier sehr geringen Wandstärke infolge eigenartiger Konstruktion dauerhaft und vollkommen dicht. Ausbringen an Koks, Teer und Ammoniak etwa wie oben, von den gewonnenen Gasen ist nur ungefähr die Hälfte zur Ofenfeuerung erforderlich, der Rest anderweitig verwendbar.

C. Eisenerze.

Magnet Eisenstein; Eisenoxydoxydul (Fe_3O_4). Höchster Eisengehalt 72,4%. Strich schwarz.

Roteisenstein, Eisenglanz, roter Glaskopf, Hämatit, gemeines Roteisenerz; Eisenoxyd (Fe_2O_3). Höchster Eisengehalt 70%. Strich rot.

Brauneisenstein, brauner Glaskopf, gemeines, mulmiges Brauneisenerz, Schaleneisenstein, Nierenerz, Bohnerz, Rogenerz, Rasen-, Wiesen-, Seeerz; Eisenhydroxyd ($\text{H}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$). Eisengehalt 20 bis 60%. Strich gelbbraun bis braun.

Spateisenstein; kohlen saures Eisenoxydul (FeCO_3) mit bis 11% Mangangehalt. Höchster Eisengehalt 48,3%.

Thoneisenstein, Sphärosiderit; kohlen saures Eisenoxydul, gemengt mit Thon, Mergel, Sand, Kalk, verunreinigt durch Schwefelmetalle und phosphorsaure Salze. Eisengehalt 28 bis 35%. Tritt Steinkohle zum Thoneisenstein, so nennt man ihn Kohleneisenstein (Blackband). Eisengehalt 24 bis 30%.

Schwefelkiesabbrände mit 92 bis 94% Fe_2O_3 .

Wolfs-, Stück-, Puddel- und Schweißschlacken sind Eisenoxydulsilikate mit eingeschlossenem Fe_3O_4 , enthalten leicht Phosphor, geben ein weißes, hartes, meist nicht gutes Eisen.

Gangarten sind Quarz, Kalk, Thon, Dolomit, Mergel, gern gesehene Begleiter Manganerze (namentlich Braunstein). Schädliche Beimengungen Schwefelmetalle, Schwerspat, Gips, Apatit.

Mindest-Eisengehalt eines schmelzwürdigen Erzes 20%. Erze mit weniger Gehalt können bei geeigneter Gangart als Zuschlag verhüttet werden.

II. DARSTELLUNG DES ROHEISENS.

A. Behandlung der Erze.

1. Rösten der Erze.

In **Haufen** selten, nur noch für Kohleneisenstein angewandt.

In **Stadeln**, jetzt fast vollständig verschwunden.

Schachtöfen. Höhe 2 bis 15 m, meist 3 bis 6 m, Weite an der Gicht 2 bis 5 m. 1 kg Holzkohlen- oder Kokslösche auf 20 bis 30 kg Erz. 1 kg Steinkohlenklein auf 5 bis 10 kg Erz. Geröstete Erze nehmen 2 bis 6% Feuchtigkeit aus der Luft auf.

Siegerländer Trichter-Röstöfen oben etwa 3,2 m, unten etwa 1,5 m Durchmesser, 3,2 m Schacht- und 4 m Gesamt-Höhe. Inhalt 17 cbm, Leistung für 1 Tag 50 t Sphärosiderit.

Clevelander Röstöfen für thonige Sphärosiderite. Durchmesser 7 m, Höhe 9 bis 15 m; Fassungsraum 450 cbm, oben cylindrisch, unten verengt.

Westmannscher Gebläsegasröstofen in Söderfors: 6,6 m hoch, 1,8 m Durchmesser an der Gicht, 2,82 m Durchmesser unter der Windzuführung; Windpressung 6,5 bis 9 mm Wassersäule. Leistung 45 bis 60 t in 24 Std.

2. Zerkleinern der Erze.

Druckfestigkeit für Spateisenstein $K=70$, für Magneteisenstein und Roteisenstein 200 bis 300 kg f. d. qcm.

1. Durch **Handfäustel**. Ein Mann schlägt in 12-stündiger Schicht je nach der Härte der Erze 2000 bis 5000 kg in nufsgroße Stücke.

2. Durch **Walzwerke**. Durchmesser der Walzen 0,5 bis 0,7 m, Länge bis zu 1 m. Umfangsgeschwindigkeit 0,5 bis 0,9 m i. d. Sek. Leistung für 1 PS 300 bis 350 kg Pochgut i. d. Std.

3. Durch **Steinbrecher**. Brechbacken aus Hartguß, uneben oder gezahnt. 1 cbm Kalkstein = 2700 kg zu brechen, kostet etwa 0,32 *M*.

Tafel über Abmessungen verschiedener Steinbrecher.

Bezeichnungen.	Riemenbetrieb.			Dampf- betrieb.	
Breite des Brechmauls in mm . . .	210	300	500	300	500
Weite " " " "	160	190	300	190	300
Zahl der Umdrehungen i. d. Min. .	200	200	200	200	200
Durchm. der Riemenscheibe in mm	400	550	630	—	—
Breite " " " "	80	100	130	—	—
Erforderliche Betriebsarbeit in PS.	2	4	8	4	8
Ungefähre Leistung an gebrochenem Gut in kg i. d. Std. bei etwa 50 mm Spaltweite	1500	3000	5000	3000	5000
Ungefähres Gewicht der vollständigen Maschine in kg	1500	3000	6500	3300	7000

4. Durch **Pochwerke**. Gewicht des Pochstempels etwa = 150 kg. Hubhöhe = 0,21 m. Drei bis fünf Stempel in einer Pochlade.

Jeder Pochstempel macht 60 Hübe i. d. Min. Auf 1 PS des Motors rechnet man 300 bis 350 kg Pochgut i. d. Std.; Leistung mindestens 0,93 bis 1 cbm in 24 Std. — Vorteile: einfache Konstruktion, geringe Reste; Nachteil: große Staubbildung.

B. Hochöfen.

a. Beschickung.

1. Erze. Eisengehalt der Erzgattierungen zwischen 25 und 45 %. (Ausführliche Angaben über Eisenerze s. S. 449.)

2. Zuschläge. 1. Kalkstein, kohlenaurer Kalk mit 56 % Kalk, spec. Gewicht 2,6 bis 2,7; Dolomit, kohlenaurer Kalk und Magnesia (45,8 %) für thonige Erze, spec. Gewicht 2,8 bis 2,9.

2. Bauxit (35 bis 70 % Thonerde) für kieselige und kalkige Erze.

3. Thonschiefer oder Schieferthon (10 bis 20 % Thonerde, 40 bis 70 % Kieselsäure) für kalkige Erze.

4. Schlacken: Frisch-, Fein- und Puddelschlacken 8 bis 36 % Kieselsäure, 50 bis 60 % Eisenoxydul.

Die erzeugte Schlacke ist für Kokshochofenbetrieb ein Singulo-, für Holzkohlenofenbetrieb ein Bisilikat von Kalkerde, Thonerde und Kieselsäure (30 : 14 : 56 bzw. 47 : 15 : 38).

Schlackenmenge zum Roheisen 0,7 bis 2,1 : 1 (äußerster Fall 5 : 1). Spec. Gewicht der Schlacke 2,5 bis 3.

3. Brennstoff. Für 100 kg weißes Roheisen braucht man je nach der Reduzierbarkeit der Erze und dem Eisengehalt des Möller 90 bis 150 kg Koks, unter besonders günstigen Verhältnissen 65 kg; für 100 kg graues Roheisen bei Verhüttung leicht reduzierbarer Sphärosiderite und Anwendung hoch erhitzten Windes 100 bis 120 kg Koks, für eine weniger leicht reduzierbare und ärmere Beschickung 140 bis 180 kg, für ganz arme Erze 200 kg Koks.

Steinkohlen- und Anthracit-Bedarf $1\frac{1}{2}$ mal so groß.

Bei gesteigerter Winderhitzung nimmt der Koksverbrauch bedeutend ab.

b. Bau der Hochöfen.

Die Last des Hochofens einschl. Inhalt f. d. qm und f. d. lfd. m Ofenhöhe ist bei älteren und neueren Säulenhochöfen zu 1600 bis 1800, bei neueren Ofen mit ausschl. Schachtmauerwerk zu 1200 bis 1600 kg anzunehmen. Tiefste Lage des Fundaments meist eine 1 m starke Betonschicht. Ganze Dicke des Fundaments bei lockerem Untergrund mindestens 1,5 m bei Pfeiler-, 1,5 bis 2,5 m bei Säulenhochöfen. Bei Pfeileröfen soll die Breite des Fundaments den Ofenstock noch um 0,2 bis 0,3 m, bei Säulenhochöfen die Aufsenkante der Säulenplatte um 1 bis 1,5 m überragen. Gusseiserner, schweiß- oder flusseiserner Tragring, ruht auf Säulen von 3 bis 4 m Höhe, 350 bis 450 mm Durchmesser und 25 mm Wandstärke, oder auf I-Trägern. Stärke des Blechmantels bei Ringstücken (mit Winkeleisen 70 · 70 · 9 mm eingerahmt) 6 mm; vernietet man Ringstücke und Ringe unter einander, so macht man

das Blech unten 10 bis 12, oben 8 bis 9 mm stark, bei Hochnähten doppelte, bei Rundnähten einfache Vernietung. Zwischen Mantel und Schacht 100 bis 200 mm Zwischenraum, der zuweilen mit Schutt u. s. w. ausgefüllt wird. Freistehende Schächte (Bauart Bütgenbach) werden nur durch wagerechte Ringe (am Schacht 100 · 20, an der Rast 130 · 20 mm) verankert, die in Abständen von 750 mm durch lotrechte Bänder (80 · 20 mm) verbunden sind. — Schutzmantel der Gicht 2 m hoch, Blechdicke 5 mm. Konsolen für die Gichtplattform etwa 2,2 m hoch, Blechdicke 5 bis 6 mm. — Gestell und Rast werden gekühlt; Wasserverbrauch 0,1 cbm für 1 Kasten i. d. Std.

Große Schachtsteine haben die ganze Wandstärke des Ofens zur Länge. Freistehende Schächte haben oben 600, am Kohlensack 750 mm Wandstärke bei 150 bis 200 mm Steindicke. Bei Öfen, aus kleinen Steinen aufgebaut, wird das Gestell $3\frac{1}{2}$ bis 4, die Rast $2\frac{1}{2}$ bis 3, der Schacht 2 Steine stark, bei mittlerer Steinbreite von 120 mm. — Gewöhnlich ist der Bodenstein 800 bis 900 mm hoch und liegt bis 5 m über Hüttensohle.

Windformen aus Bronze oder Kupfer. Bei kleinen Hochöfen häufig unmittelbar in die Ofenwandung eingesetzt, bei größeren in gußeisernen Kühlkästen mit eingegossenen schweißeisernen Rohren. Wasserverbrauch für eine Form 60 bis 75 l, für den Kühlkasten außerdem 75 bis 100 l i. d. Min. Der Kühlkasten schließt mit dem Gestell ab, während die Form 200 bis 400 mm in dieses hineinragt. Zahl der Formen bei Koksöfen 4 bis 8; man nimmt bei 1,3 m Gestelldurchmesser drei Formen, bei 1,3 bis 2 m Durchmesser vier, höchstens fünf; bei 2 m Durchmesser sechs oder sieben, höchstens neun Formen. Lichter Durchmesser der Düsen s. S. 458. Höhe der Formen über dem Bodenstein bei Koksöfen 1 bis 1,10 m, bei Holzkohlenöfen 0,7 bis 0,8 m. — Lürmannsche Schlackenform, ebenfalls aus Bronze, Kupfer oder Gußeisen. Wasserverbrauch 60 l i. d. Min.; die etwa 150 mm lange Form ragt etwa 80 mm in den Ofen hinein. Für sehr dünnflüssige Schlacke genügt eine Form mit cylindrischer Oeffnung von etwa 25 mm Weite, für dickflüssige Schlacke empfiehlt sich eine nach außen kegelförmig sich erweiternde Form von 40 bis 52 mm engstem Durchgang. Die Höhe über dem Bodenstein richtet sich nach dem Raum des im Ofen zu haltenden Eisens + 0,25 bis 0,33 cbm Schlacke. Der Höhenunterschied zwischen Wind- und Schlackenformmittel muß mindestens 260 mm betragen. Durch Anwendung der Schlackenform erlangt man 10 bis 40% Mehrerzeugung, 5 bis 10% Kohlenersparnis, und der Ofenbetrieb erfordert $\frac{1}{3}$ der Arbeiter weniger.

Absolute Abmessungen der Hochöfen. Höhe bei Holzkohlen 8 bis 10, bei Koks 18 bis 25 m. Kohlensack meist $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Ofenhöhe über den Formen; Durchmesser vor den Formen, im Kohlensack und an der Gicht verhalten sich im Mittel bei Koks wie 1 : 2,9 : 2. Formebenenendurchmesser 1,2 bis 2,6, gewöhnlich 1,8 m, bei Anthracit 3 bis 3,3 m. Gestellhöhe $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Ge-

santofenhöhe. Gestell von der Form nach unten zu $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{12}$ des Formebendurchmessers kegelförmig. Rastwinkel 70 bis 75° , bei schwer reduzierbaren Erzen 68° . Höhe des Kohlensacks über dem Bodenstein 6 bis 7 m. Kohlensackdurchmesser $D = 5$ bis $5,5$, höchstens 7 m. Das beste Verhältnis der Höhe H des ganzen Ofens zu D ist 4 bis $4,25$. Inhalt der Hochöfen zweckmässig 180 bis 400 cbm bei einer Ofenhöhe von 20 m.

Leistung der Hochöfen. Man kann rechnen, dass für je 1000 kg tägliche Roheisenerzeugung im Mittel erforderlich ist ein Ofeninhalte von

- 3 cbm für Darstellung gewöhnlichen Weisseisens aus leicht reduzierbaren Erzen,
- 4 cbm bei weniger leicht reduzierbaren Erzen,
- 5 cbm für Spiegeleisendarstellung,
- 7,5 cbm für Graueisendarstellung.

Für sehr große Hochöfen (über 400 cbm Inhalt) ist die relative Leistung geringer, für kleine Hochöfen größer.

e. Regulatoren.

Der Rauminhalt der Regulatoren muss, wenn der Wind von einem Gebläsecylinder geliefert wird, mindestens gleich dem 20-fachen Gebläsecylinderinhalt sein. Bei zwei Gebläsecylindern mit um 90° versetzten Kurbeln genügt der 10-fache Inhalt eines Gebläsecylinders; bei drei Gebläsecylindern mit um 120° versetzten Kurbeln ist ein Regulator überhaupt entbehrlich.

Lange und entsprechend weite Leitungen können den Regulator ersetzen.

Gewöhnlich haben 3 bis 4 Hochöfen einen gemeinsamen Regulator. Das Verhältnis der größten Veränderung der Windpressung zum mittleren Manometerstand (Regelungsgrad) schwankt zwischen 0,04 bis 0,06. Durchmesser cylindrischer Regulatoren 0,8 bis 2,5 m. Blechdicke 5 bis 10 mm.

d. Winderhitzungsapparate.

Zweckmäßige Temperaturen für den Wind sind:

- für graues und für manganreiches Eisen in großen Oefen 800° C,
- in kleinen Oefen 500° ,
- für Weisseisen in großen Oefen 400° — 500° ,
- für Weisseisen in Holzkohlenöfen $< 300^\circ$.

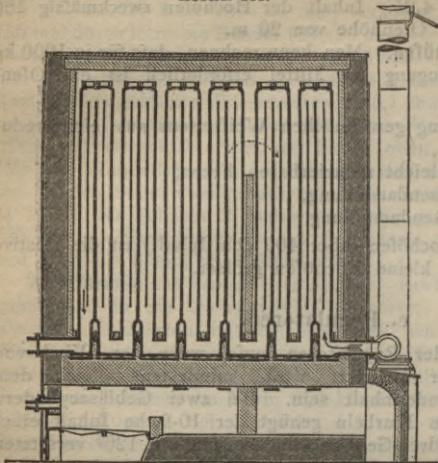
1. Eiserne Winderhitzer,

anwendbar bis etwa 500° C.

Apparate mit wagerechten Rohren werden nicht mehr gebaut. Am besten bewährt hat sich der in Abbild. 282 f. S. dargestellte

Fufskasten-Apparat. Die sogen. Sackrohre sind durch eine Mittelwand in zwei Teile geteilt, in deren einem der Wind auf-, in deren anderem er niedersteigt.

Abbild. 282.



Wandstärke der

Rohre 20 bis 30 mm.

Man rechne für

1 cbm i. d. Min. hindurchströmenden

Wind etwa 1,5 bis

3 qm Heizfläche, je

nach der zu erreichenden Temperatur; die

Geschwindigkeit des

Windes bei der mittleren Temperatur

$$\left(t_m = \frac{t_1 + t_2}{2} \right)$$

sei ≤ 15 m i. d. Sek.

2. Steinerne Wind-erhitzer.

Man braucht für

einen Hochofen mindestens drei, für zwei

mindestens fünf Apparate. Anwendbar für Hitzen über 500° C.

Erfordernis: gute Reinigung des Heizgases.

Whitwell-Apparate haben bei 6 bis 7 m Durchmesser und rd. 18 m Höhe eine Heizfläche von 1500 bis 1600 qm. Durch parallele lotrechte Wände ist der Innenraum in gröfsere und kleinere Abteilungen geteilt. Gewöhnlich ziehen die Feuergase durch die erste grofse Abteilung aufwärts, dann in fünf Abteilungen abwärts, dann wieder in einer weiteren Abteilung aufwärts und endlich in fünf bis sieben Abteilungen abwärts zur Esse. Beim Umschalten nimmt der kalte Wind den entgegengesetzten Weg.

Cowper-Apparate haben bei 5 bis 7 m Durchmesser und 18 bis 22 m Höhe 4000 bis 6000 qm Heizfläche. In dem 1 bis 1,5 m weiten, excentrischen, cylindrischen Verbrennungsschacht ziehen die Feuergase aufwärts und in der Kuppel umwendend durch 300 bis 500 Kanäle von 15 cm Weite mit 6 cm dazwischen bleibender Wandstärke abwärts zur Esse. Neuerdings werden beide Systeme vereinigt, indem die Feuergase in einer weiten Kammer aufwärts, durch viele enge Kanäle abwärts, abermals durch eine weite Kammer aufwärts, durch viele enge Kanäle abwärts, endlich zum dritten Mal ebenso und dann zur Esse ziehen. Einen solchen Apparat zeigt Abbild. 283.

Durch diese Anordnung wird die ungleichmäßige Erwärmung der Cowper-Apparate vermieden, die Leistungsfähigkeit also gesteigert.

Die Geschwindigkeit des kalten Windes betrage bei steinernen Winderhitzern 1,5 bis 2, die des erhitzten Windes 5 bis 8 m i. d. Sek. (Raum von 1 kg Luft bei der Temperatur von $t^{\circ}\text{C}$ und einem absoluten Druck von b mm Quecksilbersäule:

$$v = \frac{273 + t}{0,4643 b} \text{ cbm.}$$

Für 1 cbm Wind (bezogen auf 0° und 760 mm) i. d. Min. giebt man den zusammengehörigen Apparaten eine Gesamtheizfläche von 10 bis 20 qm, d. h. etwa 3,5 bis 7 qm thätige Heizfläche.

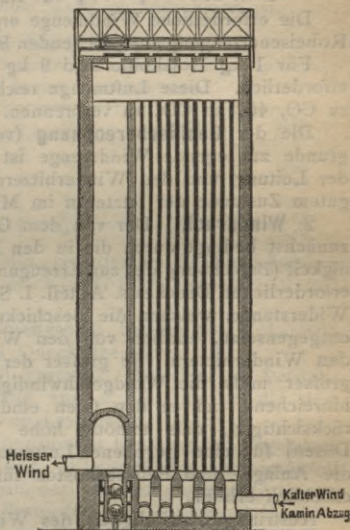
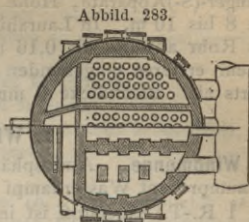
Abkühlungsdauer zur Reinigung vier bis sechs Tage, Dauer der Reinigung zwei Tage, Anheizen 20 Stunden.

e. Gasfänge.

Spannung der Gase an der Gicht 11 bis 17 mm Wassersäule. Der in der Gicht hängende, luftdicht auf dem Gichttrand ruhende Blechcylinder ist 1,6 bis 2,2 m lang und 6 bis 9 mm stark. Abstand des Cylinders vom Schacht 210 bis 260 mm. Gesamtquerschnitt der Ableitungsöffnungen nach Truran $\frac{1}{3}$, ist die Gicht 3 bis 4 m weit, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ vom Gichtquerschnitt. Ein schweißeiserner Gaskanal führt die Gase einer 500 bis 900 mm weiten, gleichfalls schweißeisernen, mit Sicherheitsventilen versehenen Gasleitung zu. Geschwindigkeit der Gase in den Ableitungsrohren 6 bis 8 m i. d. Sek.

Beim **Parryschen Trichter** ist die Grundfläche des inneren Kegels etwa $\frac{2}{3}$ der Gichtweite und $\frac{1}{3}$ der kleinen Oeffnung des abgestumpften Kegels. Rutschwinkel 35 bis 37 $^{\circ}$.

Hoffscher Gasfang: Mittelrohr 0,28, dessen unterer Trichter unten 0,7, dessen Höhe 0,25 bis 0,27 der Gichtweite. Blechstärke



12 bis 15 mm. Die Trichter sind aus Blech oder Gufseisen, im ersten Falle verstärkt man sie am Verschluss mit gufseisernen Ringen.

Zum **Reinigen der Gichtgase** dienen vorzugsweise nasse Reiniger: Lothringer-(S-)Apparate, Höhe 1,2 bis 1,7, Durchmesser 1 bis 1,5, Länge 8 bis 10 m. In Laurahütte gehen die Gase durch ein 0,94 m weites Rohr abwärts bis 0,16 m über Wasserspiegel, steigen dann in einem ersteres umgebenden 3,15 m weiten Rohr auf und gehen seitwärts ab. Blechdicke 6 mm.

f. Windbedarf.

1. **Windmenge.** Atmosphärische Luft enthält durchschnittlich 0,8 Raumprozent Wasserdampf und 0,04 Raumprozent Kohlensäure.

1 R.-T. Sauerstoff ist in 4,286 R.-T. Luft enthalten,

1 G.-T. " " " 4,241 G.-T. " " "

Die erforderliche Windmenge ergibt sich aus dem der täglichen Roheisenerzeugung entsprechenden Brennstoffaufwande (vergl. S. 451.)

Für 1 kg Holzkohle sind 9 kg Luft, für 1 kg Koks 6 kg Luft erforderlich. Diese Luftmenge reicht hin, um 60% des Kohlenstoffs zu CO, 40% zu CO₂ zu verbrennen.

Die der **Gebläseberechnung** (vergl. Abteil. I. S. 607 u. f.) zu grunde zu legende Windmenge ist entsprechend den Verlusten in der Leitung und den Winderhitzern höher anzunehmen, bei mäßig gutem Zustande der letzteren im Mittel etwa 1,25-mal so groß.

2. **Winddruck.** Der von dem Gebläse zu erzeugende Druck ist zunächst bedingt durch die in den Düsen anzunehmende Geschwindigkeit (Berechnung des zur Erzeugung einer gewissen Geschwindigkeit erforderlichen Druckes s. Abteil. I. S. 268); ferner abhängig von dem Widerstande, welchen die Beschickung dem aufsteigenden Gasstrom entgensetzt, endlich von den Widerständen in der Leitung und den Winderhitzern. Je größer der Durchmesser des Ofens, um so größer muss die Windgeschwindigkeit sein, damit der Luftstrahl hinreichend tief in den Ofen eindringt; hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass unnötig hohe Windgeschwindigkeit (zu enge Düsen) für eine gegebene Luftmenge die Gebläsearbeit und damit die Anlage- und Betriebskosten für Kessel und Gebläse nicht unerheblich erhöht.

Austrittsgeschwindigkeit des Windes aus den Düsen bei Holzkohlenhochöfen 80 bis 200, bei Kokshochöfen und heißem Winde 150 bis 300, bei Anthracitöfen bis 400 m i. d. Sek.

Die aus den Düsen strömende Luftmenge kann mit Hülfe der Formeln Abteil. I. S. 268 ermittelt werden. Für den vorliegenden Fall ergibt sich das durch die Düsen strömende Luftgewicht G in kg i. d. Min. näherungsweise zu:

$$G = \frac{13,59 \cdot 60}{10000} \sqrt{\frac{2g}{R} \mu F} \sqrt{\frac{(b+h_2)(h_1-h_2)}{273+t}} = 0,0669 \mu F \sqrt{\frac{(b+h_2)(h_1-h_2)}{273+t}}$$

worin bedeutet:

- b den jeweiligen Barometerstand in mm Quecksilbersäule,
 h_1 die am Manometer abgelesene Windpressung in der Leitung nahe den Düsen in mm Quecksilber-Ueberdruck,
 h_2 die im Gestell herrschende Pressung in mm Quecksilber-Ueberdruck,
 t die Temperatur des Gebläsewindes in Graden C,
 F den Querschnitt sämtlicher Düsen in qcm,
 μ den Ausflusskoeffizienten der Luft (Abteil. I. S. 268), nach G. Schmidt hier nur = 0,86 zu setzen.
 R. s. Abteil. I. S. 251.

Für erhebliche Druckunterschiede ($h_1 - h_2$) empfiehlt es sich, der rechten Seite obiger Gleichung einen Berichtigungsfaktor λ beizufügen, dessen Gröfse aus folgender Tafel zu entnehmen ist.

Tafel der Werte des Faktors λ .

$b + h_2$ in mm Quecksilber- säule.	$h_1 - h_2$ in mm Quecksilbersäule.				
	100	500	1000	1500	2000
600	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90
800	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
1000	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
1300	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
1600	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

Die Luftmenge M in cbm i. d. Min., reduziert auf 0° C und 760 mm Barometerstand, ergibt sich aus $M = 0,777 G$ (s. Abteil. I. S. 251 u. f., sowie S. 608).

Der Gegendruck h_2 im Hochofengestell beträgt bei Kokshochöfen in der Regel 30 bis 70 mm Quecksilbersäule.

Obige Formel für G (S. 456) gestattet, bei einer im Betriebe befindlichen Anlage durch Messung von h_1 , h_2 und t die dem Hochofen zugeführte Windmenge zu bestimmen.

Soll für einen Hochofen von bestimmter Leistung und gegebenen Düsenabmessungen die erforderliche Windpressung h_1 ermittelt werden, so bestimme man das erforderliche Luftgewicht G (in kg i. d. Min.) nach dem Verbrauch an Brennstoff i. d. Min. (vergl. S. 451); schätze h_2 gemäß obiger Angabe und findet:

$$h_1 = h_2 + \frac{224(273 + t)}{b + h_2} \left(\frac{G}{\lambda \mu F} \right)^2.$$

Der vom Gebläse zu erzeugende Druck h_0 mufs um den Druckverlust in der Leitung und den Winderhitzern gröfser sein; nach G. Schmidt setze man:

$$h_0 = 1,25 h_1 + 20 \text{ mm Quecksilbersäule.}$$

(Vergl. auch über Druckverlust in geraden Leitungen, Abteil. I. S. 272 u. 273.)

Der absolute Druck p in kg f. d. qcm, welcher der Formel zur Berechnung der Gebläsearbeit Abteil. I. S. 621 zu grunde zu legen

ist, beträgt somit:
$$p = 1 + \frac{h_0}{735,51}$$

Man findet:

bei Holzkohlenhochöfen $p - 1 = 0,07$ bis $0,2$,

bei Kokshochöfen $= 0,1$ bis $0,4$, meist $0,3$,

bei Anthracithochöfen $= 0,4$ bis $1,0$.

In letzterem Falle konstruiert man für große Oefen Gebläse und Kesselanlage derart, daß vorübergehend ein Ueberdruck von $1,5$ kg f. d. qcm erreichbar ist.

Für die Berechnung des erforderlichen **Düsendurchmessers** bei gegebenen Pressungen gilt:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{n} = \frac{G}{0,0669 n \mu} \sqrt{\frac{273 + t}{(b + h_2)(h_1 - h_2)}}$$

worin d der lichte Durchmesser der Düsenöffnung in cm, n die Anzahl der Düsen, je nach Größe des Hochofens 3 bis 8.

Man gibt den Düsen meist eine Seitenkonvergenz von 6° .

Windleitung. Die Windgeschwindigkeit nehme man für kalten Wind etwa $= 10$ m i. d. Sek.; für heißen Wind ist größere Geschwindigkeit zulässig.

C. Zusammensetzung des Roheisens. *)

Roheisensorte.	Kohlenstoff.	Mangan.	Silicium.	Schwefel.	Phosphor.
Holzkohlenroheisen:					
Gehalt in ‰:					
Graues von Ilseburg	3,19	0,41	2,20	0,07	0,51
Halbiertes, schwedisches von Finspong .	2,7	0,32	0,63	0,15	Spur
Koksroheisen, graues:					
Grobkörniges (Nr. I) d. Gutehoffnungshütte	3,54	0,18	2,45	0,01	0,97
Feinkörniges (Nr. III), eben daher . .	3,43	0,16	1,87	Spur	0,93
Bessemer-Roheisen der Georgs-Marienhütte Nr. I	4,76	3,41	3,31	0,05	0,07
Desgl. Nr. II	3,76	3,90	2,52	0,03	0,07
Desgl. Nr. III	3,14	3,78	1,73	0,04	0,08
Koksroheisen, weißes:					
Spiegeleisen von Fr. Krupp	5,3	11,3	Spur	Spur	0,01
Weißstrahleisen der Georgs-Marienhütte	2,94	4,78	0,67	Spur	0,09
Hochstrahliges Roheisen von Ilsede für den Thomasprozefs	2,68	3,84	0,11	0,04	3,29
Eisenmangan von Hoerde	5,31	55,1	2,52	Spur	0,38

*) Nach Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde.

D. Gießerei-Betrieb.

a. Umschmelzen des Roheisens.

1. In feuerfesten Thon- oder Graphittiegeln im Tiegelofen.

Einsatz höchstens 1000 kg. 100 kg Gufseisen brauchen durchschnittlich 140 kg Koks, Abbrand 20 bis 25%. Ofenschacht hat 60 bis 75 cm Höhe und 35 cm Weite.

2. In Kupolöfen.

Höhe der Schächte für Koks mindestens 2 m, gewöhnlich 3,5 bis 4 m, für Holzkohlen am zweckmäßigsten 6,3 m. **Weite** in der Formhöhe mit Rücksicht auf Ausbesserungen $\geq 0,5$ m. Für 1 kg zu schmelzenden Eisens ist ein Schachtquerschnitt an der engsten Stelle von 0,8 bis 1,25 qcm erforderlich. Porige Koks erfordern größere Schachtquerschnitte, als dichte. Abstichöffnung 0,5 bis 0,9 m über der Hüttensohle gelegen. Mantel in der Regel aus 10 mm starkem Eisenblech. Schachtfutter mindestens 0,15 m, für Gießereiöfen meist 0,2 bis 0,25 m, für Besemereiofen bis 0,4 m stark. Der Boden wird 0,16 bis 0,21 m hoch aus einem Gemenge von feuerfestem Thon und Quarzsand gestampft.

Die **Formen** liegen bei starkem Gebläse und festen Koks 0,5 bis 0,75 m, bei schwachem Gebläse und leichten Holzkohlen etwa 0,35 m über dem Boden. Die Zahl der Formen wächst mit der Weite der Schächte auf sechs bis acht; oft zwei Formreihen über einander; der gesamte, zweckmäßig reichlich zu bemessende Querschnitt der Windeinströmungsöffnungen beträgt $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ des engsten Schachtquerschnitts.

Brennstoffaufwand. Auf 100 kg Roheisen rechnet man 7 bis 10 kg Koks (ohne Anheizung).

Zum Anblasen der Oefen braucht man durchschnittlich 30 kg Koks oder ebensoviel Holzkohlen.

Wind. Man braucht auf 100 kg Roheisen durchschnittlich 60 bis 75 cbm Wind mit einer Pressung von meist 200 bis 400 mm Wassersäule, selten bis 1500 mm. Winderhitzung bietet bei Kupolöfen keinen Vorteil.

Größe der Gichten. Für 1 qm Fläche der Gichtöffnung etwa 80 kg Koks auf eine Gicht.

Zu jeder Gicht setzt man ungefähr 15 bis 20% von dem Gewichte der Koks an Kalkstein.

Eisenabgang 3 bis 10%, gewöhnlich 5 bis 7%.

Ireland-Ofen: Unten drei bis vier, oben sechs bis acht Formen; Querschnitt der Windformen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des engsten Schachtquerschnitts, wobei die unteren doppelt so großen Querschnitt haben als die

oberen. Die beiden Formenreihen haben 0,45 bis 0,75 m lotrechten Abstand.

Krigrar-Ofen: Der Wind tritt aus einem rings um den Ofenschacht laufenden Kanal durch zwei einander gegenüberliegende, lotrecht absteigende Kanäle, deren Querschnitt zusammen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des wagerechten Schachtquerschnittes beträgt, in zwei überwölbte Oeffnungen und durch diese in den Ofen. Jede der Oeffnungen ist $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des ganzen Ofenschachtes im lichten breit, die Höhe schwankt zwischen 400 bis 700 mm. In Gröditz ist ein Krigrar-Ofen mit 3000 bis 4000 kg Produktion i. d. Std. in Betrieb. Von Hüttensohle bis Oberkante Schacht 4,37 m, bis Oberkante Vorherd 2,00 m; Vorherd rund mit 1,25 m Durchmesser, im lichten 0,8 m. Schacht im lichten oben 0,85 m Durchmesser, unten 0,6 m.

3. Einschmelzen in Flammöfen.

Nur da angewandt, wo roher Brennstoff sehr billig ist, oder zum Einschmelzen großer, schwer zu zerkleinernder Stücke, oder, wenn das Roheisen beim Umschmelzen verändert werden soll.

Für je 1000 kg Einsatz nehme man nach Ledebur 0,5 bis 1 qm Herdfläche (für kleine Öfen mehr, für große weniger). Die gesamte Rostfläche $R = \frac{1}{3}$ der Herdfläche, Flammloch $= \frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3} R$; Fuchsquerschnitt $= \frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{10} R$; Essenquerschnitt $= \frac{1}{3} R$; Essenhöhe rd. 25 m; Zeitdauer des Einschmelzens mit Anheizen 6 bis 7 Std., ohne Anheizen 4 bis 5 Std.

Brennstoffverbrauch für 100 kg Roheisen je nach dem Aschengehalt des Brennstoffes und der Strengflüssigkeit des Roheisens 50 bis 80 kg Steinkohle oder 100 bis 130 kg Holz.

Eisenabgang 6 bis 9%, höchstens 12%. **Einsatz** 1250 bis 15000 kg, in der Regel 5000 bis 10000 kg.

b. Bestimmung des Gewichtes großer Gufsstücke.

Das Gewicht großer Gufsstücke berechnet sich aus:

$$G = \frac{a-1}{a} \frac{S}{s} M = x M,$$

worin bedeutet:

- s das spezifische Gewicht des Modells,
- S " " " " " Gufsstückes,
- M das absolute Gewicht des Modells,
- a den reciproken Wert des körperlichen Schwindmaßes. (Letzteres beträgt z. B. für Gufseisen etwa 1:32; mithin ist für Gufseisen $a = 32$ zu setzen.)

Werte des linearen Schwindmaßes verschiedener Metalle s. Abteil. I. S. 285; das Flächenschwindmaß ist doppelt, das körperliche Schwindmaß dreimal so groß, als jenes.

Für Stahlgufs rechnet man das lineare Schwindmaß $= 1:50$.

Tafel der Werte von α .

(Nach Karmarsch.)

Material des Modells.	Material des Gußstücks.						
	Gußeisen.		Messing.	Rotgufs.	Bronze.	Zink.	Glocken- oder Kanonen- metall.
	im Mittel	bis					
Fichtenholz	14	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Tannenholz	14	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Eichenholz	9,0	10,9	10,1	10,4	10,3	8,6	10,9
Buchenholz	9,7	11,1	10,9	11,4	11,3	9,4	11,9
Lindenholz	13,4	—	15,1	15,7	15,5	12,9	16,3
Birnbaumholz	10,2	13,0	11,5	11,9	11,8	9,8	12,4
Birkenholz	10,6	13,5	11,9	12,3	12,2	10,2	12,9
Erlenholz	12,8	13,5	14,3	14,9	14,7	12,2	15,5
Mahagoniholz	11,7	—	13,2	13,7	13,5	11,2	14,2
Messing	0,84	0,95	0,95	0,99	0,98	0,81	1
Zink	1	—	1,13	1,17	1,16	0,96	1,22
Zinn (mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Blei)	0,89	1,11	1	1,03	1,03	0,85	1,12
Blei	0,64	0,79	0,72	0,74	0,74	0,61	0,78
Gußeisen	0,97	—	1,09	1,13	1,12	0,93	1,18

III. DARSTELLUNG VON SCHMIEDBAREM EISEN.

A. Puddelofenbetrieb.

1. **Gewöhnliche Ofenabmessungen.** Gerüst aus Gußeisenplatten etwa 3,8 bis 4 m lang, 1,75 bis 2 m breit und 1,88 m hoch. Der Zwischenraum zwischen zwei Ofenfronten muß mindestens 3,75 m betragen. Die Entfernung der Puddelofenthür bis zum Zängehammer oder Rohschienenwalzwerk muß möglichst gering sein. Gußeiserne Herdplatten 50 bis 80 mm stark. Länge des Herdes 1,2 bis 2,0 m, Tiefe durchschnittlich 0,15 bis 0,25 m, Breite zur Länge etwa 0,8, Breite bei Doppelöfen 1,5 bis 2,0 m. Der Herd liegt 0,25 bis 0,30 m unter Oberkante Herdeisen, 0,20 bis 0,26 m unter der Arbeitsplatte.

Arbeitsthür 0,14 bis 0,21 qm Querschnitt. Stärke des Gewölbes 16 bis 21 cm, Gewölbemitte über Herdsohle 0,6 bis 0,7 m. Rostfläche für je 100 kg Einsatz 0,3 qm. Größe des Flammenlochs = 0,5 der Rostfläche, des Fuchses = 0,1 bis 0,2 der Rostfläche. Querschnitt der Esse = 0,25 der Rostfläche. Höhe der Esse 12 bis 18 m. Gemeinsame Esse für mehrere Puddelöfen 40 m und darüber hoch.

2. Einsatz 200 bis 300 kg, bei Doppelöfen 300 bis 500 kg, Zahl der Hitzten in 12 Std. für weiches Eisen bei 300 kg Einsatz: 10, für Feinkorneisen 6 bis 7, für Stahl 5 bis 6. Für Feinkorn und Stahl nimmt man in der Regel auch kleinere Einsätze, 225 kg.

3. Abbrand bei schnellgehendem, weichem Eisen 6 bis 7%, bei Feinkorneisen und Stahl 9 bis 14%.

4. Brennstoffverbrauch. Auf je 100 kg Luppeneisen rechnet man 80 bis 100 kg Steinkohlen (oder 120 bis 150 kg Braunkohle). Puddelstahl verlangt bis 150 kg Steinkohle für 100 kg Luppeneisen.

Brennstoffersparnis durch Vorwärmherde 15%. Durch Anwendung von Bicherouxf Feuerungen erreicht man eine Ersparnis von rd. 25%.

5. Kessel. Zur Ausnutzung der Abhitze der Puddelöfen, wenn genügend Platz vorhanden ist, liegende Walzenkessel anzuwenden. Bei stehenden Kesseln ist die Wartung weit schwieriger, auch erfordern sie häufigere Ausbesserungen. (Vergl. Abteil. I. S. 732 u. f.)

Heizfläche etwa gleich der 22-fachen Rostfläche, wobei dann die stündliche Dampfentwicklung etwa 15 kg f. d. qm Heizfläche anzunehmen ist. 1 kg Kohlen entwickelt hierbei etwa noch 1,5 bis 2 kg Dampf, dementsprechend beträgt die Heizfläche eines Kessels für einen Puddelofen für mittlere Verhältnisse rd. 20 qm. Ueberdruck der Kessel in der Regel 5 Atm.

6. Wasserverbrauch. Nach Fehland beträgt der stündliche Wasserverbrauch eines Puddelofens:

mit offenem Kanal	0,50 bis 0,65 cbm,
mit geschlossenem Kanal	0,8 " 1,0 "
Kühlung des Gezähes	0,10 "
Trinkwasser für 100 Arbeiter	0,33 "
Kessel	0,375 bis 0,500 "

Reinigung der Hütte besonders.

Luppenhammer s. Abteil. I. S. 542. Man rechnet einen Hammer auf sieben bis acht Puddelöfen. Handsteuerung mit Ventilen oder entlasteten Schiebern.

B. Bessemer- und Thomas-Werke.

a. Umschmelzöfen.

Als solche dienen ausschliesslich (Ireland- oder Krigar-) Kupolöfen (vergl. S. 459) mit 1,5 bis 2 m Durchmesser und einem für die Aufnahme der geforderten Eisenmenge (5 bis 12 t) ausreichen-

den Herde. Um schnelle Beschickung zu ermöglichen, ist die Gicht häufig mit zwei Aufgabeöffnungen versehen.

b. Birnen.

1. Abmessungen (in m).	Sauerer Prozeß.		Basischer Prozeß.
	5 bis 6 t Einsatz.	8 b. 10 t Einsatz.	8 bis 10 t Einsatz.
Gesamthöhe	3,5 bis 3,8	4,0 bis 4,8	4,0 bis 4,8
Lichte Weite im Bauch	1,6 bis 1,8	1,8 bis 2,0	2,0 bis 2,5
" " am Boden	1,0	1,0 bis 1,3	1,2 bis 1,5
Halsmündungsweite	0,5 bis 0,6	0,6 bis 0,7	0,6 bis 0,7
Stärke des Futters im Bauch	0,2 bis 0,3	0,3 bis 0,4	0,35 bis 0,45
Bodenstärke	0,4 bis 0,5	0,4 bis 0,5	0,55 bis 0,65

Durchmesser der Windeinstromungsöffnungen 1 bis 2 cm. Düsenquerschnitt für 1 t Einsatz 15 bis 20 qcm, bei Verarbeitung silicium-ärmerer Roheisensorten in der basischen Birne bis 25 qcm.

Höhe des Eisenbades 0,4 bis 0,65 m.

2. Futter. (S. S. 445.) Das Futter für das saure Verfahren besteht aus Kieselsäure mit etwas Thon, wird entweder gestampft oder meist gemauert. Ein Futter hält ohne gröfsere Ausbesserungen 80 bis 100 Hitzen aus; nach 200 bis 400 Hitzen wird in der Regel eine vollständige Erneuerung notwendig.

Das basische Futter (magnesiahaltiger Kalkstein [Dolomit] mit 8 bis 10% eingedicktem Gasteer vermischt) meist aus gestampften und dann gebrannten Steinen aufgemauert. Dauer etwa wie oben.

Zur Herstellung des basischen Futters ist erforderlich ein basisch ausgekleideter Kupolofen zum Brennen des Dolomits, eine Mühle zum Zerkleinern, eine Mischmaschine, eine Presse, wenn die Steine geprefst werden sollen.

3. Böden meist gestampft, mit Rücksicht auf den häufigen Wechsel (ein Boden hält nur 12 bis 20 Hitzen ohne Ausbesserung aus) leicht auswechselbar anzuordnen. (Wasserdruck-Hebevorrichtung zum Einsetzen der Böden.) Ein aus Ziegeln hergestellter Boden braucht 12 bis 15 Std., ein gestampfter oder gegossener Boden 96 bis 120 Std. zum Trocknen.

c. Hilfsmaschinen.

1. Gebläse. Berechnung s. Abteil. I. S. 617 u. f. Man rechnet für 1 t Einsatz 33 cbm (= 42,7 kg) Wind. Die erforderliche Windpressung, sowie die in der Zeiteinheit durch die Düsen strömende Windmenge ergeben sich nach den Formeln auf S. 456 u. f., für h_2 ist der Gegendruck an der Düsenmündung einzuführen (= Höhe des Eisenbades in mm mal Verhältnis des spezifischen Gewichts von heißem Eisen zu dem des Quecksilbers = 0,54, mit Rücksicht auf Gasspannungen an der Birnenmündung schätzungsweise noch etwas

zu vergrößern.)* Für μ ist hier nur 0,76 zu setzen. Die Temperatur der Luft kann gleich 100° C geschätzt werden. Angaben über Düsenabmessungen s. o. In der Regel werden die Gebläse für 1,5 bis 2 Atm. Ueberdruck gebaut, u. zw. ist der Ueberdruck beim basischen Prozeß im allgemeinen höher zu wählen als beim saueren. Gebläse und Kessel müssen so bemessen sein, daß sich vorübergehend der Druck über das berechnete Maß steigern läßt. Der absätzig betrieb der Stahlwerksgebläse macht Kessel mit großem Wasserraum empfehlenswert.

Die Gebläse müssen für möglichst gleichförmige Windlieferung gebaut sein, gewöhnlich zwei um 90° versetzte Kurbeln, um den bei absätzigem Betriebe sehr unbequemem Windregulator entbehren zu können.

2. Krane. Centralgießkran (s. Abteil. I. S. 562, Abbild. 444) mit 3 bis 7 m Ausladung, 1,5 bis 3 m Hub. Statt dessen in neuerer Zeit vielfach fahrbare Gießkrane vorgezogen.

Die Blockkrane erhalten je nach Gewicht der Blöcke und Korkillen eine Tragkraft von 1000 bis 6000 kg, bei 1,5 bis 2,5 m Hub. Betrieb der Hebevorrichtungen meist durch Druckwasser. Näheres über Kraftsammler (Akkumulatoren) vergl. Abteil. I. S. 573. Man giebt den Kraftsammlern für Bessemerwerke gewöhnlich 20 bis 30 Atm. Druck und 0,4 bis 0,5 cbm nutzbaren Inhalt.

3. Wendevorrichtung, am besten durch Druckwasser betrieben. Arbeitsvermögen der Kippvorrichtung 20 bis 80 mt. Kippwinkel 270°. Teilkreisdurchmesser 0,8 bis 1,2 m.

d. Anordnung.

Aufgabesohle für die Kupolöfen	10 bis 12 m	über Hüttensohle,
Abstichsohle	6 " 8 m	" " "
Höhe der Kippachsen	3 " 5 m	" " "
Versenkte Gießgrube	1,2 m	unter Hüttensohle.

Birnenachsen meist in einer Geraden liegend. Abstand der Birnenmitten 6,5 m, Durchmesser der Gießgrube rd. 15 m.

e. Betrieb und Leistung.

Brennstoffverbrauch der Kupolöfen höher als im Gießereibetrieb (vergl. S. 459); für 1000 kg fertiges Eisen rechnet man 150 bis 170 kg Koks. Die Dampfkessel erfordern für je 1000 kg fertiges Eisen etwa 200 bis 400 kg Steinkohle. Eisenabgang beim saueren Prozeß etwa 12%, beim basischen infolge des Nachblasens meist 15%.

Die **Leistung** eines Bessemerwerkes ist bei ausreichender Menge flüssigen Roheisens lediglich abhängig von der Geschwindigkeit, mit

*) Bei basischem Betrieb ist auch auf die Schlackenmenge Rücksicht zu nehmen.

welcher ein schadhaft gewordenes Futter ausgebessert werden kann und die Böden ausgewechselt werden können.

In einer Anlage von zwei saueren oder drei basischen Birnen kann man mit einer Betriebsbirne in 24 Std. etwa 50 Chargen erreichen.

Dauer des Blasens 10 bis 25 Min.

Das zum saueren Prozefs verwandte Roheisen enthält in der Regel 1,5 bis 3% Si, 1 bis 3% Mn, und darf nicht über 0,1% P enthalten.

Zum basischen Prozefs eignet sich ein Roheisen mit 1,5 bis 3% P, 0,0 bis 1,5% Si und 0,5 bis 2,5% Mn.

Kalkzuschlag beim basischen Prozefs 14 bis 16%.

Die meisten Werke arbeiten mit Rückkohlung, wozu man einen Zusatz von Spiegeleisen mit 10 bis 20% Mn oder, für sehr weiche Erzeugnisse, Ferromangan von 25 bis 70% Mn-Gehalt verwendet.

Zusatz Eisen 5 bis 8% vom Einsatz. Spiegeleisen meist geschmolzen, Ferromangan kalt oder angewärmt in die Birne eingesetzt. Beim basischen Prozefs ist die Schlacke vor der Rückkohlung in einen bereit stehenden, 1 bis 2 cbm fassenden Schlackenwagen abzugießen.

Die Gestehungskosten für 1000 kg Stahl ausschl. der Kosten des Eisens und der Zinsen und Tilgung des Anlagewertes betragen nach Stühlen beim saueren Prozefs 13,75 *M.*, beim basischen 18,70 *M.*

C. Flammofenflusseisen (Martineisen).

Ofen meist mit Generatorfeuerung und regelmäßig mit Regeneratoren, welche in der Regel unter dem Ofen liegen, betrieben. Einsatz 2000 bis 25000 kg.

Tiefe des Bades 0,2 bis 0,4 m, woraus sich die Größe des Herdes ergibt. Verhältnis von Länge zu Breite wie 3:2. Eine große Tiefe des Bades ist bei unvermeidlich größerem Brennstoffverbrauch geboten, wenn das Eisen dem Einfluss des Sauerstoffs möglichst entzogen werden soll.

Die Regeneratorkammern erhalten eine lichte Höhe von 3 bis 5 m.

Futter sauer (Phosphorgehalt des Roheisens $< 0,1\%$) oder basisch (Phosphorgehalt bis 1% zulässig). Beim basischen Prozefs soll das Futter an der schwächsten Stelle nicht weniger wie 0,5 m stark sein. Entweder werden dem im Ofen selbst niedergeschmolzenen Roheisen Abfälle von schmiedbarem Eisen, deren Menge oft ein Vielfaches des eingesetzten Roheisens ist, zugegeben, oder neben Eisenabfällen (reine) Eisenerze beigemischt (Siemens-Martin-Prozefs). Wenn die Entkohlung weit genug fortgeschritten ist, wird gewöhnlich dem Bade zur Entziehung des Sauerstoffs 0,5 bis 3% Ferromangan oder Ferrosilicium zugesetzt.

Brennstoffverbrauch für 1000 kg fertiges Martineisen 500 bis 700 kg Steinkohle, unter günstigen Umständen 400 kg.

Abbrand 5 bis 8%, je nach der Dauer des Prozesses. Ueberwiegt im Einsatz das schmiedbare Eisen, so lassen sich vier Hitzen in 24 Std. erreichen. Je mehr sich das Verfahren dem Siemens-Erzprozefs nähert, um so länger dauert die Hitze (zwei bis drei Hitzen in 24 Std.).

D. Tiegelflufsstahl.

Tiegel. Thontiegel aus 88% rohem Thon, 8% Chamotte, 4% Koks. Graphittiegel aus 44% Graphit, 44% Chamotte, 12% Thon, oder aus 80% Thon, 16% alten Schmelztiegeln und 4% Koks. Die Tiegel sind für Einsätze von 15 bis 40 kg Stahl berechnet und erhalten für 30 kg Einsatz etwa 27 cm grössten äufseren Durchmesser, rd. 48 cm Höhe, 2,0 bis 2,6 cm Wandstärke, 2,6 bis 3,3 cm Bodenstärke. Trockendauer der Tiegel drei Monate; ein Tiegel hält ein bis drei Hitzen aus.

Schachtöfen. Höhe von Rost bis Gicht 1 m, bis zum Fuchs 0,8 m. Breite und Länge des Ofens bei einem Tiegel 40·40 cm, bei zwei 42·55 cm, bei vier 55·60 cm. Das Schmelzen dauert 3 bis 4 Std., bei gröfseren Oefen mit 8 bis 12 Tiegeln 6 Std. Auf 100 kg Stahl gehen 400 kg Koks, Abbrand 3 bis 5%.

Regenerator-Oefen bestehen aus drei getrennten Kammern, jede zu sechs Tiegeln, welche in zwei Reihen aufgestellt sind. Umkehr des Feuers stündlich; für 1 t der in 24 Std. vergasten Steinkohlen etwa 2,5 cbm Gitterraum im Regenerator. Bedienung der Oefen und Generatoren für Schicht und Ofen sechs Mann, Schmelzverlust 1 bis 3% ; Kohlenverbrauch 100 bis 150 kg für 100 kg Stahl.

Tiegelschmelzöfen mit 2,5·2,6 m Herdfläche und Bicheroux-Feuerung fassen 40 bis 55 Tiegel von 30 bis 34 kg Inhalt. In 24 Std. 2½ bis 4 Chargen bei 7 bis 5 Std. Chargendauer. 1 Std. für Herdausbesserung und Einsetzen.

Rohstoff für die Tiegelflufsstahl-Darstellung: für feinen Werkzeugstahl Cementstahl, sonst in der Regel Puddel- oder Herdfrischstahl, welchem erforderlichenfalls je nach dem Kohlenstoffgehalt des Rohstoffes und dem verlangten Kohlenstoffgehalt im Stahl schmiedbares Eisen oder Eisenmangan zugesetzt wird.

Zusammensetzung von Tiegelflufsstahl. *)

	Kohlenst.	Silicium.	Mangan.	Schwefel.	Phosphor.
	Gehalt in Prozent.				
Werkzeugstahl von St. Etienne	1,00	0,06	0,08	0,015	0,02
Geschützstahl von Krupp	1,50	0,11	0,16	0,03	0,04
Formguß von Bochum (Herzstück)	1,31	0,09	0,98	0,05	0,13

*) S. Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde.

E. Cementstahl.

Ein Cementierofen faßt zwei thönerne Cementierkästen, welche im Mittel 2,8 bis 3,4 m lang, 0,7 bis 0,9 m breit, 0,7 bis 1,1 m hoch sind, meist je 7,5 bis 10 t Eisen fassen und aus feuerfestem Thon, feuerfesten Ziegeln, zuweilen auch aus feuerfesten Sandsteinplatten angefertigt werden. Wandstärke der Kästen 120 bis 150 mm, Abstand zweier Kästen von einander 0,12 bis 0,13 m, von den Seitenwänden 0,13 bis 0,21 m. Die zu cementierenden schweißeisernen Stäbe von 8 · 130 bis 20 · 60 mm Querschnitt sind mindestens 52 mm kürzer als die Kästen.

Der Rauminhalt des in jeden Kasten eingeladenen Eisens kann bis 36% vom ganzen Raum betragen. Als Cementierpulver dient Holzkohle, am besten von hartem Holze (Buchen-, Birken- oder Eichenholz). Die Kohle wird in Körnern von 5 bis 15 mm Durchmesser angewandt. Man nimmt für jede Cmentation $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ frische Holzkohle; auf 100 kg Eisen 27 kg Holzkohle.

Brennstoffverbrauch: bei Steinkohlen 80% der Menge des cementierten Eisens. Anheizen dauert etwa 24 Std., Kohlung einschl. Anheizen 9 bis 10 Tage, Abkühlung sechs Tage. Das Erzeugnis hat eine Gewichtszunahme von 0,5 bis 0,75% erfahren.

F. Schmiedbarer Gufs.

Rohstoff: Weißes graphitfreies Eisen von 3 bis $3\frac{1}{2}$ % C. Silicium und Mangan verzögern oder verhindern je nach ihrer Menge die Entkohlung, doch ist zur Erzielung dichter Güsse und, um das Eisen leichtflüssiger zu erhalten, ein mäßiger Silicium- oder Mangan-gehalt erforderlich. Besonders zweckmäßig ist ein aus den reinen Roteisenerzen Cumberlands bei übersetztem Hochofengang erblasenes weißes Roheisen von nur etwa 0,1% Mangan-gehalt, dem nach Bedarf andere Roheisensorten beigemischt sind, um den erforderlichen Silicium-gehalt ($\leq 0,6\%$) zu erzielen. Entkohlungsmittel ist Roteisenstein, seltener Brauneisenstein. Fassungsraum der cylindrischen oder parallelepipedischen Glühtöpfe 20 bis 30 bezw. 100 bis 120 kg Gufsware. Die Töpfe werden aus möglichst graphitischem Gufseisen hergestellt, halten 15 bis 20 Glühungen aus (schweißeiserner nur 3) und es haben cylindrische gewöhnlich etwa 300 mm Durchmesser, 400 mm Höhe, 10 bis 15 mm Wandstärke und 20 mm Bodenstärke; sie sind mit Füßen versehen, damit die Flamme darunter wegstreichen kann; parallelepipedische Kästen haben 26 mm Wandstärke. Ein Ofen faßt gewöhnlich 12 bis 18 Töpfe, welche bei kleineren Gufswaren (unter 25 mm stark) 18 bis 24 Std. darin bis zur Kirschrotglut angefeuert, 60 bis 80 Std. auf dieser Temperatur erhalten, dann 24 bis 36 Std. abgekühlt werden.

IV. WALZWERKE.

a. Schweißöfen.

Schweißöfen sind Flammöfen mit Steinkohlen- oder Gas-Feuerung. Der Herd ist eben und nach hinten wie nach dem Fuchs um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{10}$ der Länge geneigt.

Abmessungen ausgeführter Schweißöfen.

	Herdlänge. m	Herdbreite. m	Rostfläche. qm	Einsatz. t
Für kleine Pakete	2,25—2,50	1,5 — 1,55	0,95—1,0	0,6—0,85
„ mittlere „	2,5 — 2,8	1,5 — 1,6	1,0 — 1,1	0,6—1,25
„ große „	3,2 — 3,5	1,95—2,0	1,3 — 1,75	1,4—2,5

Höhe der Feuerbrücke über dem Herd 0,1 bis 0,4 m,
 „ „ „ „ „ Rost 0,35 bis 0,7 m.

Kohlenverbrauch für 1 t Schweißseisen: bei Steinkohlenfeuerung 500 bis 700 kg, bei Gasfeuerung mit Regeneratoren (Bicheroux, Lürmann, Siemens) 200 bis 350 kg. In der Regel wird die Abhitze der Oefen zur Dampfkesselheizung benutzt (bei Siemensöfen nicht möglich).

Auf einen Schweißsofen kommen $1\frac{1}{3}$ bis 4 Puddelöfen, je nach den herzustellenden Eisensorten, im Durchschnitt 2.

b. Wärmöfen für Flusseisen.

Rollöfen mit Planrost. Länge des Herdes ~ 8 m bei $\frac{1}{3}$ Steigung nach dem Fuchs zu, Breite des Herdes 1,6 bis 2,3 m. Einsatzöffnung am Fuchs, Oeffnung zum Herausziehen der Blöcke an der Feuerbrücke. Außerdem auf jeder Seite 8 bis 12 Thüren. Rostfläche 2 bis 4 qm. Bei hinreichender Länge der Oefen gute Wärmeausnutzung. Dampfkesselheizung kaum noch lohnend. Auf 100 kg kalt eingesetzte Blöcke rechnet man 19 kg Steinkohlen, auf 100 kg warm eingesetzte Blöcke 10 kg. Regenerativöfen bieten hier keine wesentlichen Vorteile.

Wärmegruben an Stelle der Wärmöfen, wo es die Betriebsverhältnisse gestatten, empfehlenswert.

e. Walzenstrassen.

Drahtwalzwerke (für Eisen von 3,5 bis 12 mm Stärke) haben getrennte Vor- und Schnellwalzen. Vorwalzen 30 bis 32 cm Durchmesser, 200 bis 300 Umdrehungen i. d. Min. Schnellwalzen 25 bis 30 cm Durchmesser, 500 Umdrehungen i. d. Min. Abstand der Walzenstrassen 8 bis 10 m. Die Vorwalze wird meist unmittelbar von der Maschine getrieben. (Nutz-) Stärke der Walzenzugmaschine 400 bis 500 PS. Für Stahl beträgt die Betriebsarbeit etwas das 1,3-fache.

Feineisenwalzwerke (für Rund- und Quadrateisen von 12 bis 52 mm, Winkeleisen bis 65 mm Schenkellänge, Grubenschienen) haben ebenfalls getrennte Vorwalzen, unmittelbar von der Maschine betrieben, mit 120 Umdrehungen i. d. Min. und 40 cm Durchmesser. Fertigwalzen $D = 30$ cm bei 260 Umdrehungen i. d. Min. Abstand von der Hauptstrasse 7,5 m. Stärke der Walzenzugmaschine 300 bis 400 PS.

Walzwerke für Mitteleisen (Rund- und Quadrateisen bis 75 mm, Flacheisen bis 135 mm breit, Winkeleisen bis 75 mm Schenkellänge) 100 bis 120 Umdrehungen i. d. Min., Walzendurchmesser 40 cm. Drei bis vier Gerüste.

Stabeisenwalzwerke für Rund- und Quadrateisen bis 150 mm, Flacheisen bis 180 mm Breite, Winkeleisen bis 125 mm Schenkellänge, erhalten bei 70 bis 80 Umdrehungen i. d. Min. einen Walzendurchmesser von 50 bis 55 cm, Walzenzugmaschine 350 bis 400 PS.

Schienenwalzwerke erfordern 100 bis 120 Umdrehungen i. d. Min. der 65 bis 75 cm starken Walzen.

Ein Flusseisenschienenwalzwerk (Trio-) in Westfalen liefert in 24 Std. etwa 1000 bis 1200 Schienen zu 250 kg d. i. 300 t, ausnahmsweise 1300 Stück zu 372 t. Walzenzugmaschine 600 bis 800 PS.

Blechwalzwerke. Feinblechwalzwerke (für Bleche von 0,1 bis 5 mm Stärke, 1 m breit, 2 m lang), Walzendurchmesser 55 bis 60 cm bei 40 Umdrehungen i. d. Min. Betriebsarbeit bei drei Gerüsten 30 bis 40 PS. Trio nach Lauth erhalten 55 bis 60 cm starke Ober- und Unterwalzen, während die lose Mittelwalze nur 25 cm stark ist. Abbrand und Verschnitt 20 bis 25 %.

Ein Feinblechwalzwerk liefert mit einer Vor- und einer Fertigwalze, einem Plattinen-, einem Ausglühofen und zwei Wärmöfen in 12 Std. an fertigen Blechen nach deutscher Blechlehre (s. Sechzehnter Abschnitt, Materialienkunde) von

Nr. 11—12	13—16	17—20	21	22	23	24	25
bis 4500	3500	2500	1800	1600	1400	1150	700 kg.

Grobblechwalzwerk. Walzendurchmesser 60 bis 90 cm. Ballenlänge 2,2 bis 3,5 m. Vorrichtung zum Ueberheben der Bleche oder Umkehrung der Walzenbewegung erforderlich. Schwungradmaschinen erhalten 80 bis 100 PS für Schweifseisenbleche, 100 bis 150 PS für Flusseisenbleche. Reversiermaschinen müssen erheblich stärker sein; sie erreichen für die schwersten Bleche die Stärke von 600 bis 800 PS.

Ein Grobblechwalzwerk liefert in einem Ofen und 12 Std. von gewöhnlichem Kesselblech 2250 bis 3000 kg. Auf 1000 kg Blech beim Schweißen kommen 1700 bis 1800 kg Kohlen. Ausschufs = 4 bis 6%. Abbrand in der ersten Hitze 12 bis 14%, in zweiter 9 bis 11%, in dritter 6 bis 9%, in vierter 4 bis 6%. Verschnitt 18 bis 25%.

Universalwalzwerk für Flacheisen, 40 bis 50 cm Breite; liegende Walzen 50 bis 60 cm Durchmesser, stehende etwa $\frac{2}{3}$ der liegenden. Befinden sich die stehenden Walzen hinter den Hauptwalzen, so erhalten erstere eine Umfangsgeschwindigkeit von etwa 1,5 derjenigen der Hauptwalzen; ist die Lage umgekehrt, etwa 0,75 der letzteren.

Walzwerke für Mittelseisen (Kand- und Quaderblech bis 120 mm Flacheisen bis 125 mm breit, Winkelblech bis 75 mm Schenkellänge) erhalten bei 70 bis 80 Umdrehungen i. d. Min. Walzenmaschinen 40 bis 100 PS. Die stehenden Walzen sind 100 bis 120 Umdrehungen i. d. Min. schneller als die liegenden.

Stahlblechwalzwerke für Kand- und Quaderblech bis 120 mm Flacheisen bis 120 mm Breite, Winkelblech bis 125 mm Schenkellänge erhalten bei 70 bis 80 Umdrehungen i. d. Min. einen Walzendurchmesser von 50 bis 60 cm, Walzenmaschinen 250 bis 400 PS. Die stehenden Walzen sind 100 bis 120 Umdrehungen i. d. Min. schneller als die liegenden.

Feinblechwalzwerke (Trio-) in Wasser liefern in 24 Std. etwa 1000 bis 1200 Schienen zu 250 kg d. i. 200 m. Die Walzenmaschinen 600 bis 800 PS.

Blechwalzwerke. Feinblechwalzwerke für Bleche von 0,1 bis 5 mm Stärke 1 m breit, 8 m lang, Walzendurchmesser 25 bis 60 cm bei 40 Umdrehungen i. d. Min. Beschleunigt bei drei bis viermal 80 bis 40 PS. Trio nach Lanth erhalten 35 bis 60 cm starke Ober- und Unterwalzen, während die lose Mittelwalze 25 cm stark ist. Abbrand und Verschnitt 20 bis 25%.

Ein Feinblechwalzwerk liefert mit einer Vor- und einer Endwalze einem Platten-einem Angulieren und zwei Walzen in 12 Std. zu fertigen Blechen nach deutscher Blechnorm (Sechseckwalzwerk, Matrikelnummer) von

11-12	18-16	17-20	21	22	23	24	25
12500	2500	2700	1800	1800	1400	1150	1000

VIERZEHNTER ABSCHNITT.

TECHNOLOGIE.

I. MÜHLEN.

A. Getreidemühlen.

a. Gewichtsverhältnisse.

Getreidesorte.	Gewicht. kg f. d. cbm	Mahlergebnis.	
		Mehl.	Abfall und Futtermehl.
Weizen	700—800	78—82 $\frac{0}{100}$	18—22 $\frac{0}{100}$
Roggen	680—790	75—80 $\frac{0}{100}$	20—25 $\frac{0}{100}$

b. Getreidespeicher.

1. Silospeicher, zusammengesetzt aus Behältern (Zellen) von 2,5 bis 5 m Länge und Breite, bis 20 m Höhe, mit Rechteck-, Sechseck- oder Kreisquerschnitt. Die Zellen mit massiven, Fachwerks- oder Holzumfassungswänden umgeben und überdeckt, so daß noch ein Dachgeschofs für Fördermittel und etwaige Vorreinigungsmaschinen übrig bleibt. Sämtliche Scheidewände unter sich, sowie mit den Umfassungswänden gut zu verankern, das ganze Gebäude gut zu fundieren. Unter jeder Behälterreihe eine Fördervorrichtung, gegen welche die Behälter durch Schieber abgeschlossen sind. Durch Oeffnen der letzteren gelangt das Getreide in die Fördervorrichtung,

durch diese in den Elevator, der es entweder behufs Umstechens wieder in einen der Behälter oder zur Verarbeitung gelangen läßt. Bei längerem Aufbewahren des Getreides ist dieses von Zeit zu Zeit umzustecken.

2. Bodenspeicher. Einfache Gebäude mit vier bis sechs Geschossen von etwa 3 m Höhe. Das Getreide mittelst Elevator in das Dachgeschofs gehoben und von dort mittelst Schnecke oder Förderband und Fallrohre auf irgend einen Boden aufgeschüttet. Umstechen des Getreides von Hand oder mittelst Fallenlassen durch ein System von Löchern oder Schlitzten in das nächste Geschofs. Von jedem Boden aus kann das Getreide durch Rohre auf eine tief liegende Horizontalförderung geleitet werden, die es dem Elevator oder unmittelbar der Verwendungsstelle zuführt. Getreideschüttung auf den Böden bis 1,2 m hoch. Hauptbedingung: Lüftung (mit reiner trockener Luft) am besten durch Jalousiefenster, die bei feuchter Witterung geschlossen werden können.

c. Getreide-Reinigung.

a. Abscheiden fremder Beimengungen.

1. Fremde Beimengungen, durch ihre Gröfse vom Getreidekorn unterschieden, mittelst Siebe (**Rüttelsiebe, Cylinder**).

2. Staub und leichte Beimengungen durch Absaugen mittelst eines den Getreidestrom ein- oder mehrmals durchziehenden Luftstromes (**Tarare**).

3. Kugelige Gesäme, durch Siebe nicht abzuseiden, durch

Abbild. 284.



Trieur, d. s. sich drehende Cylinder. Mäntel *a* (s. Abbild. 284) in geneigter Lage, auf der Innenfläche mit halbkugelförmigen Vertiefungen versehen, in welche sich die kugeligen Gesäme aus dem den Trieur durchfließenden Getreidestrom legen, mit hochgenommen werden, an dem Abstreicher *b* vorbei, welcher die etwa mit hochgenommenen und aus den Löchern herausschauenden größeren Getreidekörner zurückhält. Die Gesäme fallen, hoch genug angekommen, in die Abstreichermulde, woraus sie durch eine Schnecke *c* nach aufsen befördert werden.

4. Eisenteile durch **Magnetapparate**.

5. Steine durch Maschine mit rüttelnder, geneigter Fläche, über welche die Steine zuerst nach unten rollen und für sich gesondert werden — oder mittelst Luftstromes, der die Körner mitnimmt, die Steine aber fallen läßt, oder mittelst Wasserstromes, auf dessen Oberfläche die Körner, die aber hier nicht ganz nafs werden dürfen, hinfließen, während die Steine untersinken.

β. Putzen des Getreidekornes.

Besteht in Reinigung der Oberfläche des Kornes von anhaftendem Schmutze, der Entfernung der Spitze, des Bärtchens und des Keimes. Mittel hierzu: 1. Schlagen der Körner, 2. Reibung der Körner aneinander und an mehr oder weniger rauhen Flächen, 3. Bürsten, 4. Waschen.

Nach 1. und 2. wirken Maschinen, bei welchen das Korn auf seinem Wege durch die Maschine von einem schnell sich drehenden Schlägerwerk immer wieder gegen einen umgebenden Mantel geschleudert wird. Beispiel hierfür die „Eureka“.

Nach 2. wirken die **Scheuer- und Schälmaschinen**. Hierbei gewöhnlich ein Herumjagen des Getreidestromes an mehr oder weniger rauhen Flächen mittelst umlaufender Treiber, oder Reiben sich drehender rauher Flächen an dem in geringerer Geschwindigkeit befindlichen Getreide, oder Reiben des Kornes zwischen zwei Stein- oder Schmirgelflächen, von denen die eine sich dreht (**Spitzgang**).

Bei **Bürstmaschinen** (nach 3.) sind die Bürsten entweder auf dem Umfang eines sich drehenden Cylinders oder abgestumpften Kegelmantels oder auf einer flachen Scheibe angeordnet. Die Gegenflächen, gegen welche das Getreide gerieben wird, entweder ebenfalls mit Bürsten besetzt oder aus gelochten Blechen oder Stahlgaze bestehend. Die Spitzen und Keime werden durch diese Maschinen nur in geringem Maße entfernt.

Bemerkung. Bei allen vorbenannten Maschinen ist dafür gesorgt, daß der abgetrennte Staub und die leichten Teile möglichst sofort entfernt werden. Bei den Maschinen mit Mänteln geschieht dies einfach durch Absaugen der durch die Durchbrechungen der Mäntel durchgetriebenen Teile mittelst eines Luftstromes.

Da, wo der Luftstrom die abgetrennten Teile nicht alle zu entfernen vermag, hat dies noch durch ein Sieb (Cylinder) zu geschehen.

Waschmaschinen (nach 4.). In Anwendung bei besonders schmutzigem fremden Getreide und da, wo zugleich das Nafswerden des Getreidekornes an und für sich eher nützlich als schädlich für das weitere Mahlverfahren ist. Nach dem Waschen Trocknen des Getreides auf besonderen Trockenapparaten, meist mit Centrifugalwirkung.

Als Vorbereitung für den eigentlichen Mahlprozeß dienen nach der Reinigung: 1. bei sehr hartem Weizen das **Netzen**, d. i. dessen Anfeuchten und Liegenlassen behufs Einziehens der Feuchtigkeit, 2. bei Flach- und Halbhochmüllerei das **Vorquetschen**. Letzteres geschieht gewöhnlich zwischen glatten Walzen.

d. Allgemeines über Mahlverfahren.

1. Weizen-Hochmüllerei. Schrotten des Weizens auf Schrotwalzenstühlen, selten noch auf Gängen. Die diese Mahlmäschinen verlassenden Produkte sind:

Schrote = Schalenstücke mit anhaftenden Mehlkörperteilen.

Griese = Mehlkörperteile, deren feinste etwa noch durch Griesgaze Nr. 60 (österreich. Numerierung) fallen.

Dunste = Mehlkörperteile in der Feinheit zwischen Gries und Mehl gelegen.

Mehl.

Der Schrot gelangt nach seiner durch **Sichtapparate** bewirkten Abscheidung von den übrigen Produkten wieder zur Vermahlung, der hieraus entstehende Schrot wiederum u. s. w., bis der Schrot zur reinen Schale geworden ist.

Das **Auflösen der Griese** geschieht meist auf Porzellan- oder glatten Hartgufs-Walzen, selten noch auf Steinen. Alle beim Mahlverfahren entstehenden Griese werden, nachdem sie in verschiedenen Nummern **sortiert** und mittelst **Griesputzmaschinen geputzt**, d. h. von den beigemengten Kleieteilchen möglichst befreit sind, aufgelöst. Hierbei entstehen wieder Griese, dann Dunste und Mehl. Nach Scheidung der Produkte werden die Griese, nachdem sie geputzt, wieder aufgelöst u. s. w., bis die groben Teile nur aus schlechtem Material, hauptsächlich Schalenstückchen, bestehen.

Alle beim Mahlprozefs entstehenden **Dunste** werden nach vorhergehender Sortierung und Putzen der geeigneten gröberen Nummern weiter vermahlen. Es entsteht Dunst und Mehl, ersterer von geringerer Güte wie der aufgeschüttete, weil mit verhältnismäfsig mehr Schalenstückchen vermengt. Dieser Dunst kommt nach vorhergegangener Sortierung und etwaigem Putzen der geeigneten gröberen Nummern wieder zur Vermahlung u. s. w., bis alles Mehl herausgemahlen ist.

Die beim ganzen Mahlprozefs entstehenden **Mehle** werden der Güte nach in verschiedene „Marken“ sortiert und innerhalb dieser Marken gemischt. Bei Hochmüllerei meist eine große Anzahl von Marken.

2. Halbhochmüllerei. Die einzelnen Mahlprodukte werden stärker angegriffen, Sortierung weniger weitgehend wie bei Hochmüllerei. Daher Verkürzung und Vereinfachung des ganzen Verfahrens, geringere Kosten der Anlage und des Betriebes, die Gesamtqualität des Mehles freilich entsprechend geringer wie bei Hochmüllerei. Anzahl der Marken meist gering.

3. Flachmüllerei. Stärkstes Anfassen des Getreides, schnellstes Niedermahlen. Möglichst wenig Sortierung, kein Putzen.

4. Roggenmüllerei. (Flachmüllerei.) Bei den ersten Schrotten Haupt-Mehlerzeugung. Nach jedesmaligem Absichten des Mehles meist Schalen, Griese und Dunste zusammen weiter vermahlen. Neuerdings vielfach Griese und Dunste einerseits, und Schalen andererseits getrennt weiter vermahlen.

5. Müllerei mit Handbeschüttung und automatische Müllerei. Bei ersterer Aufschütten aller in Säcken abgefangenen Zwischen-

produkte gleicher Güte von Hand auf die entsprechenden Mahl- und Putzmaschinen. Bei automatischer Müllerei selbstthätige Führung aller Zwischenprodukte. Daher nötig für jede Sorte Schrot (1., 2. u. s. w. Schrot), für jede Sorte Gries (1., 2., u. s. w. Gries), für jede Sorte Dunst (1., 2., u. s. w. Dunst) eine besondere Mahlmaschine. Ebenso für jede Sorte Putzgut ein besonderer Putzapparat. Selbstthätige Wegführung aller Mehle.

e. Die Mahlmaschinen.

1. Mahlgang.

Vermahlung durch Mühlsteine. Diese bestehen meist aus französischen Süßwasserquarzen, zu wenigen Zwecken nur aus Sandsteinen. Durchmesser der Steine 1,0 bis 1,5 m. Umfangsgeschwindigkeit 7,5 bis 9,5 m i. d. Sek. Arbeitsbedarf bei Hochmüllerei 4 bis 6 PS, bei Flachmüllerei 5 bis 7 PS.

Oberläufiger Mahlgang. Der Unterstein (Bodenstein) meist auf dem Boden des ersten Mühlgeschosses oder auf einem besonderen Mühlengebiet festgelagert. Höhe des Bodensteins \sim 260 mm. In seiner Mitte ein eingesetztes Halslager, die Steinbuchse, durch welches die von unten kommende Welle, das Mühleisen, geht, welches auf dem oberen kegelförmigen Ende die Haue (feste Haue oder Balancierhaue) trägt. Durch die Haue wird der Oberstein, der Läufer, etwa 360 mm hoch, mitgenommen. Das Mahlgut gelangt durch ein Loch in der Mitte des Obersteins (das Steinauge) zwischen die arbeitenden Mahlf lächen, die Mahlbahn. Letztere zum Zwecke des Anstreifens, des richtigen Anfassens des Mahlgutes und der Lüftung mit der Schärfe (ein System von breiten und schmalen Furchen) versehen. Das Mühleisen ist unten in einer Spur gelagert, die zur Regelung der Entfernung der Mahlf lächen von einander mittelst der Steinstellung gehoben und gesenkt werden kann. Die Steine umgiebt die Steinbütte (meist Holz), die auf einem Holzkranz, dem Geschlinge, ruht. Auf dem Deckel dieser Bütte sitzt als Mahlgut-Zuführungsapparat ein Rumpfzeug mit Rüttelschuh, oder ein Centrifugal-Aufschütter (weniger geeignet für weiche Materialien) oder Deutloffs Universal-Aufschütter.

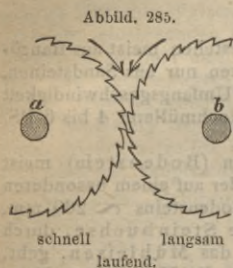
Unterläufiger Mahlgang. Seltener in Anwendung wie der oberläufige Gang. Oberstein fest. Laufender Unterstein fest auf dem Mühleisen, das unterhalb des Steines durch ein besonderes Halslager gefasst wird. Vorteil einige einfachere Konstruktions-Einheiten; größerer Nachteil aber die Belastung der Spur durch Steingewicht und Mahldruck.

Die meisten Mahlgänge mit **Aspiration** eingerichtet. Diese, zur Kühlung des Mahlgutes dienend, wird bewirkt durch Durchsaugen eines Luftstromes zwischen den Mahlf lächen mittelst eines Exhaustors. Ein in der Bütte befindliches Filter, durch welches die Luft streichen

mufs, nimmt die mitgerissenen Mehlteile auf, die von Zeit zu Zeit abgeklopft werden.

2. Walzenstühle.

Schrotwalzenstühle mit Walzen aus Hartgufs, deren Oberfläche mit schrägliegenden, sägezahnartigen Riffeln versehen ist. Schräge auf beiden Walzen gleichlaufend, so dafs sich die Riffeln an der Berührungsstelle der Walzen unter einem kleinen Winkel schneiden. Stellung der Zähne s. Abbild. 285. Walze *b* langsamer laufend



wie *a*. Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeiten von *b* und *a* etwa 1:2 bis 1:4. Es wird daher das Mahlgut durch die Riffeln von *b* gleichsam festgehalten, während die Riffeln von *a* scherenartig vorbeischnitten. Durchmesser der Walzen 220 bis 450 mm, bei flacherem Mahlen der grössere Durchmesser. Länge der Walzen 300 bis 1000 mm, je nach der Menge des Mahlgutes. Umdrehungszahl der schnelllaufenden Walze 180 bis 280 i. d. Min., bei kleineren Walzen die höhere Zahl.

Die Walzen sind eingeschlossen in einem Gufs- oder Holzgehäuse. In letzterem Falle für die Lagerung der Walzenzapfen besondere eiserne Ständerung. Die schnelllaufende Walze festgelagert, die langsamlaufende mittelst der Walzenstellung gegen die schnelllaufende verstellbar. Die bewegliche Walze kann auch meist ausweichen beim Durchgehen eines fremden, harten Körpers.

Auf dem eigentlichen Walzengehäuse sitzt ein Speiserumpf mit Speisewalze. Regelung des Mahlgutzuflusses durch Schieber oder selbstthätige Klappe.

Bei Leerlaufen des Speiserumpfes erfolgt vielfach selbstthätige Ausrückung der Speisewalze, Auseinanderrücken der Arbeitswalzen und Meldung durch Lärmapparat.

Auch bei Walzenstühlen meist die Möglichkeit vorgesehen, einen Luftstrom zur Aspiration durchziehen zu lassen.

Bei Stühlen zum Griesauflösen und Dunstaushmahlen bestehen die Walzenmäntel aus Porzellan oder aus Hartgufs. Im letzteren Falle Oberfläche glatt oder mattiert. Walzen mit Abstreichern versehen. Differentialgeschwindigkeit der Walzen sehr gering, bis 2:3.

Arbeitsbedarf der Walzenstühle 2 bis 18 PS f. 1 Walzenpaar je nach der Menge und Art des durchlaufenden Mahlgutes und der Stärke des Angriffs.

3. Desintegratoren und Dismembratoren.

Desintegratoren (Schleudermühlen) bewirken eine Zerkleinerung des Mahlgutes durch heftiges Anschleudern gegen scharfe Kanten. Maschinen dieser Art mehr und mehr verlassen, weil für die wirtschaftlich zweckmäßige Vermahlung im allgemeinen nicht gut brauchbar.

Dismembratoren (Enthülser) haben eine mehr quetschende und auflösende als zertrümmernde Wirkung. Sie beruhen auf der Drehung zweier mit konzentrischen Reihen von Stiften besetzter Scheiben gegeneinander. Die Stiftreihen der beiden Scheiben greifen ineinander und noch etwas in die Gegenscheibe hinein. Stifte selbst cylindrisch oder kegelförmig. Das Mahlgut von innen zwischen die beiden Scheiben geführt. Die eine der beiden Scheiben kann auch stillstehen, die Umdrehungszahl dann entsprechend höher. Dismembratoren für die meisten Vermahlungsarten nicht mit Vorteil zu verwenden, weil der Angriff des Mahlgutes unzweckmäßig und der Arbeitsbedarf hoch, außerdem die Wartung wegen der hohen Umdrehungszahl (2 bis 4000 i. d. Min.) schwierig ist. Häufiger benutzt beim Vermahlen der Schalen.

f. Sichtapparate.

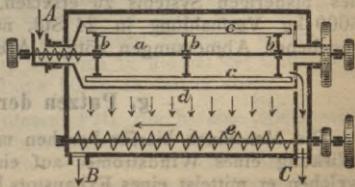
Rüttelsiebe wenig mehr gebräuchlich.

Cylinder. Auf einer etwas geneigt liegenden eisernen oder hölzernen Achse sitzen sechsarmige Kreuze, welche sechs Leisten tragen; über letztere ein Mantel von Seiden-, Eisen- oder Metallgaze gespannt. Am oberen Ende des Cylinders Einlauf des Mahlgutes, am unteren Ende Auslauf der gröbsten Teile. Das durch die Gaze fallende Gut gewöhnlich mittelst der im unteren Teile des Gehäuses liegenden Schnecke dem Auslauf zugeführt. Durchmesser des Cylinders 0,6 bis 1,0 m, Umdrehungszahl 23 bis 30 i. d. Min., die geringste bei größeren Cylindern; Länge 1 bis 6 m.

Bei Sortiercylindern Bespannungen verschiedener Feinheit auf der ganzen Länge des Cylinders, die feineren Bespannungen, vom Einlauf an gerechnet, zuerst. Cylinder für Korn und Schrote erhalten Bespannungen aus Eisen- oder Messinggaze, Cylinder für Dunste und Griese, Mehl- und Griessgaze aus Seide.

Abbild. 286.

Centrifugal-Sichtmaschinen. Auf einer Welle *a* (Abbild. 286) sitzen Armkreuze *b*, welche 6 bis 8 Schienen *c* tragen. Um dieses Schlägerwerk herum ein sich langsam drehender, mit Gaze bespannter Mantel *d*, dessen hohle Endzapfen besonders gelagert sind.

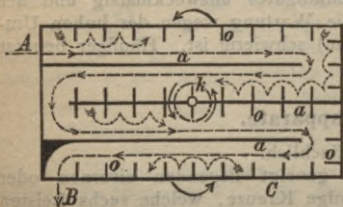


Das Sichtgut gelangt durch Einlauf *A* durch den hohlen Zapfen, innerhalb dessen es durch einige auf der Schlägerwelle sitzende Schneckenwindungen weiter gefördert wird, in das Mantelinnere. Von den Schlägern wird es dann beständig gegen den Mantel geschleudert und zugleich (z. B. durch etwas schiefe Stellung der Schläger) dem Auslauf zugeführt. Umdrehungszahl 180 bis 250 i. d. Min. Mantellänge bis 3 m. Arbeitsbedarf bis 4 PS je nach der Größe.

Plansichter (C. Haggemacher, Budapest). Der rechteckige Kasten *C* (Hauptrahmen, s. Abbild. 287) wird durch eine in der Mitte unten angebrachte Kurbel in eine derartige Bewegung versetzt, daß alle Punkte des Sichters denselben Kreis (Kurbelkreis *k*) beschreiben.

Hauptrahmenlänge etwa 3,3 m, Breite 1,3 m, Höhe 0,4 m.

Abbild. 287.



In den Hauptrahmen *C* oder bei mehrteiligen Hauptrahmen in jeden einzelnen Teil sind (bis acht) Siebrahmen von etwa 50 mm Höhe eingelegt, deren Unterfläche mit Gaze (oder bei einzelnen mit Leinwand) bespannt ist.

Auf diesen Siebrahmen ist durch Leisten *a* ein System von Kanälen gebildet, welche das Mahlgut den beabsichtigten Weg über die Siebfläche führen sollen. (In Abbild. 287 nur ein Beispiel der vielen möglichen Arten der Kanalführung.) Das Mahlgut bewegt sich in einer Schlangenlinie von Einlauf *A* bis Auslauf *B*. Die Förderung innerhalb der Kanäle geschieht infolge der Kreisbewegung des Siebes mit Hilfe von seitlichen Förderleisten *o*. Unter einem mit Gaze bespannten Rahmen kann ein solcher mit Leinwand bespannt liegen, der gleichfalls mittelst eines entsprechenden Kanalsystems die Durchfälle des Siebes sammelt und sie einem bestimmten Ausfall zuführt.

Ein Plansichter kann enthalten ein oder mehrere vollständige Schrot- oder Gries- oder Dunstsichtungen mit allen Sortierungen, und ist daher im stande, bis zu 10 oder 12 Sicht- und Sortierapparate des bisherigen Systems zu ersetzen. Gewöhnlich für ungefähr je 5000 kg Vermahlung in 24 Std. nur 1 Plansichter von oben angegebenen Abmessungen nötig. Arbeitsbedarf etwa 0,25 PS.

g. Putzen der Griesse.

Die Maschinen hierfür beruhen mit wenigen Ausnahmen auf der Wirkung eines Windstromes auf einen dünnen Griesstrom, durch welchen er mittelst eines Exhaustors hindurchgesaugt wird. Je nach-

dem hierbei der Griesstrom frei fallend ist oder sich über ein Rüttelsieb hinwegbewegt, werden zwei Hauptklassen von Maschinen unterschieden. Das Wesentliche der ersten Klasse in Abbild. 288 erläutert.

Der von einer Leitfläche *a* fallende Griesstrom wird durch den in der Pfeilrichtung durchziehenden Windstrom derart auseinandergerissen, daß die leichtesten Teile am weitesten mitfliegen, die schwersten aber nur wenig abgelenkt werden. Durch (meist verstellbare) Stücke *b* kann so der verbreiterte Griesstrom in einzelne Sorten geteilt und jede Sorte für sich abgefangen werden. Bei den meisten neueren Maschinen wiederholt sich obiger Vorgang in der Maschine mehrere oder viele Male in der Weise, daß durch die sortierten Einzelströme des zu putzenden Gutes immer wieder ein Windstrom geht, der ein Putzen jedes Stromes, d. h. ein Ueberführen von schlechteren, leichteren Teilchen in die folgenden schlechteren Sorten bewirkt.

Abbild. 288.



Der Griesstrom fällt bei einer Abart der obigen Maschinen nicht von Leitflächen *a*, sondern wird von einer sich drehenden Scheibe geworfen, so daß er beim Fall ein Paraboloid bildet, durch welches der Windstrom hindurchgeht.

Hauptsache bei allen Maschinen obiger Klasse ist möglichst gleiche Größe aller auf einen Griesputzapparat kommenden Griesse, die Griesse werden daher vorher in verschiedene Größen sortiert und jede Sorte wird für sich geputzt.

Die zweite Klasse der Putzmaschinen (System Cabanes) wird in neuerer Zeit namentlich zum Putzen feinerer Griesse und Dunste verwandt. Der das Rüttelsieb und das darüber hinweggleitende Putzgut von unten nach oben durchziehende sanfte Wind erhält die leichteren kleieartigen Teile schwebend an der oberen Fläche des Putzgutes, während die schwereren Gries- bzw. Dunsteilchen unten durch das Sieb fallen. Je nach der Stärke des Windes werden hierbei mehr oder weniger feinste Teilchen mitgerissen, von denen man möglichst viele innerhalb der Maschine wieder aufzufangen sucht. Diese Reinigung des Windes geschieht entweder durch Stoff-Filter oder mit Benutzung der Erscheinung, daß, wenn ein Windstrom plötzlich aus einem engen Querschnitt in einen weiten übergeht, er mitgerissene schwerere Teilchen in die bei der Uebergangsstelle gebildeten luftstillen Räume fallen zu lassen strebt.

Unterstützen kann man diesen Fall durch eine gleichzeitige plötzliche Ablenkung des Windstromes nach oben hin, so daß auch wegen der Beharrung die schweren Teilchen sich leichter aus dem Strome heraus nach unten in den luftstillen Raum begeben.

Abbild. 289.



irgend eine Weise selbstthätig aus den Kanälen entfernt und gesondert abgefangen.

Da der den Putzgutstrom durchziehende Wind beständig leichtere Teile mit emporreißt, die nachher wieder zurückfallen, so sind bei einigen Maschinen dicht über dem Siebe Kanäle angeordnet, die diese mitgerissenen Teile aufnehmen (Abbild. 289). Letztere werden auf

h. Fördermittel.*)

1. Für die wagerechte Förderung.

1. Förderschnecken. Es bezeichne:

D den Durchmesser der Schnecke in m,

S die Steigung in m,

n die Umdrehungszahl i. d. Min.,

L die wirkliche Leistung in l i. d. Sek.,

L_1 die höchste " " "

γ das Gewicht des Fördergutes in kg f. d. cbm,

E den erforderlichen Arbeitsaufwand in mkg i. d. Sek.,

l die Länge der Schnecke in m.

Dann soll sein:

$$D \leq 0,42 \text{ m}; \quad S \sim 0,7 D; \quad n = \frac{45}{\sqrt{D}}.$$

Bei einem Füllungsquerschnitt von $0,42 \frac{\pi D^2}{4}$ ist:

$$L_1 = 1000 \cdot 0,42 \frac{\pi D^2}{4} \cdot 0,7 D \frac{n}{60} = 171 \sqrt{D^5} \text{ oder } D = 1,28 \sqrt[5]{L_1^2}.$$

Ferner ist:

$$E = (1,35 \text{ bis } 1,8) l L \gamma \text{ mkg i. d. Sek.} \\ = (0,018 \text{ bis } 0,024) l L \gamma \text{ PS.}$$

2. Fördergurte oder Traineure sind endlose, über liegende Rollen gespannte und von diesen getragene Bänder von 0,2 bis 1 m Breite. Das Fördergut wird auf der einen Seite durch einen Trichter aufgeschüttet und fällt auf der anderen Seite in eine Abwurfrinne, falls nicht durch Einfügung einer besonderen Vorkehrung das Abwerfen an einer anderen Stelle bewirkt wird. Die Abwurfvorrichtung besteht meist aus einem auf Schienen geführten, feststellbaren Wagen, in welchem zwei Rollen übereinandergelagert sind, über die der Gurt geleitet ist, u. zw. zuerst über die obere, von wo aus das Fördergut in einen Kasten mit seitlicher Rinne abgeworfen wird. Der Gurt wird am Ende über eine Spannrolle geführt, welche

*) Vergl. Fischer, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 924 u. f.

durch Gewicht oder Schraube gespannt wird. Geschwindigkeit des Gurtes:

für leichtes Getreide, Kleie, Mehl . . . $v = 2$ m i. d. Sek.,
für schweres Getreide $v = 2,5$ m i. d. Sek.,

demgemäß der Durchmesser der Rollen d :

$$d \leq 0,8 \text{ m bezw. } d \leq 1,2 \text{ m,}$$

Aus der Gleichung der Abwurfkurve $y = \frac{g}{2} \frac{x^2}{v^2}$ (Koordinatenanfang im Schnittpunkt von Umfang und Mittellotrechten der Abwurfrolle) ergibt sich die Höhe a der Ueberfallkante der Abwurfrolle in einer Entfernung von $x = 0,6 d$ zu $a = 0,3 d$.

Die Entfernung der beiden Rollen im Wagen soll ungefähr $= 0,68$ der Bandbreite B betragen, so daß die Neigung der Rinnensohle 45° betragen kann.

Der Gurt wird entweder flach über cylindrische Rollen geführt, oder muldenförmig; dann sind die oberen Tragrollen hohl gedreht, oder jede einzelne ist durch zwei schräg zu einander liegende ersetzt. Der Beschickungsquerschnitt beträgt:

im ersten Falle $\sim 0,03 B^2$ qm,
im zweiten „ $\sim 0,07 B^2$ qm,

wobei das Band auf beiden Seiten um $0,1 B$ freibleiben soll. Die Mündungsbreite des Trichters soll in einer Breite von $0,5 B$ unter 45° gegen das Band geneigt sein.

Die größte Leistungsfähigkeit ist:

für das flache Band $L_1 = 30 B^2 v$ l i. d. Sek.,
„ „ muldenförmige Band $L_1 = 70 B^2 v$ l i. d. Sek.

Bezeichnet:

T die Spannung des Bandes in kg,

q die Gesamtlast des Bandes f. d. lfd. m Länge in kg,

w die Achsenentfernung der Tragrollen in m,

h die Durchsenkung des Bandes zwischen den Tragrollen in m,

so ist:

$$T \sim q \frac{w}{8} \frac{w}{h};$$

dies giebt bei den meist vorkommenden Abmessungen ($w = 25 h$, $w = 4$ m):

$$T = 12,5 q.$$

Der Arbeitsbedarf (in mkg i. d. Sek.) setzt sich zusammen aus:

der Reibungsarbeit an der oberen Rolle:

$$E_0 = 2 T \cdot 0,07 \mu v = 122,5 \mu v B^2,$$

der Reibungsarbeit an der unteren Rolle:

$$E_1 = 1,765 T \cdot 0,2 \mu v = 308,9 \mu v B^2,$$

der Reibungsarbeit an der Antriebs- und Spannrolle:

$$E_2 = 4 T \cdot 0,1 \mu v = 350 \mu v B^2,$$

der Reibungsarbeit der Tragrollen, bei der größten Förderlänge F in m:

$$E_3 = 2 \cdot 28 F B^2 \cdot 0,1 \mu v = 5,6 F \mu v B^2,$$

falls man $q = 70 B^2$ oder $T = 875 B^2$ einführt, wenn nämlich 1 cbm des Fördergutes 800 kg und 1 cbm Gurt 1400 kg wiegt.

Die Leergangsarbeit beträgt mithin:

$$E_l = (780 + 5,6 F) \mu v B^2.$$

Ist die Fördermenge auf l m Förderlänge L l i. d. Sek., so ist die Förderarbeit:

$$E_4 = \frac{l L \gamma}{v} \cdot 0,1 \mu v = \frac{l L \gamma}{10} \mu.$$

Das Fördergut muß auf ungefähr $1,5 B$ Höhe gehoben werden, bei der Zuführung zur Abwerfrolle. Der Arbeitsbedarf hierzu ist:

$$E_5 = \gamma L \cdot 1,5 B.$$

Die Nutzarbeit ist also:

$$E_n = \left(1,5 B + \frac{l \mu}{10} \right) L \gamma.$$

Die Gesamtarbeit ergibt sich mit $\mu = 0,05$ zu:

$$E = (39 + 0,28 F) v B^2 + (1,5 B + 0,005 l) L \gamma \text{ mkg i. d. Sek.}$$

2. Für die lotrechte Förderung.

1. **Fall- oder Laufrohre** werden zur Förderung von oben nach unten, sowie in schräger Richtung benutzt.

Geringstes Gefälle

für hölzerne Rohre mit unveränderlichem Querschnitt.

Körner	25 bis 30°	Grobe Griese	45 bis 50°
Hochschrot	40 " 50°	Feine Griese	50 " 55°
Flachsrot	50 " 60°	Dunst	55 " 60°
Feines Mahlgut vom		Kleie	60 " 65°
Gange weg	60 " 65°	Mehl	70 " 80°

Bei unmittelbarem Auswurf eines Elevators sind die geringsten Gefälle um 10 bis 20° kleiner.

2. **Elevatoren** dienen zur Förderung von unten nach oben. Ein mit Bechern besetzter Hanfgurt ohne Ende wird über zwei übereinander liegende Rollen von 500 bis 600 mm Durchmesser geführt, von denen die obere angetrieben wird. Das Ganze ist mit einem Gehäuse umgeben, welches für den Gurt aus zwei Rohren besteht, die sich oben in den Kopf mit Auswurf und abnehmbarer Haube,

unten in den Fufs mit Einlauf und seitlichen Thüren zur Aufnahme der Rollen vereinigen. Elevatoren meistens lotrecht gestellt, selten etwas schräg.

Es bezeichne:

D den Rollendurchmesser in m,

n die Umdrehungszahl i. d. Min.,

v die Geschwindigkeit am Rollenumfange, in m i. d. Sek.,

a die Becherausladung (senkrecht zum Band gemessen) in m,

b die Becherbreite in m,

t die Bechertiefe am Gurt in m,

M die Fördermenge in cbm i. d. Sek.,

h die Tiefe der Kante, über welche hinweg das Ausgeworfene sich zu bewegen hat, unter der Rollenmitte in m,

w die Weite zwischen den Innenwänden des Gehäuses in m.

Alsdann soll sein:

$$a = 0,14 D;$$

$$n_{\max} = \frac{36,8}{\sqrt{D}};$$

$$n \geq 36;$$

$$w = D + 2 \cdot 0,02 D + 2 \cdot 0,14 D + 2 \text{ Spielräume} = 1,4 D.$$

$$\text{Für } n = \frac{36}{\sqrt{D}} \text{ ist } h \geq 0,17 D, \quad t = 1,16 a,$$

der Abstand zweier Becher = $1,2 a$,

der nutzbare Becherinhalt $\sim 0,45 a^2 b$.

Für einen Böschungswinkel von 45° ist:

$$M = 0,45 a^2 b \cdot \frac{D \pi n}{60} \cdot \frac{1}{1,2 a} = 0,1 b \sqrt{D^3};$$

$$v = 1,29 \pi \sqrt[3]{\frac{M}{b}}; \quad b = 0,5 D.$$

Sinkt der Böschungswinkel auf 30° , so ist:

$$M = 0,05 b \sqrt{D^3}.$$

Der Arbeitsaufwand beträgt, von Reibungswiderständen abgesehen:

$$E_n = \gamma L H \text{ mkg i. d. Sek.},$$

wenn H die Förderhöhe in m, γ das Gewicht des Fördergutes in kg f. d. cbm und L die Fördermenge in l i. d. Sek. ist; in Wirklichkeit jedoch:

$$E \sim 1,35 \gamma L (H + 1) \text{ mkg i. d. Sek.}$$

3. **Fahrstühle** dienen zur lotrechten Förderung in beiden Richtungen. Stuhlgeschwindigkeit in Mühlen 0,5 bis 0,6 m i. d. Sek.

i. Graupengang.

Ein Sandstein von 1,1 bis 1,75 m Durchm. und 0,3 bis 0,4 m Höhe dreht sich um eine lotrechte oder wagerechte Achse und

arbeitet auf der Mantelfläche. Im ersteren Falle die Anordnung ähnlich den gewöhnlichen Mahlgängen; Mühleisen 70 bis 80 mm stark, mittelst fester Haue mit dem Steine verbunden, und über dem Gange an einem Querhaupt gelagert. Umlauf feststehend aus Sandstein oder Holz mit Reibeblech beschlagen und mit Reifen gebunden. Abstand vom Läufer oben 25, unten 15 mm. Umlauf etwa 50 mm höher als der Stein; das ganze mit einem Deckel abgedeckt, auf welchem der Einlauf und das Dunstabzugsrohr, das die Flugmehle nach einer Staubkammer führt, angebracht ist.

Fußboden unter dem Läufer mit Blech beschlagen. Der Läufer macht 200 bis 250 Umdreh. i. d. Min.

Bei der lotrechten Anordnung des Läufers, welcher dann 240 bis 260 Umdreh. i. d. Min. macht, bewegt sich der eiserne Umlauf mit 4 bis 5 Umdreh. i. d. Min. nach entgegengesetzter Richtung.

Wirkung bei beiden Anordnungen in zu verändernden Zeitabschnitten von 15 bis 20 Min.; Ein- und Auslauf durch einen besonderen Schiebermechanismus bewirkt. Die jedesmal zur Verarbeitung kommende Menge beträgt 15 bis 20 kg und muß zu verändern sein.

Die Graupengänge werden auch zum Schälen der Erbsen, welche vorher genetzt und gedarrt werden, angewandt. Arbeitsverbrauch für 1 Gang 4 bis 6 PS.

B. Oelmühlen.

1. Allgemeines.

Trocknende (Siccativ-) Oele: Leinöl, Wallnuskernöl und Hanföl, nicht trocknende: Rapsöl und Winterrüböl.

Der Oelsamen wird frisch nicht höher als 80 mm aufgeschüttet; völlig trocken kann er im Sommer 0,3 m, im Winter 0,6 m hoch liegen. Warm gewordener Samen klebt und giebt weniger und schlechtes Oel.

1 hl	wiegt kg	giebt Oel in Gew.-		1 hl	wiegt kg	giebt Oel in Gew.-	
		$\frac{0}{0}$	1			$\frac{0}{0}$	1
Leinsamen .	77—82	22	15—17	Sommerrübsen	—	23	19—21
Winterraps .	68—74,5	25	29—31	Hanf . . .	51—56	8	25
Sommerraps .	—	19	21—23	Wallnufs-			
Winterrübsen	68	30	25—27	kerne . .	55—58	—	30

2. Reinigungscylinder,

6- oder 8-eckiger Querschnitt, 650 bis 800 mm Durchm., 1,9 m Länge und 60 bis 80 mm Fall f. d. lfd. m; er ist auf 1,1 m Länge (von oben gerechnet) mit feinem Eisendrahtgewebe (1 Draht für

1 mm) und 0,8 m mit grobem (1 Draht für 3,7 mm) überzogen, macht 40 Umdreh. i. d. Min., braucht 0,25 PS und reinigt i. d. Std. 8 bis 10 hl Raps. Bei sehr unreinem Samen giebt man ihm 40 mm Fall f. d. lfd. m und die doppelte Geschwindigkeit.

3. Quetschwalzen.

Diese haben gewöhnlich 250 bis 400 mm Durchm. und eine Länge gleich dem $1\frac{1}{4}$ - bis 2-fachen Durchm. Die eine der Walzen ist festgelagert und wird mit 60 Umdreh. i. d. Min. angetrieben, während die andere angedrückt, und von ersterer durch Zahnräder mit 40 bis 50 Umdreh. i. d. Min. getrieben wird. Für je 100 kg Raps i. d. Std. beträgt die Länge der Walzen je nach der Größe des Durchm. 300 bis 200 mm bei einem Arbeitsverbrauch von 0,6 bis 0,75 PS. Andruck für je 100 mm Walzenlänge 200 bis 250 kg. Für Leinsamen muß der Andruck um die Hälfte vermehrt und das Einlaufen auf die Hälfte beschränkt werden. In neuerer Zeit ordnet man zwei gleiche Walzenpaare untereinander an und giebt den unteren eine etwas größere Geschwindigkeit. Zuführung der Saat durch einen Rumpf mittelst Speisewalze, die ihre Bewegung von der festliegenden Walze erhält. Eine Stellplatte regelt die Zufußmenge. Schaber erhalten die Walzen rein.

4. Oelgänge.

Gewölbe von Kellern, welche Kollergänge tragen, sollen nicht unter 51 cm stark sein. Läufer und Bodenstein aus möglichst hartem, feinkörnigem Material. Durchmesser des Bodensteins 80 mm größer, als der des größten vom Läufer beschriebenen Kreises, Dicke auch für die kleinsten Läufer nicht unter 315 mm. Steine von 1,7 bis 1,9 m Durchm. und 420 mm Dicke am gebräuchlichsten. Oberfläche des Bodensteins etwa 0,47 m über dem Fußboden. Holzeinfassung mindestens 210 mm breit und 45 mm dick mit Holz- oder Blechrand. Schieber zum Entleeren 420 bis 470 mm breit. Die Zarge hat wenigstens die $2\frac{1}{2}$ -fache Höhe der Samenschicht. Die stehende Welle des Oelganges entweder aus Eichenholz, bis 2,5 m lang und 370 bis 420 mm im Quadrat, wenn die Spindel der Läufer hindurch geht, im anderen Falle 314 bis 340 mm im Quadrat, oder aus Gufseisen bei 2,5 m Länge 157 mm im Quadrat, wenn sie da, wo die Läufer spindle hindurchgeht, entsprechend verstärkt ist. Die Läuferachse hat bei einem Läufergewicht von

1500	2500	3500 kg
60	80	100 mm Durchmesser.

Die Oelgänge mit 1,7 bis 1,9 m Steindurchmesser gebrauchen etwa 3 bis 4 PS bei 10 Umdreh. i. d. Min. Leistung in 12 Std. für Leinsamen bei einmaliger Pressung 4 hl.

5. Samenwärmer.

Dampfsamenwärmer mit frischem oder dem gebrauchten Dampf einer Hochdruck-Dampfmaschine gespeist. Die mittlere Temperatur der ganzen Samenmasse darf 75° C nicht wesentlich überschreiten. Um 1 kg gemahlene Raps mit Dampf von 110° C zur ersten Pressung vorzuwärmen, sind 0,13 kg Dampf, zur zweiten Pressung 0,09 kg nötig. Das Wärmen für die erste Pressung dauert 1,5-mal so lange als für die zweite. Man rechnet f. d. kg Samenmehl, welches in einer Stunde zweimal zu erwärmen ist, 82 qcm Wärmefläche. Man macht sowohl Vor- als Nachwärmer groß genug, um eine einzelne Presse versorgen zu können. Samenwärmer aus Gusseisen oder aus Blech bekommt bei einem Inhalt von 0,27 hl 1,1 m Durchmesser und 160 mm Höhe. Der Samen liegt dann darin etwa 50 mm hoch. Boden und Dampfbehälter durch Stehbolzen verbunden. Die Rührer sind schräg gestellte Messer von Eisen oder Kupfer; zwei Rührer eines Wärmers erfordern bei 30 Umdreh. i. d. Min. 0,1 bis 0,125 PS. Welle und Rührer müssen behufs Entleerens des Vorwärmers gehoben werden können. Bei dem Erwärmen auf heißen Herden erhält jeder Ring nur die Samenmenge für einen Sack oder Kuchen von 4 bis 5 kg.

6. Pressen.

Kuchen der Vorpressen gewöhnlich rund (40 bis 50 mm dick); Form der Kuchen der Nachpressen ein Paralleltrapez von etwa 290 bis 370 mm Höhe, 145 mm unterer, 160 mm oberer Breite und 13 bis 20 mm Dicke. Die gefüllten Säcke werden einzeln zwischen die Prefstücher aus Rofshaaren oder zwischen 2 bis 3 mm starke, durch ein Ledercharnier verbundene Bleche gelegt; zwischen je zwei solcher Packungen kommt eine 16 bis 20 mm starke Eisenplatte.

1. **Keilpressen.** Nutzarbeit = 0,75 der aufzuwendenden Arbeit. Eine einfache Keilpresse mit Stampfern von 5 m Länge und 210 mm im Quadrat, 575 mm höchstem Hub und 15 Schlägen i. d. Min. treibt bei Kuchen zu 4,5 kg den Keil in etwa 6 Minuten hinunter und liefert täglich etwa 600 kg Kuchen.

2. **Druckwasser-Pressen.** Druck bei 260 mm Kolbendurchmesser bis 160 000 kg bei Gusseisen, 400 000 kg bei Kanonenmetall; Hub etwa 315 mm. Der Kolben in der Regel hohl und mit 65 mm, der Cylinder mit 130 bis 160 mm Wandstärke. Berechnung s. Abteil. I. S. 468. In einer solchen Presse wird bei jedem Aufgange 0,27 hl Samen ausgeprefst. Die Pumpe macht 20 bis 40 Hübe i. d. Min. und erfordert bei 20 mm Durchmesser etwa 3 PS. Die Zeit einer Pressung beträgt etwa 10 Min., u. zw. $5\frac{1}{2}$ bis 6 Min. für das Aufgehen des Kolbens, 2 Min. für das Abfließen und 2 Min. für das Füllen und Leeren, so daß man mit einer Presse stündlich

1,65 hl Samen auspressen kann, wobei dieselbe Presse als Vor- und Nachpresse dient.

Jetzt wird Bandells doppelte Presse fast ausschließlich angewandt. Diese besteht aus zwei besonderen Pressen, die durch zwei Pumpen betrieben werden, von denen die eine 65 mm Durchm. und 54 kg f. d. qcm Druck, die andere 26 mm Durchm. und 405 kg f. d. qcm Druck erhält. Beide Pumpen machen 36 Hübe zu 130 mm i. d. Min. und sind mit je einer Presse durch ein Rohr verbunden. Jede Presse enthält zwischen vier Prefskammern eben so viel Näpfe zur Aufnahme der gefüllten Prefstücher; jede Pressung zu 10 Min. liefert etwa 30 kg Kuchen, was bei 11-stündiger Arbeitszeit einer Leistung von 1750 kg Kuchen und 700 kg Oel entspricht. Die Pumpen und Pressen zuweilen mit einem nicht trocknenden Oel gespeist.

C. Lohmühlen.

Eine Maschine zum Hacken der Lohrinde besitzt eine Trommel von etwa 370 mm Durchm. mit vier spiralförmigen Messern, welche 120 bis 125 Umdreh. i. d. Min. macht. Die Rinde wird der Trommel durch eine Lade von 260 mm Breite in einer 50 mm dicken Schicht zugeführt.

Ein Lohgang, dessen Läuferstein 1,13 m Durchmesser bei 365 mm Höhe hat, erhält ein kreisförmiges Auge, welches an der Oberfläche 420 mm, in 235 mm Tiefe 315 mm und an der Mahlfäche 390 mm Durchm. haben soll. Ein solcher Mahlgang leistet i. d. Std. für jede PS etwa 62,5 kg feine Lohe, wenn die Rinde vorher in Stücke von 50 bis 80 mm Länge zerkleinert war. Betriebsarbeit etwa 4 PS. Zwischen Umlauf und Stein 150 mm Zwischenraum. Steine von 1,4 m Durchm. erhalten 64 Hausschläge von 33 mm Tiefe an dem Läuferauge, am Umfange aber nur von 7 mm Tiefe. Zum gleichmäßigen Verteilen der Rinde ist es gut, zwei geriffelte Zuführungswalzen von 225 mm Durchm. und 420 mm Länge anzuwenden.

Maschinen mit glockenförmigem Läufer aus Gusseisen von 750 mm unterem Durchm. und 350 mm Höhe liefern bei 28 bis 30 Umdreh. i. d. Min. und einem Arbeitsbedarf von 3 bis 4 PS 320 kg Lohe i. d. Std.

D. Trafs- und Gipsmühlen.

Ein Mahlgang mit zwei aufrecht gehenden Steinen (Kollergang), die 1,46 m Durchmesser, 290 mm Höhe haben und 13 Umdreh. i. d. Min. machen, liefert 3,3 bis 4,4 hl i. d. Std. zu 91 kg fein gekörnten Trafs; Arbeitsbedarf 5 bis 6 PS. Derselbe Mahlgang liefert 200 bis 250 kg i. d. Std. Dünggips. Zum gänzlichen Feinmahlen ist dieser noch unter einen besonderen wagerecht laufenden Stein zu bringen.

II. TEXTILINDUSTRIE.

Zusammenstellung der gebräuchlichsten Garnnumerierungen.

	Bezeichnung.	Einheiten für		Umrechnungszahlen.		
		Länge.	Gewicht.	$M =$ metr. Nr.	$M_x =$ Nr. des Systems x.	
1.	Metr. System.	? 1000 m	1 kg	$M =$	$M_1 = M$	
2.	Leinen (Jute)	England	? 300 yds. (274,3m)	1 engl. Pf. (0,454 kg)	0,604 M_2	$M_2 = 1,655 M$
3.		Schlesien	? 480 schl. Ellen (274,3 m)	1 alt. preufs. Pf. (0,468 kg)	0,587 M_3	$M_3 = 1,700 M$
4.		Oesterreich	? 3600 Wien. Ellen (2805 m)	10 Engl. Pf. (4,54 kg)	0,618 M_4	$M_4 = 1,618 M$
5.		Sachsen (alte Weife)	? 2400 Leipz. Ellen (1358,4 m)	1 Zollpf. (0,5 kg)	2,717 M_5	$M_5 = 0,368 M$
6.		Frankr. (grobe Garne)	3200 aunes (3803m = 1 quartier)	? Par. Pf. (0,4895 kg)	$\frac{7,769}{M_6}$	$M_6 = \frac{7,769}{M}$
7.		England (grobe Garne)	14400yds. (13161m = 1 spindle)	? Engl. Pf. (0,454 kg)	$\frac{28,99}{M_7}$	$M_7 = \frac{28,99}{M}$
8.		Baumwolle	Oesterreich	? 1487,5 Wien. Elle (1159 m)	1 W. Pf. (0,560012 kg)	2,069 M_8	$M_8 = 0,483 M$
9.	Frankreich		? 1000 m	0,5 kg	2 M_9	$M_9 = 0,5 M$
10.	England		? 840 yds. (768 m)	1 Engl. Pf. (0,454 kg)	1,692 M_{10}	$M_{10} = 0,591 M$
11.	Kammw.	Deutschland (alt)	? 840 yds. (768 m)	1 Preufs. Pf. (0,468 kg)	1,642 M_{11}	$M_{11} = 0,609 M$
12.		Deutschland (neu)	? 840 yds. (768 m)	1 Engl. Pf. (0,454 kg)	1,691 M_{12}	$M_{12} = 0,591 M$
13.		Frankreich (alt)	? 720 m	0,5 kg	1,440 M_{13}	$M_{13} = 0,695 M$
14.		England	? 560 yds. (512 m)	1 Engl. Pf. (0,454 kg)	1,128 M_{14}	$M_{14} = 0,586 M$
15.		England (grobe Garne)	14400 yds. (13161 m)	? Engl. Pf. (0,454 kg)	$\frac{28,99}{M_{15}}$	$M_{15} = \frac{28,99}{M}$
16.	Streichwolle	Elboeuf	? 3600 m	0,5 kg	7,2 M_{16}	$M_{16} = 0,139 M$
17.		Sedan	? 1256 aunes (1493,6 m)	1 Par. Pf. (0,4895 kg)	3,051 M_{17}	$M_{17} = 0,328 M$
18.		Cockerill	? 2240 Berl. Ellen (1478 m)	1 Zollpf. (0,5 kg)	2,956 M_{18}	$M_{18} = 0,338 M$
19.		Niederrhein	? 2000 Berl. Ellen (1333 m)	1 Zollpf. (0,5 kg)	2,67 M_{19}	$M_{19} = 0,37 M$
20.		Wien	? 1760 Wien. Ellen (1371 m)	1 W. Pf. (0,560012 kg)	2,448 M_{20}	$M_{20} = 0,408 M$
21.		Sachsen (2-ellig)	? 800 Leipz. Ellen (452 m)	1 Zollpf. (0,5 kg)	0,904 M_{21}	$M_{21} = 1,106 M$
22.		Seide	Metr. Seiden-Nummer	500 m	? 0,05 g	10000 M_{22}	$M_{22} = \frac{10000}{M}$
23.	Italien (Mailand, neu)		450 m	? 0,05 g	9000 M_{23}	$\sqrt{M_{23}} = 0,9 M_{23}$ $\sqrt{M_{22}} = 1,11 M_{23}$
24.	Lyon		500 m	? 0,05311 g	9416 M_{24}	$\sqrt{M_{24}} = 0,9416 M_{22}$ $\sqrt{M_{22}} = 1,062 M_{24}$
25.	Mailand (alt)		476 m	? 0,0511 g	9315 M_{25}	$\sqrt{M_{25}} = 0,9315 M_{22}$ $\sqrt{M_{22}} = 1,073 M_{25}$
26.	Turin (alt)		476 m	? 0,05336 g	8920 M_{26}	$\sqrt{M_{26}} = 0,8920 M_{22}$ $\sqrt{M_{22}} = 1,121 M_{26}$
27.	Frankreich (alt)		476 m	? 0,05311 g	8963 M_{27}	$\sqrt{M_{27}} = 0,8963 M_{22}$ $\sqrt{M_{22}} = 1,116 M_{27}$

Angestrebt wird das metrische System, nach welchem die Garnnummer diejenige Zahl ist, die angebt, wieviel km auf 1 kg gehen; bei Seide diejenige Zahl, die angebt, wieviel g 10 km (= wieviel mal 0,05 g 500 m) wiegen.

In einem **Proportionalsystem** (6, 7, 15, 22 bis 27) sagt die Nummer, wieviel Gewichtseinheiten eine bestimmte Längeneinheit wiegt, in einem **Reciprksystem** (alle übrigen der Tafel), wieviel Längeneinheiten eine bestimmte Gewichtseinheit wiegt.

Inwieweit die Definition der Garnnummer auf **Zwirne** (bezw. mehrfache Garne) Anwendung findet, ist noch nicht allgemein festgestellt. Doch deckt sich die tatsächliche Handhabung mit dem, was für Kammgarn am 10. März 1890 durch Ueber-einkunft festgestellt worden ist, wonach die Bezeichnung „64/2 Kammgarnzwirn“ bedeutet, dafs 32 000 m Zwirn auf 1 kg geliefert werden sollen. (Es empfiehlt sich die Bezeichnung 64/32 statt 64/2.) Das einfache Garn mufs also um den Betrag der Einzwirnung feiner ausgesponnen werden.

Die zulässigen **Feuchtigkeitsgehalte** setzte der internationale Kongrefs zu Turin (1875) wie folgt fest:

Streichgarn	17	$\frac{0}{0}$	} Nachlaß bei 105—110° C.
Kammgarn	18	$\frac{1}{4}$ „	
Baumwolle	8	$\frac{1}{2}$ „	
Leinen, Hanf	12	„	
Jute	13	$\frac{3}{4}$ „	
Werg	12	$\frac{1}{2}$ „	} Nachlaß bei 120° C.
Seide	11	„	

Diese Prozentsätze werden dem bei den angegebenen Temperaturen ermittelten Trockengewichte zugeschlagen. Um wieviel alsdann das so gefundene Gewicht von dem bestellten abweichen darf, ist allgemein noch nicht festgestellt; nur für Kammgarn wurde am 10. März 1890 bestimmt, dafs dem Spinner eine Fehlergrenze von $2\frac{1}{2}\%$ nach oben und unten zu gestatten ist.

Anmerkung. Es können in bezug auf die Leistung, den Arbeitsbedarf und die Anzahl der Umdrehungen der einzelnen Spindeln u. s. w. nur Grenzwerte angegeben werden, da die genauen Angaben stets ganz von der Güte des Materials, von der Feinheit und dem Draht der darzustellenden Garne u. a. m. abhängen.

A. Flachs, Hanf, Nessel.

Flachs aus Bastfasern von *Linum usitatissimum* L.; Fasern 0,2 bis 1,4 m lang, 0,045 bis 0,620 mm Durchmesser; die einzelnen Bastzellen, cylindrisch mit spitzen Enden, sind 2 bis 4 mm lang, von 0,0077 bis 0,0255 mm Durchmesser und rundem Querschnitt.

Lufttrocken enthält Flachs 5,7 bis 7,2 % Wasser; Wasseraufnahmevermögen bis 23 %. Spec. Gew. 1,5. Festigkeit doppelt so groß als bei Baumwolle. Dehnbarkeit 4 %.

Lufttrocken enthält Flachs 73 bis 80 % Holz, 20 bis 27 % Bast; letzterer enthält bis 58 % reine Faser.

a. Vorbereitung.

1. Die Bastschicht wird durch das **Rösten** vom Holz losgelöst. Fabrikmäfsig wird nur die Warmwasserrotte betrieben: Rottfafs $4 \times 3 \times 1,5$ m mit eingesetztem durchbrochenem Boden, auf dem der Flachs und unter dem ein Dampfrohr von 30 mm Durchm. liegt. Röstzeit 80 bis 96 Stunden bei 25° C. Gewichtsverlust der Stengel 20 bis 25 %. Trocknen bei höchstens 50° während 8 bis 12 Stunden.

Der nunmehr im Inneren der Bastschicht locker liegende Holzkern wird durch die folgenden Arbeiten zerkleinert und entfernt.

2. Brechen. *α.* Die Brechmaschine hat fünf gußeiserne Riffelwalzenpaare, welche 23,75; 22,5; 21,25; 20; 17,5 Umdrehungen i. d. Min. machen. Das erste Paar erhält 14, das zweite 18 und die folgenden 25 Riffeln; Durchmesser einer Walze 180 mm, Länge 600 mm; Abstand zweier Paare 0,21 m; Raumbedarf $1,5 \times 2,75$ m, Arbeitsbedarf 1,5 PS und zur Bedienung drei bis vier Kinder. Leistung in 10 bis 12 Stunden 1500 bis 2000 kg Stengel.

β. Brechmaschine nach Guilds Patent mit Pilgerschrittbewegung. Zwei Paar gußeiserne Riffelwalzen von 100 mm Durchm. Die Walzen haben 18 Riffeln von 10 mm Höhe. Die Antriebswelle macht bei normaler Geschwindigkeit 125 Umdreh. i. d. Min. Zur Bedienung sind drei Personen nötig. Die Leistung beträgt 600 bis 750 kg in 10 bis 12 Std. Arbeitsbedarf 0,75 PS. Raumbedarf $1,5 \times 1,27$ m.

3. Schwingmaschine. *α.* Die liegende Welle hat vier bis acht Armsterne mit je sechs bis acht Messern. Die wirksamen Kanten der Schwingmesser haben 0,63 m Abstand von der Welle und 15 bis 20 mm Abstand von der Wand, an der sie vorbei arbeiten. Ganze Länge des Schwingmessers 0,9 bis 1,1 m. Arbeitsbreite eines Messers 0,32 bis 0,50 m. Normale Anzahl der Umdreh. der Antriebswelle 90 bis 150 = 720 bis 900 Schlägen i. d. Min. Zur Bedienung sind drei bis sechs Personen nötig. Leistung für den Stand 3,5 bis 5 kg stündlich. Arbeitsbedarf 0,1 PS für jeden Stand. Raumbedarf bei acht Ständen $7 \times 2,75$ m.

β. Schwingmaschine mit Messern parallel der Achse. Anzahl der Messer vier. Die Welle macht 200 Umdreh. i. d. Min.; Leistung und Arbeitsbedarf wie vorstehend. Raumbedarf $1 \times 1,5$ m.

4. Hechelmaschine. Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle bei einer einfachen Hechelmaschine 160, bei einer doppelten 100 i. d. Min. Arbeitsbreite 2,0 bis 2,60 m. Hub der Flachskluppen 0,21 bis 0,35 m. Breite der Abteilungen 0,33 m. Geschwindigkeit der Hechelstäbe 0,52 bis 1,05 m i. d. Sek. Eine doppelte Hechelmaschine verarbeitet i. d. Std. etwa 50 kg geschwungenen und vorgespitzten Flachs und giebt etwa 27 kg gehechelten Flachs, 22 kg Hechelwerg und 1 kg Staub. Arbeitsbedarf einer doppelten Hechelmaschine 0,5 bis 0,7 PS, Raumbedarf $4,25 \times 1,7$ m.

5. Für feinere Gespinnste werden auch eigentliche **Kämmmaschinen** zum Sondern der Fasern nach der Länge benutzt (Heilmann, Lister).

b. Flachsspinnerei.

1. Die **Anlegemaschine** formt die Risten zu vier Bändern, jedes 140 bis 170 mm breit. Betriebswelle 125 bis 160 Umdreh. i. d. Min.; Hintercylinder 100 bis 115 mm Durchm. und 5 bis 6 Umdreh. i. d. Min. Verzug 20- bis 40-fach. Abstand der Streckwalzen von

einander 0,76 bis 0,82 m. Die Töpfe (von Zink oder Eisen) sind 785 mm hoch und 260 mm weit. Gesamtzahl der Nadelstäbe (Gills) 42 bis 52, Anzahl der arbeitenden 36; Länge der Nadeln 46 mm bei Nadelnummer 16 (engl.); Anzahl der Nadeln in einer Schiene, auf zwei Reihen verteilt, 64; Breite der Nadelstäbe 105 bis 118 mm. Druck auf die Druckwalzen (von Erlenholz) bei 290 mm Durchm. 1 kg f. d. mm Breite. Stündliche Leistung 20 bis 30 kg (1200 bis 1800 m). Klingellänge 500 Yards. Arbeitsbedarf 0,8 PS. Raumbedarf $3,1 \times 1,4$ m.

2. Erster Durchzug (Strecke, gillbox) mit zwei bis drei Köpfen, jeder zu vier bis acht Bändern. Betriebswelle 140 bis 150 Umdreh. i. d. Min. Abstand der beiden Streckwalzenpaare von einander 0,68 bis 0,715 m. 53 bis 60 Nadelstäbe, davon 38 bis 43 in Arbeit. Hinter-Cylinder: Durchm. 51 bis 63 mm bei 4,5 bis 7,5 Umdreh. i. d. Min. Vorder-Cylinder: Durchm. 75 bis 77 mm bei 70 bis 82 Umdreh. i. d. Min. Verzug 12- bis 20-fach. Durchm. der eingängigen Schraubenspindeln mit rechteckigem Gewinde 45 mm. Teilung der oberen 16 mm, der unteren 30 mm. Länge der Nadeln 33 mm bei Nadelnummer 20 (engl.); Anzahl der Nadeln in einer Schiene, auf zwei Reihen verteilt, 60; Breite der Schienen 92 mm. Stündliche Leistung 12 bis 30 kg (900 bis 1000 m). Arbeitsbedarf 1,2 PS. Raumbedarf $2,5 \times 3,5$ m.

3. Zweiter Durchzug. Drei Köpfe, jeder zu sechs bis acht Bändern. Anzahl der Umdreh. der Betriebswelle 150 bis 155 i. d. Min. Abstand der beiden Streckwalzenpaare 610 bis 670 mm. Anzahl der Hechelschienen 48 bis 60, hiervon in Arbeit 34 bis 42. Hinter-Cylinder: Durchm. 50 bis 64 mm bei 6,5 bis 8,6 Umdreh. i. d. Min. Vorder-Cylinder: Durchm. 63 bis 76 mm bei 75 bis 88 Umdreh. i. d. Min. Verzug 12- bis 20-fach. Durchm. der Schraubenspindeln 45 mm; Teilung der oberen 13 mm, der unteren 30 mm. Länge der Nadeln 30 mm bei Nadelnummer 21 (engl.); Anzahl der Nadeln in einer Schiene, auf zwei Reihen verteilt, 54; Breite der Hechelschiene 80 mm. Leistung 18 bis 26 kg (700 bis 1200 m) i. d. Std. Arbeitsbedarf 1,1 PS. Raumbedarf $2,5 \times 3,5$ m.

4. Vorspinnmaschine mit drei bis sechs Köpfen, jeder zu 10 oder 12 Bändern; 36 bis 72 Spindeln. Betriebswelle 180 bis 200 Umdreh. i. d. Min. Hinter-Cylinder: Durchm. 45 bis 50 mm bei 8,4 bis 13,2 Umdreh. i. d. Min. Vorder-Cylinder: Durchm. 50 bis 57 mm bei 104 bis 109 Umdreh. i. d. Min. Anzahl der Spindelumdreh. 450 bis 600 i. d. Min. Abstand der Streckwalzen von einander 550 bis 575 mm. Anzahl der Hechelschienen 50 bis 65, hiervon in Arbeit 37 bis 50. Verzug 12- bis 20-fach. Zahl der Drehungen auf 25 mm (je nach Stärke des Garnes) 1,5 bis 0,5. Länge der Nadeln 20 mm bei Nadelnummer 22 (engl.); Anzahl der Nadeln in einer Schiene, auf zwei Reihen verteilt, 38; Breite der Hecheln 33 mm bei 100 Spindeln. Leistung bei mittleren Nummern 30 bis 50 kg i. d. Std. Arbeitsbedarf für 100 Vorspindeln

2,5 bis 3 PS. Raumbedarf für eine Maschine mit sechs Köpfen $5,5 \times 1,5$ bis $6,2 \times 1,9$ m.

5. **Feinspinnmaschine** für mittlere Garnnummern. Anzahl der Spindeln 152 bis 244.

Nafsspinnerei für Garne über Nr. 20 engl. (12 metr.). Spulenhöhe 64 bis 70 mm. Spindelteilung 57 bis 76 mm. Wirteldurchm. 33 mm. Anzahl der Umdreh. der Betriebswelle 270 bis 320, der Spindeln 2000 bis 3000 i. d. Min. Anzahl der Umdreh. für die geriffelten Zuführungswalzen $4\frac{1}{2}$ i. d. Min. bei 40 mm Durchm. Streckwalzen 65 mm Durchm. Anzahl der Riffeln bei 26 mm Durchm. 24 bis 32. Streckweite 75 bis 100 mm. Arbeitsbedarf für 100 Spindeln 2,75 PS. Die Zahl der Drehungen des Garns auf 10 cm Länge ist

$$\text{für Kette: } 8\sqrt{\text{Nr. engl.}} = 10,3\sqrt{\text{Nr. metr.}};$$

$$\text{für Schufs: } 6,8\sqrt{\text{Nr. engl.}} = 8,7\sqrt{\text{Nr. metr.}}$$

Möglicher Verzug fünf- bis zehnfach. Das Wasser in den Trögen wird durch kleine Dampfrohre beständig in einer Temperatur von 60 bis 75° C erhalten. Breite der Maschine 1,55 m. Nach dem Nafspinnen ist so rasch wie möglich das Garn von den Spulen abzuhaspeln und zu trocknen, um Faulen zu verhüten.

Trockenspinnerei meist für grobe Nr., bis etwa Nr. 30 engl. (18 metr.). Spulenhöhe 90 bis 115, Spindelteilung 90 bis 115 mm, Durchm. der Streckwalzen 100, der Einziehwalzen 38 mm. Streckweite 460 mm. Möglicher Verzug drei- bis neunfach. Wirteldurchm. 38 bis 50 mm. Arbeitsbedarf für 100 Spindeln in PS = $12:\sqrt{\text{Nummer}}$. Maschinenbreite bei zwei Spindelreihen 2 m. Anzahl der Drehungen des Garnes auf 10 cm Länge = $(6,5 \text{ bis } 7,5)\sqrt{\text{Nr. engl.}}$

Halbnafsspinnerei für roh bleibende Garne: die Vorfäden werden vor Eintritt in das Streckwerk mit kaltem Wasser angefeuchtet, wobei es genügt, die Unterwalze (von Buchsbaum oder Messing) im Trog laufen zu lassen.

e. Wergspinnerei.

Krempelei: Man nutzt die ganze Trommelfläche derart aus, daß Ein- und Abführung auf derselben Seite liegen, und teilt die ganze Breite in meist drei arbeitende Streifen.

Bei einer Krempelei für mittlere Garnnummern sind 16 Walzen an der Maschine u. zw.:

Drei Abnehmer, fünf Arbeiter, fünf Abziehwalzen, zwei Speisewalzen und eine Speiseabzugswalze. Die Abnehmer haben jeder drei Abzüge. Sämtliche Walzen haben eine Breite von 1,80 bis 1,83 m. Leistung 45 bis 70 kg i. d. Std. Arbeitsbedarf 2 bis 2,5 PS. Raumbedarf $3,3 \times 4$ m.

1. Vorkrempel oder Grobkarde.

Benennung.	Umdrehungszahl i. d. Min.	Durchmesser in m.
Haupttrommel (Tambour)	120—170	0,80—1,52
Speisewalzen	0,85—4,60	0,114—0,075
Wender	190—250	0,203
Arbeiter	2,45—4,25	0,178—0,216
Kammwalzen	3,90—7,89	0,279—0,375
Abziehwalzen	22—34	0,100—0,108

2. **Feinkrempel.** Diese hat einen feineren Beschlag. Sonstige Angaben wie bei der Grobkarde. Arbeitsbedarf 1,8 bis 2,3 PS. Leistung 25 bis 50 kg i. d. Std.

In neuerer Zeit mehr beliebt neben Auflockerungsmaschine nur einfache Kardierung bei geringerer Zuführung und langsamerer Bewegung der Arbeitswalzen.

3. **Erster Durchzug** (Strecke) mit zwei oder drei Köpfen zu vier bis sechs Bändern. Betriebswelle 120 bis 190 Umdreh. i. d. Min. Breite der Einführung 54 bis 76 mm. Hinter-Cylinder: Durchm. 38 bis 51 mm bei 14 bis 20 Umdreh. i. d. Min. Vorder-Cylinder: Durchm. 51 bis 70 mm bei 68 bis 106 Umdreh. i. d. Min. Abstand der Streckwalzenpaare von einander 256 bis 280 mm. Leistung i. d. Std. und f. d. Abzugswalze 650 bis 1040 m Band, Verzug 6- bis 12-fach. Anzahl der eingreifenden Nadelstäbe 17; Gesamtzahl 28. Durchm. der Schraubenspindeln 40 mm. Teilung der oberen 16 mm, der unteren 33 mm. Nadelnummer 19 (engl.). Länge der Nadeln 30 mm. Anzahl der Nadeln in einer Schiene, auf zwei Reihen verteilt, 76; Breite der Nadelstäbe 90 mm. Arbeitsbedarf 1 PS. Raumbedarf $1,4 \times 3,4$ m.

4. **Zweiter Durchzug** mit drei Köpfen, jeder zu sechs bis acht Bändern. Genau wie der erste konstruiert, nur Nadelnummer 20 (engl.); Länge der Nadeln 26 mm. Breite der Nadelstäbe 80 mm. Arbeitsbedarf 0,75 PS.

5. **Vorspinnmaschine** wie die des Flachses, Entfernung der Streckwalzenpaare nur 0,2 bis 0,24 m. Sie hat vier Köpfe zu 12 Bändern oder 48 Spindeln, die 450 bis 600 Umdreh. i. d. Min. machen. Verzug 7- bis 12-fach. Antriebscheibe 150 bis 240 Umdreh. i. d. Min. Leistung 20 bis 30 kg i. d. Std. Arbeitsbedarf 2 bis 3 PS. Raumbedarf $1,5 \times 8,7$ m. Drehung 0,3 bis 0,5 auf 1 cm.

6. **Feinspinnmaschine** wie bei der Flachsspinnerei. Arbeitsbedarf 2,4 PS für 100 Spindeln. Raumbedarf $1,85 \times 5,4$ m.

Zahl der Drehungen auf 10 cm

für Kette: $8,8 \sqrt{\text{Nr. engl.}} = 11,3 \sqrt{\text{Nr. metr.}}$;

für Schufs: $7,6 \sqrt{\text{Nr. engl.}} = 9,7 \sqrt{\text{Nr. metr.}}$

7. Im Durchschnitt erhält man aus 100 kg Kaufflachs 40 kg spinnbare Flachsfaser und 57,5 kg spinnbares Werg. Der gehechelte Flachs verliert durch die Vorbereitungsmaschinen noch 5 bis 8%, das Werg 10 bis 17%. In Hinsicht der Generalkosten erscheint es zweckmäßig, eine Spinnerei nicht unter 2000 Spindeln anzulegen; werden die Nummern 20 bis 100 durcheinander gesponnen, so kann man die tägliche Leistung zu 100 bis 125 kg annehmen. Eine Vorspindel versorgt in den Mittelnummern gegen 16 Feinspindeln.

Zu einem System gehören:

für Flachsgarn (Langflachs) Nr. 40 bis 45 engl. (24 bis 28 metr.):

2	Anlegemaschinen zu 6 Bändern,	760 mm (30")	Streckweite (reach).
1	Strecke, 2 Köpfe zu 6	710 "	(28") "
1	" 2 " zu 8	660 "	(26") "
1	" 3 " zu 8	610 "	(24") "
1	Vorspinnmaschine mit 70 Spindeln,	560 mm (22")	"
		Spulen 100 × 200 mm.	
4	Feinspinnstühle zu 208 Spindeln = 832 Spindeln.		
		Teilung 60 mm;	

für Flachswerg Nr. 16 engl. (9 bis 10 metr.):

1	Krempel, 1,525 × 1,83 m (5' × 6'),	13 Walzen, 3 Abnehmer (Doffer),	15er Trommelbeschlag.
1	Strecke, 2 Köpfe zu 6 Bändern,	280 mm (11")	Streckweite.
1	" 3 " zu 6	255 "	(10") "
1	" 3 " zu 8	255 "	(10") "
1	Vorspinnmaschine mit 70 Spindeln,	230 mm (9")	Streckweite.
3	Feinspinnstühle zu 184 = 552 Spindeln.		
		Teilung 70 mm.	

Den Arbeitsbedarf kann man im allgemeinen für je 100 Spindeln nebst dem auf sie fallenden Anteil der Vorbereitungs-
maschinen zu

$$\frac{20}{\sqrt{\text{Nr. engl.}}} \text{ PS} = \frac{15,5}{\sqrt{\text{Nr. metr.}}} \text{ PS} \quad \text{rechnen.}$$

Man rechnet in bezug auf den Raum für eine Feinspindel 0,5 qm Grundfläche zur Aufstellung der Maschinen einschl. Vorbereitungs-
maschinen und zu ihrer Bedienung; 0,1 qm für Lagerräume.

d. Hanf und Nessel.

Ganz verwandt ist die Behandlung des Hanfs, nur müssen alle Maschinen wesentlich stärker ausgeführt werden. Auch die Nessel-
fasern werden vor der Hand meist mit den Maschinen der Flachspinnerei bearbeitet.

Hanf: Bastfasern von *Cannabis sativa* L. (am besten von männlichen Pflanzen); 100 kg lufttrockene Stengel geben 26 kg spinnbare Faser. Faserlänge 1 bis 2 m u. m. bei 0,04 mm Breite; Bastzellen 10 mm und länger, 0,0125 bis 0,028 mm Durchm., unregelmäßig cylindrisch mit stumpfen Enden. Gehalt an Wasser bei 33%, Festigkeit wenig größer als bei Flachs.

Nesselfasern. Chinagras: Bastfasern von *Böhmeria* (*Urtica*)

nivea: Faserlänge 0,5 bis 1,75 m u. m. bei 0,10 mm Breite; Bastzellen 60 bis 250 mm lang von 0,04 bis 0,08 mm Durchmesser, cylindrisch mit kegelförmigen, abgerundeten Enden. Wassergehalt bis 18% (bei 20° C), Festigkeit 2- bis 3-mal so groß als die des Hanfes und Flachses.

Ramie: Bastfasern von *Böhmeria (Urtica) tenacissima* und *utilis*: Faserlänge 1 bis 2 m, Bastzellen 80 mm lang bei 0,016 bis 0,126 mm Durchmesser. Sonst wie Chinagras.

Alle Nesselfasern haben den Vorteil, daß die Bastzellen fast gar nicht verholzen, daher sehr geschmeidig und fest bleiben, und daß sie einen hohen seidenartigen Glanz besitzen. Doch setzen die Fasern bisher ihrer Lösung aus dem rohen Stengel bedeutende Schwierigkeiten entgegen.

B. Jute.*)

Bastfasern von *Corchorus olitarius* und *capsularis*. Faserlänge 1,5 bis 3,65 m bei 0,03 bis 0,14 mm Breite; Bastzellen 0,8 bis 4,1 mm lang von 0,01 bis 0,032 mm Durchm., fünf- bis sechseckigem Querschnitt und abgestumpft kegelförmigen Enden. Bis 24% Gehalt an hygrosk. Wasser; lufttrocken wenigstens 6% Wasser. Festigkeit geringer als die des Flachses.

I. Spinnerei.

Man spinn Jute entweder zu Jute line (meist über Nr. 16 engl. [10 metr.]) und benutzt dazu nur die Mittelstücke der Risten, welche man ebenso wie Flachs hechelt, streckt und spinn, oder zu Jute tow (bis etwa Nr. 8 engl. [5 metr.]) nach folgendem Arbeitsgange.

a. Vorbereitung.

1. **Einweichen.** Jute wird mit Thran, Mineralöl und Wasser eingeweicht, u. zw. entweder von Hand durch Einlegen in Fächer oder auf den Quetschmaschinen.

2. **Quetschen.** Eine Maschine von Urquhardt & Lindsay hat 22 bis 24 Walzenpaare mit je 14 Riffeln. Durchmesser einer Walze 100 bis 136 mm, Länge 787 mm. Hauptwelle 200 Umdreh. i. d. Min. Leistung 550 kg i. d. Std. Zur Bedienung sind vier Personen nötig. Aeufserste Abmessungen der Grundfläche 6,0 × 2,6 m. Arbeitsbedarf 4 bis 5 PS.

Auf 100 kg Jute etwa 2 bis 3 kg Thran und 16 bis 24 kg Wasser.

3. Die Jutestengel sind am Wurzelende viel stärker als am anderen Ende; man kann sie aber um so feiner ausspinnen, je gleichmäßiger die Stengel sind, und entfernt daher auf den **Schnipp-**

*) Vergl. Pfuhl, Jute und ihre Verarbeitung. 1888.

maschinen die Wurzeln und oberen Enden. Trommelbreite 585 mm bei 1,300 m Durchm. und 240 Umdreh. i. d. Min.; die kleine Trommel hat nur 800 mm Durchm. Beide Trommeln sind mit starkem Stiftbeschlag versehen und reifen die Juteenden von den Risten ab, welche ihnen durch eine Wendezuführung selbstthätig mit beiden Enden nacheinander dargeboten werden. Leistung 750 kg i. d. Std.

4. Geringere Jutesorten, sowie Abfälle werden auf dem **Reifswolf** für die Karden vorbereitet. Trommel 1,200 m Durchm., 600 bis 1000 mm breit, bis 160 Umdreh. i. d. Min.

b. Vorspinnerei.

Ein System zur Herstellung von Garnen Nr. 6 bis Nr. 7 engl. besteht aus 1 Vorkarde, 1 Feinkarde, 2 Strecken, 1 Vorspinnmaschine und 3 doppelseitigen Feinspinnmaschinen.

1. **Vorkarde** (Lawson & Sons, Leeds). 2 Arbeits-, 2 Wende- und 1 Abnehmewalze. Breite der Trommel 1,83 m. Leistung etwa 150 kg i. d. Std. Zur Bedienung 2 bis 3 Personen erforderlich. Arbeitsbedarf etwa 3 PS, Grundfläche $4,3 \times 2,9$ m. Erzeugt Fasern von etwa 500 mm Länge.

2. **Feinkarde** (Lawson & Sons). 4 Arbeits-, 4 Wende- und 1 Abnehmewalze. Breite der Trommel 1,83 m. Leistung etwa 130 kg i. d. Std. Zur Bedienung sind 2 Personen nötig. Arbeitsbedarf etwa 3 PS, Grundfläche $3,00 \times 2,90$ m. Erzeugt Fasern von etwa 300 mm Länge.

Vorkarde.	Umdreh. i. d. Min.	Durchmesser. m	Feinkarde.	Umdreh. i. d. Min.	Durchmesser. m
Trommel	183	1,270	Trommel	163	1,264
Speisewalze . . .	2,1—8,7	0,248	Speisewalze . . .	2,6—10,9	0,122
Arbeitswalzen . .	19,6—24,2	0,229	Arbeitswalzen . .	12,1—22,8	0,222
Wendewalzen . . .	137	0,343	Wendewalzen . . .	147	0,297
Abnehmewalzen .	11,9—22,5	0,457	Abnehmewalzen .	15,1—28,6	0,425
Untere Abzugswalze	91,4—173	0,102	Abzugswalze . . .	81,4—153,7	0,102
Untere Lieferungswalze	91,4—173	0,114	Erste Lieferungswalze	81,4—153,7	0,108
			Zweite Lieferungswalze	81,4—153,7	0,114

3. **Streckmaschinen.** Es sind Strecken in Gebrauch, bei denen die Hechelstäbe in Schrauben oder in Ketten geführt werden, auch solche mit Nadelwalzen. Eine von Lawson & Sons mit Kettenführung gebaute erste Streckmaschine hat 2 Köpfe zu je 4 Bändern. Die Hauptwelle macht 230 Umdreh. i. d. Min. Einziehwalzen: Durchmesser 50,8 mm bei 25 bis 40 Umdreh. i. d. Min. Streckwalzen: Durchmesser 63,5 mm bei 156 Umdreh. i. d. Min. Ablieferungswalze: Durchmesser 50,1 mm bei 144 Umdreh. i. d. Min. Abstand der Streckwalzenpaare von einander 381 mm. Verzug 5- bis 8-fach. Leistung rd. 125 kg i. d. Std. Zur Bedienung sind 2 Personen erforderlich. Arbeitsbedarf etwa 2 PS, Grundfläche $3,00 \times 1,50$ m. 18 Nadelstäbe, davon 13 arbeitende.

Die zweite Streckmaschine hat 2 Köpfe zu je 6 Bändern und hat feinere Nadelbeschläge.

4. **Vorspinnmaschine** (Spindelbank) mit 7 Köpfen zu je 8 Spindeln. Die Hauptwelle macht 300, die Spindeln 590 Umdreh. i. d. Min. Einziehwalzen: Durchmesser 44,4 mm bei 6,52 bis 37 Umdreh. i. d. Min. Streckwalzen: Durchmesser 50,1 mm bei 53,4 bis 151,7 Umdreh. i. d. Min. Spulen: Durchmesser 127 mm, lichte Höhe 254 mm. Abstand der Streckwalzenpaare von einander 279 mm. Verzug 4- bis 8-fach. Zahl

der Drehungen auf 1 Zoll engl. (25,4 mm) 0,54 bis 1,5. Leistung 90 bis 130 kg i. d. Std. Zur Bedienung sind 2 Personen nötig. Arbeitsbedarf etwa 3,5 PS, Grundfläche $7,2 \times 1,4$ m.

Stärkste Nummern werden gleich auf der Spindelbank fertiggestellt.

e. Feinspinnerei und Zwirnerei.

1. **Feinspinnmaschine**, doppelseitig. Anzahl der Spindeln 74 auf jeder Seite. Entfernung der Spindeln von einander 95,2 mm. Die Hauptwelle (Trommelachse) macht 500, die Spindeln 2200 bis 3000 Umdreh. i. d. Min. Einziehwalzen: 38,1 mm Durchmesser. Streckwalzen: 101,6 mm Durchmesser. Abstand der Streckwalzenpaare von einander 200 bis 250 mm. Spulen: 63,5 mm Durchmesser, 95,2 mm lichte Höhe, Verzug 6- bis 9-fach. Leistung für 1 Spindel i. d. Std. 0,27 kg Garn Nr. 6, d. s. etwa 800 bis 1100 m. Zur Bedienung sind 2 Personen erforderlich. Arbeitsbedarf 4,5 bis 5 PS für jede Seite. Grundfläche $7,90 \times 1,90$ m.

Zahl der Drehungen auf 10 cm

für Kette 2,8 bis 3,6 $\sqrt{\text{Nr. metr.}}$;

für Halbkette . . . 2,2 bis 2,7 $\sqrt{\text{Nr. metr.}}$;

für Schuß 1,7 bis 2,0 $\sqrt{\text{Nr. metr.}}$.

2. **Zwirnmaschine**, von Lawson & Sons, doppelseitig. Anzahl der Spindeln auf jeder Seite 62. Entfernung der Spindeln von einander 114,3 mm. Die Hauptwelle (Trommelachse) macht 340, die Spindeln 1400 bis 1900 Umdreh. i. d. Min. Durchmesser der beiden Lieferungswalzen 102 mm. Spulen: 76 mm Durchmesser, 114 mm lichte Höhe. Zahl der Drehungen auf 25,4 mm 1,92 bis 8,75. Leistung für die Spindel i. d. Std. 0,23 kg zweifach Nr. 7. Zur Bedienung 2 Personen nötig. Arbeitsbedarf etwa 3 PS, Grundfläche $7,90 \times 1,90$ m.

d. Haspellei.

Welle mit Kraftbetrieb, doppelseitig. 24 Spulen auf jeder Seite. Umdrehungen der Hauptwelle 160 i. d. Min. Umfang der Welle $2,285 \text{ m} = 2\frac{1}{2}$ Yards. Bedienung für jede Seite 1 Person. Leistung i. d. Std. 30 kg Nr. 6. Arbeitsbedarf etwa 0,1 PS. Grundfläche $4,00 \times 1,55$ m.

Die Numerierung der Jutegarne ist dieselbe, wie die für Leinengarne übliche.

II. Weberei.

Die Jute-Webereien sind meistens mit Spinnereien verbunden.

a. Verarbeitung der Kettengarne.

Die von den Spinnstühlen kommenden Spulen werden mittelst Kettenspulmaschinen auf größere Spulen abgespult.

Kettenspulmaschine, doppelseitig, 36 Spulen auf jeder Seite mit 242 mm Teilung, 114 mm Durchmesser und 178 mm lichte Höhe. Umdrehungen der Hauptwelle 200 i. d. Min. Leistung i. d. Std. ungefähr 150 kg Garn Nr. 7. Zur Bedienung sind für jede Seite 4 Personen nötig. Arbeitsbedarf etwa 1,5 PS, Grundfläche $8,90 \times 1,80$ m.

Von den Kettenspulen wird das Garn auf die Garnbäume aufgebäumt. Hierzu dienen Bäum- und Schlichtmaschinen. Bei den ersteren wird das Garn trocken aufgebäumt; bei den letzteren vor dem Aufbäumen mit Kartoffelmehkleister geschlichtet und getrocknet.

Schlichtmaschine (Robertson & Orchar, Dundee) von 1,78 m Rietbreite, 4 Trockencylinder aus Kupfer von 914 mm Durchmesser und 1830 mm Breite.

Spannung des Heizdampfes etwas über 1 Atm. absol. Hauptwelle 180 Umdreh. i. d. Min. Einzug- oder Schlichtwalzen: Durchmesser der oberen 170, der unteren 280 mm. Einzugslänge 11 bis 12 m i. d. Min. Die Lieferung der Maschine reicht für etwa 35 Webstühle. Zur Bedienung gehören 3 bis 4 Mann. Arbeitsbedarf etwa 2 PS. Grundfläche $6,50 \times 3,00$ m; einschl. zweier Spulenrahmen, welche etwa 1500 Spulen fassen, $20,50 \times 3,00$ m.

b. Verarbeitung der Schufgarne.

Die für Schufgarne bestimmten Feinspinnspulen werden auf Cops-Maschinen zu Cops (Kötzern) verarbeitet, welche, in die Schützen der Webstühle eingelegt, als Einschufs dienen.

Copsmaschine (Urquhardt & Lindsay). Umdrehungen der Hauptwelle 300 i. d. Min. 2 Seiten jede zu 60 Spindeln mit 114 mm Teilung. Spindel-Umdrehungen 960 i. d. Min. Leistung ungefähr 125 kg i. d. Std. Eine Person kann 15 bis 20 Spindeln bedienen. Arbeitsbedarf 3,5 bis 4 PS, Grundfläche $7,80 \times 1,00$ m.

c. Weberei.

Gebräuchliche Rietbreiten der Webstühle sind 36, 48, 56, 62, 70 und 80 Zoll engl. Konstruktion meist überschlägig.

Jute-Webstuhl (Robertson & Orchar, Dundee). Rietbreite 56 Zoll engl. = 1,42 m. Umdrehungen der Hauptwelle 120 i. d. Min. Leistung 100 bis 115 m Gewebe täglich. Kraftbedarf 0,33 bis 0,5 PS, Grundfläche $2,80 \times 1,25$ m.

Mefsmaschine. Umfang der Mefswalze 1,00 m, Breite 2,30 m. Grundfläche $2,70 \times 1,85$ m.

d. Appretur.

Schermaschine. Schercylinder: Durchmesser 115 mm, Breite 2,55 m, besetzt mit 8 spiralförmigen Messern, 800 Umdrehungen i. d. Min. Das Gewebe läuft mit 6 m Geschwindigkeit i. d. Min. durch die Maschine. Zur Bedienung ist 1 Mann erforderlich. Arbeitsbedarf etwa 1 PS, Grundfläche $3,60 \times 1,45$ m.

Einsprengmaschine mit 2 Bürstenwalzen von je 255 mm Durchmesser und 390 Umdreh. i. d. Min. Abzugswalzen 205 mm Durchmesser, 2,25 m Breite und 170 Umdreh. i. d. Min. Das Gewebe läuft mit 100 m Geschwindigkeit i. d. Min. durch die Maschine. Arbeitsbedarf etwa 0,2 PS, Grundfläche $2,45 \times 1,30$ m.

Kalander mit 5 Walzen, 96 Zoll engl. = 2,44 m breit. Dampfwalze: 343 mm Durchmesser, 1500 kg Gewicht, 15 Umdreh. i. d. Min. 2 Papierwalzen je 2000 kg Gewicht und 686 mm Durchmesser; obere Eisenwalze 533 mm Durchmesser, 2450 kg Gewicht; untere Eisenwalze 609 mm Durchmesser, 2950 kg Gewicht. — Belastung der Druckhebel bis zu 250 kg, dieser Belastung entspricht ein Druck von 100 kg f. d. cm Breite der unteren Papierwalze. 51 Umdrehungen der Hauptwelle i. d. Min. Einzugs geschwindigkeit 16 m i. d. Min. Zur Bedienung sind 2 Mann nötig. Arbeitsbedarf etwa 6 PS, Grundfläche der Maschine $5,2 \times 5,0$ m.

Außerdem sind „hydraulische Mangeln“ zur Appretur in Gebrauch. Das Gewebe wird erst vorkalandert, dann aufgeblümt und zwischen zwei eisernen Walzen, welche mit Wasserdruck belastet sind, gemangelt. Gesamtdruck f. d. cm Walzenbreite bis zu 320 kg.

Für den Versand wird das Gewebe entweder aufgerollt oder gelegt, und fest zusammengeprefst.

Rollmaschine. Rollschwert 1,41 m lang, 85 mm breit, macht 90 Umdreh. i. d. Min. Bedienung 1 Mann. Grundfläche $1,9 \times 0,8$ m.

Legemaschine. Der Legearm macht 21 Doppelhübe i. d. Min. und legt 1 Stück Gewebe von 100 m Länge in $2\frac{1}{2}$ Min. Bedienung 2 Mann. Arbeitsbedarf etwa 0,25 PS, Grundfläche $1,70 \times 1,75$ m.

Wasserdruck- Presse. Packfläche $1,88 \times 1,47$ m, Packhöhe 1,98 m. Prefspumpe mit 4 Kolben, 2 zu 50 mm und 2 zu 25 mm Durchmesser, konstruiert für einen größten Druck von 150 Atm. Hub des Prefskolbens 1,52 m, Gesamtdruck etwa bis 12000 kg.

C. Baumwolle.

Haarartige Epidermiszellen der Früchte von Gossypium-Arten. Faserlänge 15 bis 60 mm (Stapellänge 10 bis 40 mm), Durchmesser 0,0378 bis 0,0189 mm. Festigkeit einer Faser Louisiana 2,5 g, kurze Georgia 4,5 g. Spec. Gewicht 1,47 bis 1,5.

Wassergehalt bis 31% bei 18° C, für Gespinste meist nur 25%. Selbstentzündung beim Tränken mit Baumöl bei 84° C nach 1 $\frac{3}{8}$ Stunden, bei Mineralölen langsamer.

a. Egreniermaschinen.

Meist am Produktionsort der Baumwolle, zum Entfernen der Körner und des größten Schmutzes. Anzahl der Umdreh. der Kurbelwelle 450 i. d. Min.; für jedes Messer zwei Kurbeln (gekröpfte Wellen). Anzahl der Umdreh. der abführenden Lederwalzen 140 i. d. Min.; Durchmesser nebst Lederbekleidung 160 mm, Länge 1 m. Leistung 25 bis 50 kg i. d. Std. für jede Ablieferung je nach der Stapellänge. Antriebscheiben 180 mm Durchmesser; 90 mm breit; 750 Umdreh. i. d. Min. Arbeitsbedarf 0,3 PS.

Neuere Egreniermaschinen nach Art der Klettenwölfe für Wolle.

Nach dem Egrenieren bleiben von der Rohbaumwolle 30 bis 40% Handelsbaumwolle übrig.

Unter scharfem Druck wird die Baumwolle dann auf besonderen Ballenpressen für den Versand zusammengepresst.

b. Spinnerei.

1. Mischen oder Gattieren der Baumwolle.

Die einzelnen Mischungsverschläge oder Fächer sind für 24 Ballen amerikanische oder 40 Dhollerah oder Bengal 4 m tief und 5 m breit zu nehmen, wobei die Mischung eine Höhe von etwa 2,25 m erhält. Lattenböden 0,25 bis 0,3 m über dem Boden des Mischungsraumes.

Das Zerzupfen der zusammenhängenden Baumwollklumpen geschieht neuerdings durch sogen. Ballenbrecher oder Baumwollzupfer (bale breaker, cotton puller). Lattentuchspeisung von 1,8 m Länge, 915 mm Breite. Zwei Paar Verzugswalzen und hinter diesen 1 Oeffnertrommel. Wöchentliche Leistung 40 000 kg (90 000 Pfd. engl.).

Der Ballenbrecher giebt den gelockerten Rohstoff auf ein kurzes wagerechtes Lattentuch; von diesem wird er zwischen zwei fast lotrechte Lattentücher nach der Decke des Mischraumes emporgeführt und geht dann oben auf endlose (2, 4, 6 oder mehr, je nach Anzahl der Mischungen) Zweiglattentuchleitungen, welche beliebige Stellen der Mischungshaufen bestreichen können. Hierdurch wird eine große Zuverlässigkeit der Aufmischungen erzielt.

Ebenso kann dieses Lattentuch die Baumwolle sofort zu der, übrigens öfters mit dem Ballenbrecher verbundenen Misch- und Schlagmaschine führen.

Temperatur des Mischraumes 15 bis 30° C, im Winter also erforderlichenfalls Heizung.

2. Eigentliche Vorbereitungsmaschinen.

Einfuhrbreite 965 mm (915, 965, 1015, 1220).

1. a) **Willow, Wolf** oder **Zausler** findet für das Oeffnen kürzerer, größerer Wollen noch Verwendung. Trommel 1 m Durchmesser, 1,20 m lang, 350 Umdreh. i. d. Min. Selbstthätige Ausrückung nach 36, 40, 44 Trommelumdrehungen. Arbeitsbedarf 3 PS. Raumbedarf $2 \times 1,8$ m.

Selbstthätiger Oldham-Willow: Leistung 220 bis 350 kg i. d. Std. rohe Wolle. Arbeitsbedarf 4,5 PS. Raumbedarf $3,2 \times 1,8$ m.

Wipper meist nur noch zum Voröffnen der Dhollerah und Bengal benutzt.

b) **Oeffner** (System Taylor, Lang & Co.). Zwei Bauarten:

α. Mit großer wagerechter Zackentrommel von 1 m äußerem Durchm., auf diesem 8 bis 12 abwechselnd um die halbe Teilung versetzte Schienen mit je 34 Zacken, von hämmerbarem Guß. Zuführung und Abführung der Wolle auf einer Seite. Erstere durch zwei mit Druck versehene Cylinder mit in einander greifenden Riffeln, veränderlich von 2 bis 3,5 m i. d. Min. Schiefer Lattentuchisch zur Abführung; ebenso schiefer Ventilatorzug. Umdrehungszahl des Ventilators 1400 bis 1800 i. d. Min. Aeußerer Durchmesser des Flügels 460 mm, Breite 190 mm. Umdrehungszahl der Zackentrommel 400 bis 500 i. d. Min. Leistung je nach den Passagen 150 bis 300 kg i. d. Std. Arbeitsbedarf 3,4 bis 4,5 PS. Raumbedarf $3 \times 1,6$ m.

β. Oeffner mit zwei Zackentrommeln, 6 bis 8 Zackenschienen, gleichfalls je zwei um die halbe Teilung versetzt, 0,304 m Durchm. 1 Paar Siebtrommeln. Zuführung und Abführung an entgegengesetzten Seiten, erstere veränderlich von 1,25 bis 2,5 m i. d. Min. In manchen Fällen, wo die Oertlichkeit es erlaubt, läßt man die Wolle auf das Zuführlattentuch der Schlagmaschine fallen.

c) **Oeffner** von Crighton. Läßt sich durch passende Einstellung des Schlagkörpers gegen den Rost ziemlich allen Sorten Baumwolle anpassen, ist daher die leistungsfähigste Maschine dieser Art. Stehende Welle mit 6 bis 8 Nasenscheiben. Die Nasen liegen schraubenförmig verteilt auf einem nach oben sich erweiternden Kegel. Die Baumwolle wird von einem Auflegetisch unten durch zwei Einzugswalzenpaare oder durch Verteilungs- und Reifsapparate, ähnlich den für Streichwolle gebrauchten, zugeführt. Die geöffnete Baumwolle wird vom oberen Trommelende ab durch einen Kanal auf eine Siebtrommel und ein Austrittslattentuch, oder in einen zweiten Oeffner von derselben Bauart geführt. Der Abstand der

Nasen vom Roste beträgt 25 bis 30 mm; der Abstand der Nasenscheiben untereinander 0,165 bis 0,19 m. Die unterste Scheibe hat 0,3 m, die oberste 0,75 m Durchm. Umdrehungszahl der Zackentrommel 1000 i. d. Min. und mehr. Der unter der Siebtrommel befindliche Flügelventilator macht beim einfachen Oeffner 1200, beim doppelten 1400 Umdreh. i. d. Min. Zuführlattentuch 400 mm breit, 60 mm Geschwindigkeit i. d. Sek.; Abzugslattentuch 280 bis 300 mm Geschwindigkeit i. d. Sek. Leistung je nach der Baumwollsorte 250 bis 500 kg i. d. Std.

Arbeitsbedarf der einfachen Maschine 5 bis 8 PS. Raumbedarf $1,65 \times 3,5$ m. Arbeitsbedarf der doppelten Maschine 8 bis 12 PS; Raumbedarf $1,65 \times 5,5$ m, mit Wickelapparat $1,8 \times 7,5$ m.

Der doppelte Oeffner ist immer so eingerichtet, daß er gegebenenfalls als einfacher benutzt werden kann.

d) Saugöffner. In neuester Zeit ist vielfach in Anwendung gekommen das System der Saugöffner (Exhaust Opener): Im Mischraum befindet sich noch die Speisung für den im Schlagmaschinensaal stehenden, meist mit der Wattenmaschine verbundenen Saugöffner. Sie besteht aus einem ungefähr 90 cm breiten Lattentuch, welches an allen in betracht kommenden Mischhaufen vorbeigeht, und auf welches die von der betreffenden Mischung genommene Baumwolle ausgebreitet wird; dann wird sie einer Sammelwalze, zwei Paar Speisewalzen und einem Reißcylinder zugeführt (ähnlich wie man die Vorreißerspeisung an Crighton-Oeffnern angebracht hat), von welchem letzterem sie dann in ein langes Blechrohr kommt. Durch die Windflügel des Saugöffners wird der bereits gelockerte Rohstoff durch das Blechrohr hindurch nach dem Schlagmaschinensaal angesaugt, was den Vorteil hat, daß sich im Schlagmaschinensaal keine lose Baumwolle befindet, aber die Feuergefährlichkeit ganz außerordentlich erhöht.

Auf dem Wege zum Oeffner hat die lose Baumwolle noch einen oder zwei Staubkästen zu durchstreichen, welche in das Blechrohr eingeschaltet und von vorzüglicher Wirkung für die Ablagerung des sich lösenden Schmutzes sind. Jede Staubkammer kann für sich während des Betriebes entleert werden.

Die durch das Rohr verbundenen beiden Maschinen, Oeffner und Wattenmaschine, können in verschiedenen Stockwerken des Fabrikgebäudes oder ziemlich entfernt von einander in demselben Stockwerke stehen, ohne daß es einer Beförderung der Baumwolle zwischen beiden durch Arbeiter bedarf.

Die Aus- und die Einrückvorrichtung beider durch das Rohr verbundenen Maschinen sind durch Zwischenhebel und Stangen so mit einander zu verbinden, daß beim Ausrücken der Voröffner etwas früher abstellt als die Wattenmaschine, und umgekehrt beim Einrücken, so daß keine Verstopfung des Verbindungsrohres vorkommt.

Leistung der Maschine bei einer Wickelbreite von 1015 mm (40 Zoll engl.) 13 500 kg (30 000 Pfd. engl.) in 50 Std.

Der Crightonsche Oeffner ist von Crighton & Sons, Manchester, gleichfalls als Saugöffner ausgebildet worden.

e) Oeffnen mit Dampf von $2\frac{1}{2}$ Atm. Man läßt den trockenen Dampf in drehbaren, zu $\frac{2}{3}$ gefüllten Gefäßen etwa 1 Min. lang auf die Baumwolle wirken.

2. Schlagmaschine. Der Schläger, aus (neuerdings hohler) Stahlwelle und gewöhnlich zwei, zuweilen drei Schlägerschienen bestehend; die Schienen scharf vernietet; Umdrehungszahl des Schlägers etwa 1000 i. d. Min. für reine Wollen und hohe Nummern, 1600 für unreine Wollen und grobe Garne. Lichte Gestellweite 1 m. Zuführwalzen mit Druck, Durchmesser 65 mm. Zuführgeschwindigkeit 25 bis 50 mm i. d. Sek., Siebtrommelgeschwindigkeit 35 bis 100 mm i. d. Sek. Die Riffeln in einander greifend. 1 Paar Siebtrommeln. Zu- und Abführung auf entgegengesetzten Seiten. Abführung entweder zu einem zweiten Schlagcylinder oder durch den Wickelapparat, auf welchem der Wickel sich in Form von Watte bildet und auf eine Walze aufläuft. Der Wickel geht durch eine zweite Schlagmaschine und dann zur Krempel. Verzug zwischen den Ab- und Zuführzylindern 2 bis 2,5. Abstand zwischen Lattentuch und Zuführzylindern 5 mm, zwischen Zylindern und Schlagflügel 3 bis 11 mm; zwischen Flügeln und Rost 20 bis 25 mm; 1 Ventilator mit geradem Ventilatorzug 1000 bis 1500 Umdreh. i. d. Min. Leistung der doppelten Maschine 900 bis 1100 kg in 10 Std. Arbeitsbedarf 6 PS.

Die Arbeit der Schlagmaschine ist folgende: Die auf dem Zuführlattentuch ausgebreitete Wolle gelangt zuerst unter die Druckcylinder, von wo sie der Schläger abschlägt und gegen die Siebtrommeln wirft. Aus diesen zieht der Ventilator den Staub und die Schalenschuppen hinaus und reinigt zugleich den ganzen übrigen Raum unter dem Schläger. Von den Siebtrommeln nehmen die Abführzylinder die Wolle ab, und bringen sie dem Wickelapparat, der sie zum Wickel bildet.

Schlagmaschinen von Platt Brothers: Leistung 100 bis 200 kg i. d. Std.; mit 1 Schlägerwelle: Arbeitsbedarf 3 PS, Raumbedarf $4,5 \times 1,6$ m; mit zwei Schlägerwellen: Arbeitsbedarf 6 PS, Raumbedarf $6,6 \times 1,6$ m.

Bei Oeffner, sowie Schlagmaschine, hat man oft bei ersterem vier Zackentrommeln, bei letzterer zwei Schläger. Für jedes Paar Zackentrommeln 1 Ventilator, ebenso für jeden Schlagflügel 1 Ventilator. Zuweilen kommen Oeffner und Schlagmaschine vereinigt vor. Dann hat man drei Zackentrommeln, zwei Paar Siebtrommeln, 1 Schlagflügel mit Wickelapparat und zwei Ventilatoren.

3. Exprefs-Karde von Risler. In neuester Zeit als Vermittlungsmaschine zwischen Schlagmaschine und Krempel angewandt.

Die Arbeit der Exprefskarde ist folgende: Auf dem Zuführtisch werden 2 oder 3 Wickel der letzten Schlagmaschine angelegt und mittelst Muldenzuführung einer großen Auflösetrommel von 410 mm Durchm. mit Beschlag (Stahlstifte oder Sägezähne) zugeführt. Die Trommel macht rd. 1000 Umdreh. i. d. Min. Von dieser Trommel wird die Baumwolle an eine kleinere ebenfalls mit Beschlag versehene Trommel abgegeben, welche 205 mm Durchm. hat und 650 Umdreh. i. d. Min. macht. Beide Trommeln sind vorn und unten mit Rosten umgeben. Mit Hülfe eines durch Ventilator erzeugten Luftstromes wird die aufgelöste Baumwolle 2 Siebcylindern

zugeführt. Das hiervon abgelöste Vliefs wird durch Prefsrollen verdichtet und alsdann durch den Wickelapparat aufgewickelt. Leistung ungefähr 50 kg i. d. Std. Meist genügt 1 Expreskarde für 10 bis 12 Krempeln. Raumbedarf $3,4 \times 1,6$ m.

Zum Fortschaffen der Wickel aus dem Schlagmaschinenraum in den Krempelsaal, zur Beförderung der Arbeiter- und Wenderrollen, der Schleifrollen und der Kannen oder Töpfe u. s. w. bedient man sich vorteilhaft besonderer Wagen, in welchen die Wickel oder Kannen u. s. w. lotrecht stehen. Die einzelnen Abteilungen des Wagens sind gegen einander drehbar, so daß Kurven bis zu 0,8 m Halbmesser durchfahren werden können.

4. Krempelerei.

Die Krempel soll die Unreinigkeiten entfernen, die Baumwolle vollständig öffnen und gleichmäßig verteilen. Die parallele Lage der Fasern kann sie wegen der mit der Abnahme von der Trommel verbundenen, konstruktiv bedingten Schwierigkeiten nur in beschränktem Maße herstellen; beim Uebergang der Wolle von der Trommel auf die langsamer gehende Abnehmewalze geht nämlich die erzielte parallele Lage der Fasern notwendig zum Teil wieder verloren.

Hauptteile der Krempel sind: Zuführung, Trommel und Zubehör, Abnahme.

Die Zuführung erfolgt meist durch Lattentuch; je nach dem Zustande des Materials sind Vorreiß-, Droussier-Apparate u. s. w. eingeschaltet.

Die Trommel und die mit ihr arbeitenden Organe sind mit Kratzenbeslag versehen.

Man unterscheidet reine Walzenkrempeln, vereinigte Walzen- und Deckenkrempeln, sowie reine Deckenkrempeln — letztere entweder mit festen oder mit wandernden Decken.

Behufs Abnahme wird die Wolle durch den schnellgehenden und mit längerem Beslag versehenen Volant an die Oberfläche des Trommelbeslags gehoben, geht dann beim Vorbeistreichen an der langsamer gehenden Abnehmewalze auf diese über und wird von ihr durch den sehr schnell schwingenden Hackerkamm in Gestalt eines feinen Vlieses abgezogen.

Abmessungen einer gewöhnlichen Baumwollkrempel etwa folgende :

Walzen.	Geschwindigkeit.	Durchmesser.	Beslag bei einfacher Krempelerei.
	m i. d. Sek.	mm	
Haupttrommel	6 bis 9	1000 bis 1300	Nr. 20
Abnehmer	0,16 " 0,25	500 " 600	" 22
Wender	1,5 " 2,0	76 " 100	" 20 bis 22
Arbeiter	0,02 " 0,2	152 " 180	" 16 " 18
Putzwalze	0,005 " 0,5	152	" 16 " 18
Vorreiß- oder Zuführwalze	2,5 " 4,0	250	" 14

Zum Putzen der Trommel dienen die Higginsschen Putzwalzen, welche unter sämtlichen anderen Walzen und unter dem Gestelle nahe dem Boden sich befinden. Es sind deren gewöhnlich zwei von gleichem Durchmesser von 162 mm. Sie erhalten zuweilen durch Kegel eine veränderliche Geschwindigkeit, oder man läßt sie nur zeitweilig umlaufen.

1. veränderl. Geschw. 450—150 Umdreh. i. d. Min. bei 162 mm Durchm.,
2. " " 150—450 " " " 162 " "

Die Durchmesser sind ohne Beschlag gerechnet; für diesen sind 10 mm zuzugeben; Hackergeschwindigkeit 500 bis 1000 Schläge i. d. Min., Hub 25 bis 50 mm.

Bei Walzenkrepeln hat man 6 bis 7 Walzenpaare, bei festen Decken bis zu 50 solche Decken. Trotzdem bei letzteren das Putzen durch die sinnreichsten Apparate sicher bewerkstelligt wird, so werden diese Krepeln doch mehr und mehr verdrängt von den Krepeln mit wandernden Decken. Die 48 bis 110 eisernen Decken von 50 bis 35 mm Breite sind durch Ketten bewegt und gehen mit 0,5 mm Geschw. i. d. Sek. von vorn nach dem Abnehmer zu.

Die Leistungen einer Krepel ergeben sich je nach der Feinheit des Garns zu 200 bis 300 kg in der Woche, bis zu 500 kg gesteigert.

Die Krepeln der doppelten Krempelei, Fein- und Vorkrepeln haben dieselben Abmessungen und Geschwindigkeiten wie die eben angegebenen. Sie unterscheiden sich nur durch verhältnismäßig feineren oder gröberen Beschlag. Die Feinkrepel geht bis zu $\frac{1}{4}$ schneller als die Vorkrepel. Die Feinkrepel hat gewöhnlich statt der Abzugswalzen ein Streckwerk, aus 2 Cylinderpaaren bestehend, welche mit Druck belastet sind. Der Verzug zwischen beiden Paaren ist nach der Feinheit des Garns verschieden. Leistung und Arbeitsbedarf wie bei der ersten Krepel 200 bis 250 kg in der Woche und 0,5 PS für 1 Krepel von 1133 mm Walzenbreite.

Doppelkrepel. Vor- und Feinkrepel durch eine Uebertragungswalze verbunden. Dublierung fällt weg. Raumbedarf $4,8 \times 2,1$ m.

	Arbeitsbedarf.	Raumbedarf.
915 mm (36") Deckenkrepel zum Handputzen	0,4 PS	$3 \times 1,6$ m
965 " (38") Deckenkrepel mit Putzapparat	0,45 "	$3 \times 1,7$ "
965 " Walzenkrepel	0,50 "	$3 \times 1,7$ "
Desgl. mit Trommelputzapparat von Hetherington	0,65 "	$3 \times 1,7$ "
Fofs- und Pevey-Cirkular-Krepel	0,45 "	$2,2 \times 1,7$ "

Vor und hinter den Maschinen ist ein Gang von mindestens 0,5 m zu rechnen. Zwischen 2 Krepeln muß ein freier Raum von mindestens 0,3 m auf der Seite der Riemenscheiben und von 0,5 zwischen 2 Schaftwellen angenommen werden.

Eine Wattenmaschine von 24 Bändern für die halbe Krepelbreite genügt für 18 bis 20 Krepeln. Arbeitsbedarf 0,3 PS.

Ein Derby-Doubler von 72 Bändern schafft für 40 bis 45 Krepeln die nötigen Wickel. Arbeitsbedarf 0,6 PS. Raumbedarf $4,7 \times 2,3$ m.

4a. **Schleifmaschinen.** Die Horsfallsche Schleifwalze dient zum Schleifen der Beschläge von Trommel und Abnehmer. Sie macht aufser der Drehbewegung (450 Umdreh. i. d. Min., wenn die Trommel 150 Umdreh. macht) eine hin- und hergehende, welche durch das Gleiten eines Halbmondes in einer Schraubennut hervorgebracht wird.

Zum Schleifen der übrigen Walzen und der Decken bedient man sich der Schleifmaschinen. Die Walzenschleifmaschinen bestehen aus einer großen gußeisernen Trommel, welche mit grobem Schmirgel versehen ist und rasch umläuft. Die Walzen liegen in Lagern, welche verstellbar sind, so daß sie von der eigentlichen Schleifwalze berührt werden. Bei den Deckenschleifmaschinen erhält die Decke durch Verwandlung der umlaufenden Bewegung der Schleifwalze in eine geradlinige eine lotrecht auf- und abgehende Führung, welche bewirkt, daß die Decke mit ihrem Beschlag fortwährend an der Schleifwalze streift. Raumbedarf für 1 Schleifmaschine $1,83 \times 0,92$ m.

Man kann im Durchschnitt rechnen 1 Schleifwalze auf 8 und 1 Schleifmaschine auf 21 bis 25 Krempeln.

Bei Herstellung niedriger Garnnummern und geringer Qualitäten begnügt man sich mit nur einer Krempel (einfacher Kardierung), bei besseren Qualitäten und höheren Nummern bringt man die doppelte Krempel, also eine Vor- und eine Feinkrempel in Verwendung; für hohe Garnnummern (bis Nr. 40 engl. herab) und sehr gute Qualitäten bedient man sich der Krempel nur als Vorbereitungsmaschine und nimmt statt der Feinkrempel die Kämmmaschine für Baumwolle (Heilmann, Hübner, Imbs).

Die Baumwolluntenbänder (Sliver) der Krempel müssen dann vor ihrer Verarbeitung auf der Kämmmaschine erst einer Dopplung und Streckung unterworfen werden. Bei den Strecken wird das abgehende Vliefs in Bändern abgeliefert, welche durch den Ablieferungstrichter mehr oder weniger fest zusammengepreßt sind, geben daher etwas mehr Kämmling (Abfall) als wenn die Vliese unmittelbar und glatt aufeinander liegend der Maschine zugeführt werden. Es wird deshalb zunächst eine Anzahl (ungefähr 16) Krempelbänder durch Nebeneinanderlegen und Strecken auf einer Wickelmaschine (Sliver Lap Machine) zu einem Vliese vereinigt und aufgewickelt. Die so erhaltenen Vliese werden dann auf einer zweiten Maschine (Strecke mit Ribbon Lap Machine verbunden) gestreckt; die abgehenden Vliese werden mittelst breiter Kurvenbleche rechtwinklig abgelenkt und auf den darunter befindlichen Tisch geleitet, wo sich Vliefs auf Vliefs legt. Die vereinigten Vliese (ungefähr 6) gehen dann, eine dünne Watte bildend, durch Kalanderswalzen zum Wickelapparat, und erst diese Wickel werden nun der Kämmmaschine vorgelegt.

5. Heilmannsche Kämmmaschine: Leistung in 72 Arbeitsstunden bei sechs Köpfen 130 bis 180 kg (wovon 100 bis 150 kg Zug und 30 kg Kämmlinge). Raumbedarf für 1 Maschine mit 6 Köpfen $3,9 \times 1,25$ m. Arbeitsbedarf für 1 Kopf $\frac{1}{3}$ PS. 60 bis 80 Spiele i. d. Min.

6. Strecken. Hat den Zweck, das Band (Lunte) unter Wahrung und weiterer Ausbildung der parallelen Faserlage zu verfeinern und, indem man bei dieser Arbeit zwei oder mehr Bänder zu einem einzigen umbildet, die naturgemäßen Mängel der einzelnen Bänder auszugleichen.

Umdrehungszahl der Vordercylinder beträgt bei 32 mm Durchm. 250 bis 380 i. d. Min. Der 2., 3. und 4. Riffelcylinder haben einen Durchm. von 27 mm, die Abzugswalzen 60 bis 70 mm. Verzug 6- bis 12-fach. Leistung in 72 Arbeitsstunden für jede Ablieferung 250 bis 600 kg. Arbeitsbedarf für 1 Ablieferung 0,071 bis 0,17 PS bei vorgenannten Geschwindigkeitsgrenzen. 1 Kopf: 2 bis 6 Gänge oder Ablieferungen. Raumbedarf für eine 4-cylindrige Strecke mit 4 Köpfen zu 3 Ablieferungen $8,25 \times 1,5$ m. Gangbreite auf jeder Seite 0,6 m. Tiefe 1,4 bis 1,6 m einschl. Kannen.

7. Vorspinnmaschine (Spindelbank, flyer). Die Lunte erhält hier den ersten Draht, u. zw. durch einen Flügel von konstanter

Geschwindigkeit; das Aufwinden erfolgt durch das Vor- oder Nach-eilen einer Spule, deren Umdrehungszahl durch Differentialgetriebe ab- oder zunimmt, damit bei wachsender Spulenfüllung stets gleiche Längen aufgewunden werden.

Durchmesser der Streckcylinder beim

Grob- und Mittelflyer.	Feinflyer.
1. Cylinder: 29 mm	1. Cylinder: 43 mm
2. " : 25 "	2. " : 25 "
3. " : 25 "	3. " : 25 "
	4. " : 25 "

Konusverhältnis 125 : 75 mm.

	Grob-flyer.	Mittel-flyer.	Fein-flyer.	Doppel-feinflyer.	Extra-Doppel-feinflyer.
Höhe der Spule in mm	250—270	200—235	155—195	155	155
Auß. Durchmesser in mm	130—140	100—120	90—100	70	50
Umdrehungszahl der Spindeln i. d. Min.	360—500	540—700	720—900	900—1100	1100—1300
Spindelanzahl; gewöhnlich	30—75	70—120	100—150	136—160	140—170
Arbeitsbedarf für 1 Spindel u. 100 Umdrehungen i. d. Min.	0,0021	0,0012	0,0012	0,0010	0,0007
Leistung in kg für 1 Spindel in 72 Arbeitsstunden	12—48	6,5—15	2,7—14	1,3—2,3	0,6—1,7

Verzug im Streckwerk 4- bis 5-fach.

Raumbedarf:

Grobflyer mit 72 Spindeln, 240 mm Teilung, $10 \times 1,4$ m

Mittelflyer " 108 " 168 " " $10 \times 0,92$ "

Feinflyer " 144 " 110 " " $9 \times 0,92$ "

In Süddeutschland bedient man sich an Stelle des 1. und 2. Flyers mehrfach der Bank Abegg. Diese besteht aus dem Streckwerke mit Abzugswalze, dem den Draht gebenden und zugleich den Wickel bildenden Teil, dem sogen. Plongeur, und dem Wagen, der während der Füllung der Spule eine langsam niedergehende Bewegung erhält. Antriebswelle 350 Umdreh. i. d. Min. Vordercylinder 250 bis 350 Umdreh. i. d. Min. Leistung für 1 Spindel bei einer Feinheitsnummer der austretenden Lunte von 2 bis 0,6, 54 bis 200 kg wöchentlich. Arbeitsbedarf für eine Maschine mit 6 Spulen 0,3 PS.

3. Feinspinnmaschinen.

1. Mulemaschinen. Das Zusammenwirken der Teile dieser Maschinen ist aus der Tafel S. 520 ersichtlich. Selfactor mittlerer

Baumwollteilung von 400 bis 1200 Spindeln, entsprechend einer Wagenlänge von 14,16 bis 42,48 m.

Sämtliche Abmessungen beziehen sich auf einen gewöhnlichen Selfactor nach dem System von Parr-Curtis & Madeley, welcher Garne von Nr. 8 bis 60 engl. (15 bis 100 metr.) liefert.

Die vorkommenden Spindelteilungen für Baumwolle sind $1\frac{1}{8}$ bis $1\frac{5}{8}$ Zoll engl., von $\frac{1}{16}$ zu $\frac{1}{8}$ Zoll steigend. Anzahl der Umdreh. der Hauptwelle 320 bis 440 i. d. Min. Quadrant: 378 mm Durchm. Das Quadrantgetriebe muß zum Wechseln von 14 bis 16 Zähnen sein. Armlänge, an der die Leitspindel befestigt ist, = $\frac{1}{2}$ des Wagenzuges = 32 Zoll engl. Mittl. Geschw. des einfahrenden Wagens 0,285 bis 0,425 m i. d. Sek. Länge des Aufwindearms 172 mm und die des Gegenwinders 190 mm. Der Wagen gebraucht, um den Weg von 64 Zoll engl. zurückzulegen, $3\frac{1}{2}$ bis 4 Sek., und die Zeit des Abschlags mitgerechnet, 5 bis 6 Sek. Die Entfernung des Aufwinddrahts vom Umfang des vollen Kötzers soll 25 mm nicht überschreiten. Der Kötzerdurchmesser darf nicht größer sein, als das $4\frac{1}{2}$ -fache der unteren Spindeldicke. Länge des Kötzers je nach der Teilung und dem Zweck verschieden. Umdrehungszahl der liegenden Spindeltrommeln von 152 mm Durchm. 750 i. d. Min. Spindelwirtel 19 mm; Umdrehungszahl der Spindeln 6000 i. d. Min.

Der Verzug ist 7- bis 8-fach für bessere Baumwollen, 5- bis 6-fach bei schlechterem Material.

Durchmesser der Einführwalzen 23, Zwischenwalzen 20, Streckwalzen 26 mm; Wagenweg 1,625 m (64 Zoll engl.), Streckweite 23 bis 40 mm.

Die stählernen Spindeln sind 366 bis 420 mm lang, in der Mitte 8 mm, am Ende 1,5 mm stark.

Raumbedarf für den Selfactor: Die Länge ist gleich der aus Spindelzahl und Teilung berechneten vermehrt um 1,35 m. Die Tiefe des Kopfstücks ist 3,27 m. Säulenstellung 3,5 m, wenn die Kopfstücke gegeneinander versetzt sind, 3,8 m, wenn sie sich gegenüber stehen.

Arbeitsbedarf für 150 bis 250 Spindeln 1 PS.

Die Leistung eines Selfactors für 1 Woche (72 Arbeitsstunden) und für 1 Spindel ist:

für Nr. 16 bis 20	32 Zahlen	für Nr. 50 bis 60	24 Zahlen
" " 24 "	30 "	" " 60 "	80 "
" " 36 "	40 "	" " 80 "	21 "
	28 "	jede Zahl zu 840 Yards (768 m).	

2. **Watermaschinen** (Flügel- und Ringmaschinen). Anzahl der Umdreh. der Betriebswelle 500 i. d. Min., Trommeldurchm. 200 bis 250 mm, Spindelwirteldurchm. 25 mm, ergibt 4000 Spindelumdreh. i. d. Min. Anzahl der Drehungen je nach der Feinheit der darzustellenden Garne auf 110 mm, 36 bis 60; Streckung 5- bis 10-fach. Belastung der Hintercylinder 2,4 kg, Zwischencylinder 0,62, Streckcylinder 7 kg. Abstand der Flügel von der Streckwerksslippe recht

klein zur Vermeidung spitzigen Garnes. Arbeitsbedarf für 100 Spindeln 1 PS. Zur Bedienung von 200 bis 250 Spindeln ist ein Andreher erforderlich.

Wöchentliche Leistung für 1 Spindel.

Flügelspinnmaschine.				Ringspinnmaschine.		
Garnnummer englisch.	Anzahl der Flügelumdrehungen i. d. Min.	Zahlen zu 840 Yards.	Leistung. kg	Anzahl der Spindelumdrehungen i. d. Min.	Zahlen.	Leistung. kg
4	3500	41	4,7	6000	73,5	8,4
8	3500	34	1,9	6000	60	3,4
12	3500	29	1,1	6000	51,5	1,9
20	3500	21	0,48	6500	41	0,94
30	3750	20	0,31	7000	38	0,58
40	4000	17,7	0,20	7000	32	0,37
50	—	—	—	7000	28,5	0,26

Für Ringspindeln mit Schutzring (Antiballonring) bei 7500 bis 8000 Spindelumdrehungen i. d. Min. für 1 Spindel:

Garnnummer englisch.	Zahlen zu 840 Yards.	Leistung. kg
20	53	1,2
30	46	0,7
40	43	0,5

Ringspindeln neuer Konstruktion bis zu 10 000 Umdreh. i. d. Min. wirklich arbeitend.

Die Teilung wird wie folgt genommen:

Garnnummer englisch.	Flügelspinnmaschine.	Ringspinnmaschine.
4 bis 20	76 mm	70 mm
20 " 32	70 "	67 "
32 " 40	—	63 "

Den Arbeitsbedarf für Ringspindeln kann man für 1 Spindel und 1000 Umdreh. i. d. Min. nehmen zu 0,0013 bis 0,0015 PS.

Raumbedarf der Flügel- und der Ringspinnmaschinen: Die Länge ist gleich der aus der Spindelzahl und Teilung ermittelten, vermehrt um 0,76 m bei Seitenantrieb und vermehrt um 1,3 m bei Doppelantrieb in der Mitte, wobei zu berücksichtigen ist, dafs auf jeder Maschinenseite nur die halbe Spindelzahl ist. Die Tiefe beträgt bei 230 mm dicken Trommeln 0,84 m, bei 250 mm dicken Trommeln 0,92 m.

Die Zahl der Drehungen auf 10 cm beträgt

für Kette: 8,5 bis 11,5 $\sqrt{\text{Nr. metr.}}$;

" Schufs: 7,7 " 10 $\sqrt{\text{Nr. metr.}}$

3. **Maschinenzusammenstellung** für Nr. 30 bis 40 Kettengarn und 36 bis 40r Ringwatergarn aus good middl. amerikanischer. *)
Wöchentliche Leistung etwa 2750 kg Kette Nr. 36 und etwa 1750 kg Ringwater Nr. 36/40, zusammen 4500 kg:

- 1 Oeffner von Platt mit 2 Nasentrommeln.
- 1 Schlagmaschine zum Wickelmachen.
- 1 Schlagmaschine zum Dublieren.
- 20 Krempeln von Platt mit wandernden Decken, 1 Arbeiter, 1 Wender, 54 eiserne Decken.
- 2 Strecken mit 3 Köpfen zu je 6, 5 und 5 Ablieferungen.
- 2 Grobflyer mit je 64 = 128 Spindeln.
- 4 Mittelflyer " " 102 = 408 " "
- 10 Feinflyer " " 152 = 1520 " "
- 8 Selfactors " " 952 = 7616 " "
- 12 Ringspinnmaschinen mit je 350 = 4200 Spindeln.

Maschinenzusammenstellung für Nr. 50 bis 80 Kettengarne (kleine Kette) aus gekämmter Mako. Wöchentliche Leistung (72 Arbeitsstunden) 1600 kg:

- 1 Oeffner, System Taylor-Lang.
- 1 Schlag- und Wickelmaschine mit Selbstzuführung, System Lord-Brother.
- 12 Krempeln mit 16 Decken, 1 Arbeiter, 1 Wender und Vorreifser; 1067 mm Wickelbreite.
- 1 Kammstrecke mit 6 Ablieferungen und einer Wickelvorrichtung.
- 14 Kämmaschinen, jede mit 6 Ablieferungen, die zusammen in 1 Drehtopf laufen.
- 1 Strecke mit 4 Köpfen von 5, 5, 6 und 2. 4 Gängen oder Ablieferungen.
- 1 Grobflyer mit 60 Spindeln.
- 1 Mittelflyer mit 120 Spindeln.
- 2 Feinflyer mit je 144 Spindeln = 288 Spindeln.
- 7 Doppelfeinflyer mit je 4. 160 und 3. 180, zusammen also = 1180 Spindeln.
- 18 Selfactors mit je 500 = 9000 Spindeln.

4. **Arbeitsbedarf.** Für Spinnereien, welche nicht über Nr. 30 spinnen, rechnet man einschl. aller Vorbereitungsmaschinen und Kraftübertragungsteile 80 Spindeln für 1 ind. PS bei Selfactors, und 65 Spindeln für 1 ind. PS bei Ringspinnmaschinen.

5. **Raum.** Man rechnet für 1 Feinspindel 0,25 qm zur Aufstellung der Maschinen einschl. Vorbereitungsmaschinen und ihrer Bedienung; Gesamtgrundfläche etwa 0,5 qm für 1 Spindel. Temperatur der Spinn säle 21 bis 28° C.

4. Die Barchent- oder Zwei-Cylinderspinnerei.

Als ein besonderer Zweig der Baumwollspinnerei hat sich die Barchent- oder Zwei-Cylinderspinnerei ausgebildet.**) Sie entspricht der Streichgarnspinnerei der Wolle.

Sie ist bestimmt, starke Garne von Nr. 1 bis 8 (engl.) herzustellen, und es werden je nach der verlangten Qualität entweder reine Bengal-Baumwolle hierzu verwandt oder auch verschiedene bessere oder geringere Baumwollabfälle zusammen-gemischt. Bei dieser Art der Spinnerei kommen die Arbeiten des Streckens und Flyerns ganz in Wegfall; das Hauptaugenmerk ist auf eine vollkommene Reinigung der Baumwolle bezw. der Abfälle zu richten.

*) Vergl. B. Niefs, Baumwollspinnerei. II. Aufl. S. 796.

**) Vergl. ebendas. S. 866.

Nachdem die Baumwolle bzw. die Abfallmischung durch den Oeffner gereinigt und auf der Schlagmaschine Wickel hergestellt sind, werden diese auf der Vorkrempel (Walzenkrempel) angelegt. Diese Walzenkrempeln sind entweder für Bandsystem eingerichtet und arbeiten in Töpfe, deren Bänder durch einen Doubler zu äußerst gleichmäßigem Wickel vereinigt und in dieser Form der Fein- oder Vorspinnkrempel (Continue) vorgelegt werden, oder die Baumwolle wird in Form eines der Krempelbreite entsprechenden feinen Vlieses abgezogen und auf eine Trommel aufgewickelt, auf der 100 oder mehr übereinander liegenden Lagen einen Pelz von bestimmter Dicke und immer demselben Gewicht bilden, welcher dann abgerissen und als Watte der Vorspinnkrempel zur weiteren Bearbeitung vorgelegt wird. Das erstere Verfahren des Herstellens eines Wickels auf einem Doubler ist das beliebtere.

Ein solcher aus 3. 20 Bändern bestehender Wickel wird der Vorspinnkrempel (Walzensystem) vorgelegt; diese liefert, mit Hilfe des Florteilungsapparates, Vorgespinnspulen (12 bis 14 Fäden, ausschl. der fehlerhaften Randfäden), die dann auf dem Abtreibezeug des eigens für diese Spinnerei konstruierten Selfactors aufgelegt, langsam wieder abgewickelt und durch Wagenverzug gegen die Cylinder und entsprechende Drehung des Fadens, zu der betreffenden Garnnummer versponnen werden.

c. Weberei.

Benennung der Maschinen.	Anzahl der Maschinen für 100 Webstühle.	Arbeitsbedarf	Platz für Aufstellung einer Maschine.
		PS	qm
Spulmaschine mit 120 Spind.	1	0,2	4,1
Scher- oder Zettelmaschine (bis zu 600 Spulen)	1—2	0,2	10,5
Schlichtmaschine	1	0,7	4,3
Webstuhl	100	0,2	4

Die schottische Schlichtmaschine trocknet die Kette mit Ventilatoren nur durch die Luft des Schlichtraums, der zu dem Zweck bis auf 44° C erwärmt ist; die Cylinder- („Sizing-“) Maschine trocknet die Kette durch dampfgeheizte Trommeln; sie liefert das 5- bis 6-fache der ersteren und gestattet im Schlichtraume eine niedrigere Temperatur, macht aber das Garn leicht spröde, deshalb für feinste Garne sehr vorsichtig zu verwenden.

Raum bis 2,0 × 8 m, Gangbreite mindestens 0,8 m; Arbeitsbedarf 0,75 bis 1 PS. 1 bis 2 Arbeiter für jede Maschine nötig.

Ein mechanischer Webstuhl gewöhnlicher englischer Konstruktion (Kurbelstuhl) erzeugt in 10 Arbeitsstunden bei 180 Schlägen i. d. Min. 32,5 m Calico von 0,9 m Breite und 27 Fäden auf 1 cm bei 20 % Zeitverlust.

Raumbedarf für eine Weberei von 100 Stühlen: Websaal 560 qm, Zurüstsaal 130 qm, Lagerraum 80 qm.

Arbeitsbedarf 25 bis 30 PS einschl. der Vorbereitungsmaschinen.

Einzug u. s. w.: 2 Personen ziehen in 10 Std. 10 000 Fäden ein, 1 Person kann in 10 Std. 13- bis 15 000 Fäden andrehen. Raumbedarf einer Mefsmaschine zum Falten der Stücke 2,2 × 2 m.

D. Wolle.

Das Wollhaar des Schafes erscheint infolge Auflagerung kleiner Schuppen quergestreift und gezahnt; es schwankt in der Länge von wenigen bis zu 55 cm, und im Durchmesser von 0,013 bis 0,075 mm. Wassergehalt bis 40% u. m.; bei gew. Temperaturen 13 bis 18%; spec. Gewicht 1,319. Dehnbarkeit 30 bis 40% bei feinen, 40 bis 50% bei groben, guten Wollen. Festigkeit eines Haares 3 bis 46 g. Charakteristisch sind der Wolle die Kräuselungen, deren man je nach Art 10 bis 12 und 30 bis 36 auf 26 mm zählt. Das ausgestreckte Haar ist 1,2- bis 2-mal so lang als das gekräuselte.

a. Vorbereitung.

1. **Rücken- oder Pelzwäsche:** Zuerst mit reinem Wasser von 32 bis 34° C zur Einweichung, dann mit Seifenwurzel - Abkochung u. a. m. von 37 bis 44° C.

Die Rohwollen werden sortiert: Zur Streichwolle gehören alle entschieden gekräuselten Wollen unter 100 mm gestreckter Länge (etwa 50 mm Stapellänge), alle längeren, aber auch kürzere Wollen können zu Kammgarn verarbeitet werden.

2. Zum Auflockern der (sortierten) Wolle und zur ersten Entfernung von Staub und Schmutz auf trockenem Wege dient der

Schlagwolf: Trommel 0,5 bis 0,9 m Durchm. 4 bis 6 Stabrechen, deren schräggestellte Stäbe schraubenartig auf dem Trommelumfang verteilt sind. Länge der Stäbe 0,25 m, Trommelbreite 1,7 m. Anzahl der Umdreh. i. d. Min. 300 bis 600. Die Trommel arbeitet in einem konzentrischen, halbkreisförmigen Stabrost, der 1 bis 2 radial gestellte Stabreihen enthält, durch welche die Stäbe der Trommel durcharbeiten. Breite des Zuführtuches 0,5 bis 1,2 m. Geriffelte Zuführwalzen: Durchmesser 0,12 m bei 12 Umdreh. i. d. Min. Leistung 1000 bis 1200 kg in 12 Std. Arbeitsbedarf 0,8 bis 1,2 PS. Raumbedarf 1,8 × 2 m.

3. **Wollwäsche** (Fabrikwäsche) zerfällt in das Erweichen und Auflösen des Schweißes und in das Auswaschen und das Entfernen des Schweißes von der Wollfaser. Dies geschieht in einem heißen Bade von 50 bis 60° C, bei Zusatz einer schwachen alkalischen Flüssigkeit; diese kann bestehen aus:

1) altem, abgestandenem Urin: 2 R.-T. Wasser, 1 R.-T. Urin.

2) Seife: 5 bis 10 kg für 100 kg Wolle.

3) geglühter Soda: 5 " " 100 " "

α. Handwäsche. Bottich von 1 m Tiefe, 1,5 m Weite. Leistung 150 kg in 10 bis 12 Std.

β. Maschinenwäsche.

Wollspülmaschine (nach Art des Holländers). Die 2 Waschflügel mit je 4 bis 6 Zinken von 650 mm Länge haben einen Durchmesser von 920 mm. Zapfendicke der Flügelachse 40 mm bei 30 bis 50 Umdreh. i. d. Min. Die Flügel tauchen 285 mm ins Wasser. Der Bottich ist 2,9 m lang, 1,9 m breit und 0,7 m hoch. Leistung 500 bis 600 kg für 12 Stunden. Arbeitsbedarf 1 PS. Die Waschlauge besteht aus einer schwachen alkalischen Flüssigkeit (Kali besser als Natron). Die Wollspülmaschinen sind vielfach statt mit 2 Flügelwellen auch mit 1 Flügel und 1 Rechen ausgerüstet.

Wollwaschmaschine (Leviathan) besteht aus 3 bis 5 Bottichen nebst ebensoviel Quetschwerken, die unter sich in Verbindung stehen.

Bottich 1: Einweichbad (oder 1. Entfettungsbad); 30° C;
 „ (1 u. 2 oder) 2 u. 3: 1. und 2. Entfettungsbad; 30 bis 40° C;
 „ (3 und) 4: Spülbad.

Temperatur möglichst gering zu halten, möglichst nicht über 50° C, nie über 60° C.

Raum: 15 bis 20 m Länge und 2,5 m Breite. Leistung bis 7000 kg in 12 Std. Arbeitsbedarf 6 bis 8 PS. Jeder Bottich hat 3,2 bis 3,5 m Länge, 1,2 m Breite, 0,8 bis 1 m Tiefe, enthält 2 Rührwerke und 1 Hebewerk.

Die Quetschwalzen haben 0,5 m Durchm., 0,55 m Arbeitsbreite, 6 bis 8 Umdreh. i. d. Min. Der auf die Walzen ausgeübte Druck beträgt 6 bis 10 t.

Nach der Fabrikwäsche mit Seife oder Soda bleiben übrig von:

100 kg roher ungewaschener Wolle	20 bis 60 kg,
100 kg kalt auf den Schafen gewaschener Wolle	70 „ 80 kg,
100 kg nach der Schur kalt	75 „ 90 kg,
100 kg „ „ warm	80 „ 95 kg.

Die in den Waschlässern enthaltene Pottasche wie die Fettkörper werden wiedergewonnen und verwertet. Glühöfen; Gasfabriken.

4. **Wolltrockenapparate.** Meist gelangt die Wolle von der letzten Prefsvalze des Leviathans sofort zur Trockentrommel (Konstruktion Mehl); Raumbedarf von Leviathan mit Mehl $2,5 \times 30$ m. Die Trommel ist 3,5 m lang und hat 1,63 Durchm., daran angebrachte Stiftreihen heben die Wolle bei Drehung der Trommel in die Höhe und lassen sie durch die erwärmte Luft wieder herabfallen, wobei infolge der Neigung der Trommel um 5 bis 6° die Wolle allmählich dem Ausgange zugeführt wird. Temperatur 40° C. 3,5 Umdreh. i. d. Min., wobei die Wolle etwa 2,5 Min. in der Trommel bleibt.

Man trocknet nur bis zu 7 bis 10% Feuchtigkeitsgehalt und ölt meist mit 5 bis 12% Oel beim Verlassen der Trommel.

Bei anderen Anordnungen wird die Wolle vom Leviathan weg

zu Trockenhorden geführt: Auf 1 qm Horde täglich \sim 25 kg Wolle bei 30 bis 40° C getrocknet.

Diesen verwandt ist die Trockenmaschine. Sie besteht aus einem möglichst luftdicht geschlossenen Kasten von 12 bis 14 m Länge, 1,5 m Breite und Höhe. Die Wolle geht über 2 bis 3 endlose Drahhorden, die unter einander liegen und sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. Heizung durch Dampfrohre, die unter oder zwischen den Horden liegen. Die Temperatur beträgt 30 bis 50° C. Leistung 1000 bis 1500 kg in 12 Std.

Die Trockenmaschine wird oft als Karbonisiermaschine ausgebildet und benutzt.

Der Karbonisierungsprozess hat den Zweck, die Wolle von den Kletten, die ihr anhaften, auf chemischem Wege zu befreien. Die Wolle wird in ein Säurebad gebracht, welches wohl pflanzliche, aber nicht tierische Stoffe auflöst, und kommt dann in die Trockenmaschine. Der Karbonisierungsprozess wird entweder auf einmal durchgeführt, indem man die nasse Wolle in die Maschine bringt und mit einem Durchgange trocknet und karbonisiert, oder in 2 Abschnitten, indem man die Wolle zuerst etwas trocknet und die angetrocknete Wolle alsdann noch ein zweites Mal durch die Maschine gehen läßt und hierbei völlig trocknet und karbonisiert. Zum Karbonisieren ist in der Maschine eine Hitze von 80 bis 130° C nötig, je nach den Säuren, welche man verwendet. In Anwendung sind drei- bis viergrädige Schwefelsäure und Chloraluminium, manchmal auch salzsaure Dämpfe. — Die Maschine ist ein möglichst luftdicht geschlossener Kasten von 4 bis 6 m Länge, 2 m Breite; seine Höhe richtet sich nach der Art der Wärmeerzeugung und beträgt bei Anwendung von unmittelbarer Feuerung 2,3 m, von Dampfrohren 3,2 m. Die Feuerluft der Feuerung wird vom Ofen aus mittelst eines Ventilators durch mit Funkenfängern versehene Kanäle in die Maschine getrieben. Die Dampfrohre liegen in dem 0,9 m hohen Unterban der Maschine in 5 bis 7 Systemen. Die Wände der Maschine sind entweder doppelt, von Eisen, mit Blech verschalt und mit einem schlechten Wärmeleiter (Schlackenwolle oder Asche) gefüllt oder bestehen aus einem mit Ziegeln ausgemauerten Eisengerippe. — Die Wolle geht über 5 bis 7 endlose Horden aus verzinnem Eisen- oder Messingdraht. Die Horden liegen untereinander und bewegen sich in entgegengesetzter Richtung, sodass die Wolle immer auf die nächst niedere Horde fällt und im Zickzack durch den Raum geführt wird. Der Antrieb geschieht durch Reibungsräder; die Antriebsgeschwindigkeit läßt sich verändern.

Exhaustor zum Entfernen der nassen Luft aus der Maschine. Bedarf an Koks für je 12 Std. 200 kg. Leistung 1500 bis 2000 kg angetrocknete und 1000 bis 1200 kg nasse Wolle. Arbeitsbedarf 0,5 PS.

Ueber die dem Wasser beizufügende Säuremenge geben folgende Zahlen einen Anhalt.

Temperatur im Trockenraum.	Säuremenge	
	bei 2-stündg. Trocknen.	bei 1½-stündg. Trocknen.
	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
80° C	1½—4	3—7
110° C	1—3	1½—4½
150° C	½—1	1—1½
Ventilator:	Flügeldurchm. 500 mm,	Umdreh. 1000 i. d. Min.
Exhaustor:	" 650 "	" 1000 "

Der Karbonisierungsprozess wird in neuerer Zeit vielfach angewandt, da das Entkletten der Wolle mit der Hand ungleich teurer und zeitraubender ist, dasjenige mit dem Klettenwolf die Wolle viel mehr angreift, beide aber an Vollständigkeit der Entklettung das Karbonisierungsverfahren nicht erreichen.

Die in der karbonisierten Wolle befindlichen verkohlten Teile werden durch Klopfwölfe abgesondert (s. S. 523).

Zur mechanischen Entfernung der Kletten dienen die Klettenwölfe, doch begnügt man sich bei weniger klettenreichen Wollen meist mit sogen. Klettenwalzen am Vorreifsapparat der Krempeln, während man andererseits für feine und feinste Gespinste der Entfernung der letzten Klettenteile besonders auch bei den Kämmaschinen Aufmerksamkeit zuzuwenden hat (Konstruktionen von Offermann u. A.).

Princip des Klettenwolfes: Durch ein Lattentuch wird die Wolle einer Bürstenwalze von 350 mm Durchm. zugeführt, welche die Wolle in den Sägezahnbeschlagn der Haupttrommel (Peigneur) von 700 mm Durchm. und 220 Umdreh. i. d. Min. eindrückt. Diese Trommel bewegt sich an zwei einstellbaren Linealen vorbei, und gegen diese und die Trommel arbeiten die Schlägerwalzen von 145 mm Durchm. und 816 bzw. 1020 Umdreh. i. d. Min., welche die Kletten abschlagen. Eine der ersten Bürstenwalze gleiche, nur schneller (mit 850 Umdreh. i. d. Min.) laufende Bürstenwalze nimmt die gereinigte Wolle ab. Raumbedarf $2,6 \times 2,1$ m. Leistung 1200 kg in 12 Std. Arbeitsbedarf 1,75 bis 2 PS.

b. Kammgarnspinnerei.

Die vielen zur Herstellung der Garne zu verschiedenem Zweck und aus verschiedenem Material dienenden Verfahren unterscheiden sich anfänglich nur durch verschieden oftmalige Benutzung einer und derselben Maschine und trennen sich erst bei vorgeschrittenem Streckprozess scharf in das englische System für lange Wollen und in das französische für weniger lange Wollen.

Längste Wollen (über etwa 125 mm), sowie Alpaca und Mohair, werden nicht gekrempelt, sondern auf Nadelstrecken vorbereitet und gekämmt; alle übrigen Kammwollen werden gekrempelt, ein- oder mehrmals gestreckt und gekämmt; ganz grobe Kammgarne für Teppiche und geringe Strumpfgarne werden auch oft nur gekrempelt und nicht mehr gekämmt.

Nach dem Kämmen werden die Züge auf einer Reihe von Nadelstrecken und Spindelbänken gedoppelt und unter gleichzeitiger Drahtgebung verstreckt, bis sie auf der Water- und Ringmaschine (selten auf der Mule) ihre Vollendung erfahren (englisches System), oder sie werden (oft nach erfolgtem Passieren einer oder zweier Nadelstrecken) auf den mit Nadelwalzen versehenen Frottierstrecken (mit oder ohne Nitschelzeug) gedoppelt und gestreckt ohne Drahtgebung, nur unter Verdichtung der Luntten durch Druck und Rollen, und dann stets auf der Mule fertiggestellt (französisches System).

Kammgarnkrepel.

Benennung.	Durchmesser. mm	Verhältnis- mäßige Umdrehungszahl i. d. Min.	Verhältnis- mäßige Umfangsgeschw. in m i. d. Min.
Lattentuchwalzen	75	0,7	0,167
Speisewalzen	60	0,95	0,178
Vorreifser	210	200	132
Klettenwalzen	120	220	82,9
Haupttrommel	1020	100	320
Arbeiter	190	59	34,6
Wender	100	375	118
Volant	240	638	480
Abnehmer (Filet)	520	3,6	5,9
Abzugswalzen	55	83	16,3
Wickelwalzen	120	43	16,2

Die absolute Umdrehungszahl der Haupttrommel ist 110 bis 120 i. d. Min. Arbeitsbreite 1,1 bis 1,5 m, Umfangsgeschwindigkeit der Trommel 5,5 bis 6,8 m i. d. Sek., Anzahl der Arbeiter und Wender 4 bis 7, Gesamtverzug 20- bis 60-fach, Auflage auf 1 qm 0,3 bis 0,4 kg, Leistung 6,5 bis 12 kg i. d. Std., Arbeitsverbrauch 0,8 bis 1 PS, Raumbedarf 7,2 bis 10 qm.

Das von der Krepel gelieferte Band wird 1 bis 4 Dublierstrecken vorgelegt, welche jedesmal 4 bis 8 Bänder zu einem einzigen vereinen und bei gleichzeitigem 3- bis 6-fachem Verzug die Ungleichheiten der einzelnen ausgleichen.

Benennung.	Durchmesser. mm	Geschwindigkeit i. d. Sek. mm	Belastung auf 1 cm. kg
Hinterwalzen	40—45	60—70	5—9
Nadelwalze	75—80	50—60	—
Vorderwalzen	35	220—280	5—9,5
Wickelwalze	90—160	210—270	—

Leistung 90 bis 162 kg i. d. Std. f. 1 PS.

Diese Bänder werden manchmal zur Vorlage für die Kämmaschine nochmals 6- bis 8-fach ohne Verzug zu einem Band vereint auf besonderen Banddubliermaschinen, welche unter scharfem Druck einen möglichst harten Wickel aufwinden.

Sehr lange Wollen werden auf Gillboxes (s. S. 491) vorbereitet u. zw. in der Regel durch einen Satz von 5 oder 6.

Benennung.	Durchmesser. mm	Anzahl der Umdrehungen i. d. Min.
Einziehwalzen	40	31—58
Obere } Schraube	46 { Steigung 20 } { " 40 }	150—200
Untere }		
Streckwalzen	52	130
Abzugswalzen	72	105

Die Leistung f. d. Kopf i. d. Std. beträgt 138,0 m oder 3,5 bis 10,5 kg.

Auf den ersten 3 Strecken findet in der Regel kein Doppeln statt, auf den letzten 3 dagegen ein Doppeln zu je 6 Bändern. Die ersten 3 Strecken arbeiten in der Regel Wickel, die letzten 3 meist in Kannen. Es beträgt meist der Verzug:

	zwischen Hinterwalzen und Stäben.	zwischen Stäben und Vorderwalzen.	Schraubensteigung (Nadelweg).	
			Zoll engl.	mm
I.	6,3	3,3	1 ¹ / ₄	32
II.	4,1	3,5	1 ¹ / ₈	28,5
III.	3,2	4,0	1	25,5
IV.	1,5	5,7	3 ³ / ₄	19
V. u. VI.	1,2	6,7	5 ⁵ / ₈	16

Bei Wollen größter Länge nimmt man den Verzug durch die Vorderwalzen noch größer.

Dieselben Nadelstrecken werden auch oft noch ein- oder zweimal zur weiteren Vorbereitung der gekrempten Wolle vor dem Kämmen benutzt; sie entsprechen dann meist dem Gillbox V oder VI obigen Satzes.

Auch wird oft das gekrempte oder das auf den ersten 5 Nadelstrecken vorbereitete Band auf Waschmaschinen durch warmes Seifenwasser ausgewaschen und auf Kupfertrommeln getrocknet. Diese Maschinen sind dann in der Regel gleich mit dem (VI.) Gillbox verbunden, und gleichzeitig erfolgt zwischen Nadelstäben und Vorderwalzen durch besondere Apparate ein Oelzusatz, letzterer auch, wenn der Waschprozess nicht stattfindet.

Kämmerei. *)

Die Hauptsysteme der Kämmaschinen sind folgende:

- Lister, Holden: für die längsten Fasern fast ausschließlich gebraucht;
- Noble: für lange Wollen, in England allgemein;
- Hübner: besonders für kürzere Fasern (auch Baumwolle);
- Heilmann: in Deutschland und Frankreich am verbreitetsten; läßt sich ziemlich allen Materialien anpassen.

Der Arbeitsvorgang der Heilmannschen Maschine ist kurz folgender:

Ein Speiseapparat (Zange) zieht die Faserbänder von den Spulen ab, deren 12 bis 20 Stück in einem Ständer aufgesteckt sind, reißt einen Teil davon ab (Bart) und bringt das Vorderende des Bartes mittelst einer Zange ganz dicht an die umlaufende Kämmwalze, welche es durch ihre Nadelstäbe (Kammsegment) reinkämmt. Nachdem dies geschehen, öffnet sich die Zange, ein Vorsteckkamm senkt sich in die Mitte des Bartes, zwei Abreißcylinder erfassen die reinen Enden und ziehen die Fasermitte und die hinteren Faserenden durch den Vorsteckkamm hindurch. Im Falle ein zweites Kammsegment da ist, kämmt dieses die hinteren Faserenden nochmals aus. Der Bart geht über ein endloses Ledertuch nach den Abzugswalzen.

*) Ausführliches s. Lohren, Kämmaschinen.

Das fertig gekämmte Band besteht demnach aus schuppenartig oder dachziegelförmig übereinandergelegten Faserbürten, deren den Abzugscylindern zugekehrte Enden vor dem Abreißen von der Kämmwalze, deren Fasermitten beim Abreißen durch den Vorstechkamm und deren den Abzugscylindern abgekehrte Enden beim Abreißen vom Vorstechkamm und den Speisekämmen, sowie zum zweiten Male beim Hochgehen des Abreißapparates von der Kämmwalze vollkommen rein gekämmt worden sind.

Trommel mit 2 Segmenten 180 bis 200 mm Durchm., 210 mm Einführbreite, 40 bis 50 Umdreh. i. d. Min. Leistung bei 90 Zangenspielen 35 bis 45 kg Zug in 12 Std. Arbeitsbedarf 0,3 PS. Auf 100 kg Zug ergeben sich an Kämmlingen durchschnittlich 10 bis 30 kg. Vorgelegt werden meist 16 bis 20 Bänder gleichzeitig.

Temperatur im Kämmereisaal zweckmäßsig 25 bis 30° C. Luftfeuchtigkeit 70 bis 80 %.

Die Kämmaschine liefert das Band in Töpfe ab. Bevor der Kammzug aus der Kämmerei in die Vorbereitung gelangt, werden die Bänder der Topfstrecke und die entstehenden Wickel dann noch 1 bis 3 anderen Strecken unter gleichzeitiger Dopplung vorgesetzt, zwischen welche meist die Plättmaschine eingeschaltet wird. Die hier erwähnten Strecken können Gillboxes sein, oder Strecken genau wie die im folgenden zur Vorbereitung angegebenen mit Nadelwalzen und Frottierzeug, oder nur solche mit Nadelwalzen. Letztere geben leicht den oberen Fadenteilen eine andere Streckung als den unteren, werden daher (wenigstens für die ersten Durchgänge) zweckmäßsig durch Gillboxes ersetzt; jedenfalls kommen die reinen Nadelwalzenstrecken immer mehr außer Gebrauch.

Plättmaschine (Lisseuse) hat den Zweck, die Wolle zu entfetten und ihr die Kräuselung, soweit sie störend auftritt, zu nehmen. Die Bänder (bis 15 nebeneinander) gelangen von einem Spulengestell durch Einziehwalzen in das 1. Seifenbad von 50° C, gehen durch das 1. Prefswalzenpaar (170 mm Durchm., 790 mm breit, 1824 kg Belastung, 92 mm Geschw. i. d. Sek.), gehen durch ein 2. Seifenbad und 2 Prefswalzenpaare zu einem System von 4 bis 16, meist 11 kupfernen Walzen, welche das Trocknen, Spannen und Glätten der Bänder bewirken. Durch Trichter kommen die Bänder schließlicly wieder zu den spulenbildenden Wickelapparaten.

	Durchm.	80 mm	Geschw. i. d. Sek.	88,8 mm
Einziehwalzen . . .				
1. Prefswalzen . . .	170	"	92	"
2. " . . .	170	"	92	"
3. " . . .	170	"	95	"
1. Plättwalze . . .	108	"	90	"
Letzte " . . .	108	"	100	"

Verzug 1,14-fach. Leistung 63 kg i. d. Std. Arbeitsbedarf 1,5 PS.

Unmittelbar mit der Plättmaschine verbunden ist in der Regel ein Gillbox oder eine Nadelwalzenstrecke.

Vorbereitung:**Englisches System.**

Die Bänder werden auf Nadelstrecken und Spindelbänken gedoppelt und verstreckt.

1 Satz besteht meist aus:

Benennung.	Dopplung.	Verzug.
1 can gillbox, in Kannen arbeitend	6	6—7
1 spindle gillbox, Spulen bildend	6	7
4 spindle drawing boxes	5	7
6 spindle weigh boxes	4	8
3 finishing boxes zu je 6 Spindeln	4	8
Verschieden viele dandy roving boxes, je nach Garn-Nr.	2	8,5

Die letzten 4 Gruppen arbeiten ohne Nadelstäbe und besitzen im Streckwerk nur Leitrollen. Die Spulen werden manchmal nur durch den Faden nachgezogen (open drawing), meist jedoch besitzen obige Maschinen den vollständigen Spindelbankmechanismus (cone drawing).

Bei feinen Garnen kommen Sätze von 9 Strecken bezw. Spindelbänken vor mit den bezügl. Dopplungen 8, 6, 5, 5, 5, 4, 3, 2, 2.

Benennung.	Grobspindelbänke.	Mittelspindelbänke.	Feinspindelbänke.
Betriebswelle, Umdreh. i. d. Min.	200	200	245
Einziehwalzen, Durchm. in mm	36	33	33
Einziehwalzen, Umdreh. i. d. Min.	15—82	12—90	9—60
Streckwalzen, Durchm. in mm .	46	43	43
Streckwalzen, Umdreh. i. d. Min	96—240	100—250	70—180
Nadelwalze, Durchm. in mm .	52	—	—
Nadelwalze, Umdreh. i. d. Min.	30—40	—	—
1. Führungswalzenpaar,			
Durchmesser in mm	—	29	29
Umdreh. i. d. Min.	—	20—100	16—96
2. Führungswalzenpaar,			
Durchmesser in mm	—	29	29
Umdreh. i. d. Min.	—	24—110	20—100
Spindeln, Umdreh. i. d. Min. . .	400	600	700
Dreh. für 1 cm Vorgespinst . .	0,11—0,29	0,16—0,44	0,29—0,38
Höhe der Spulen in mm	248	209	170

Die Nadelwalze des Grobflyers hat auf 1 cm Breite 8 Nadeln von 5 mm Länge. Streckwalzen haben 76 und Einziehwalzen 50 bis 56 Riffeln.

Französisches System.

Man verfährt bei diesem etwa wie folgt (s. Tafel S. 520).

Die aus der (nicht nur räumlich, sondern jetzt meist auch kaufmännisch getrennten) Kämmerei übernommenen „Züge“ werden auf einer ersten Strecke gemischt; auf einer zweiten Strecke werden Spulen von gleicher Länge erzeugt. Diese gleichen Längen haben nun verschiedene Gewichte und werden zu je 4 derart sortiert, daß diese 4 das richtige Durchschnittsgewicht haben. Aus diesen 4 Spulen wird unter starkem Verzug 1 doppelfädige Spule erzeugt (oder 2 einfädige), deren zwei Luntten auf der 4. Strecke zu einer vereinigt werden, und es soll von hier ab in gleicher Länge ein stets gleiches Gewicht enthalten sein, so daß alle folgenden Maschinen lediglich durch Doppeln und Strecken die höchste Gleichmäßigkeit der Fadenstärke erzielen sollen.

Man verwendet:

8 Streckpassagen etwa für Nr. metr.	40 bis 70,
9 " " " "	70 " 100,
10 " " " "	100 " 130,
10 bis 12 " " " "	über 130.

Das Frottierzeug macht 250 Doppelhübe i. d. Min. von je 30 bis 35 mm; Frottierwalzen 70 mm Durchmesser, ihre Drehgeschwindigkeit gleich derjenigen der Streckwalzen.

Von der Streckwerksslippe bis zum Aufwindepunkt der Spule wird die Lunte durch besondere Fadenführer (Trichter, bewegliche Arme u. s. w.) geführt.

Beim sogenannten Deutschen System werden von insgesamt 9 bis 10 Passagen die ersten 4 bis 5 durch Nadelwalzenstrecken nach Art der bobinoirs, die letzten 5 durch Spindelbänke bewirkt. Als Feinspinnmaschine wird meist der Selfactor benutzt. Das System findet Anwendung für Kette Nr. 40 bis 60, Schuß 60 bis 90.

Feinspinnmaschinen.

α. Watermaschine. Anzahl der Umdreh. i. d. Min.: der Betriebswelle bis 390, der Einziehwalzen 7 bei 25 mm Durchm., des ersten Führungswalzenpaares 9,5, des zweiten 10 bei 20 mm Durchm., der Streckwalzen 50 bis 80 bei 33 mm Durchm. — Die Spindelschnurtrommel hat 215 mm und der Wirtel 24 mm Durchm., so daß die Spindeln bis 3500 Umdreh. i. d. Min. machen.

Die Ringspinnmaschine ist zum Feinspinnen des Kammgarns bisher verhältnismäßig wenig angewandt, um so allgemeiner jedoch beim Zwirnen.

β. Selfactor (s. Tafel S. 521). Durchm. der Einziehwalzen 25 mm, der beiden Führungswalzenpaare 22 mm, der Streckwalzen 27 mm, der Verzug im Streckwerk 6 bis 18, der Verzug zwischen Einziehwalzen und erstem Führungswalzenpaar 1,04 bis 1,05 und zwischen Streckwalzen

(Fortsetzung a. S. 522.)

Ein Satz von 9 Passagen für mittelfeine (C, B, A, AD) Wollen besteht etwa aus:	Anzahl der Maschinen.	Kopfzahl jeder Maschine.	Zahl der gelieferten Spulen jeder Maschine.	Dablierung: Wieviel Fäden werden zu einem vereint?	Möglicher Verzug. [Gebrauchlichster Verzug.]	Durchmesser.			Lieferung der Vordercylinde ^r i. d. Min.	Platzbedarf der Maschine (ohne Bedienungsräum).	Bemerkungen.
						Einzelwalzen. Hintercylinde ^r . mm	Streckwalzen. Vordercylinde ^r . mm	Spulenabwicklung mit mechanischer			
1. Grobfrotteur (oder Gillbox)	1 (1)	6 (6)	6 (6) Kreuzspulen	bis 4 (bis 6)	3,5 bis 5 (bis 8)	40 40 + Leder (6 mm)	60/30 50 + Leder	bis 21 meist 18	3 × 4,5		
2. Grobfrotteur Couteur	1	7	7 × - spulen	bis 4	3,5 bis 5,5 [4]	40	60/30	bis 18,50	2,7 × 4,5		
3. Frotteur	1	8	8 × - spulen doppelfadig	2	3,0 bis 5,5 [4]	35	60/30	bis 19	2,7 × 4,8		
4. Réunion	1	16	16 × - spulen doppelfadig	2	3 bis 5 [4]	40	35/25	bis 20	1,0 × 8,5		
5. Bobinier	1	17	34 × - spulen doppelfadig	2	3 bis 5 [4]	40	30	bis 19	1,0 × 10		
6. Bobinier	1	22	44 × - spulen doppelfadig	3	3 bis 5 [4,5]	40	23	bis 21,5	0,9 × 11		
7. Bobinier*)	1	24	48 × - spulen doppelfadig	4	3 bis 5 [4,5]	40	23	bis 20,5	0,9 × 12		
8. Avantfinsseur	1	25	50 × - spulen doppelfadig	4	3 bis 5 [4]	40	23	bis 20,5	0,9 × 12,5		
9. Finsseur	2	je 25	je 100 konische Spulen einfadig	2	3 bis 5 [4]	40	23	bis 19	je 0,9 × 12,5		

*) Zwischen 7. und 8. können noch nach Bedarf für feinere Wollen 1 bis 3 Passagen eingeschaltet werden, die dann genau wie die 7. Passage beschaffen sind.

	Streckwerk bzw. Zuführung.	Wagen.	Spindeln. Sind um 15—170 geneigt.	Aufwinder.	Arbeitende Teile.	Umschaltung für die nächste Periode.
<p>I. Verzug und Drehung.</p>	<p>Giebt die bestimmte Garnmenge her. (Bei Anwendung des Nachzugs (bezw. bei Streichgarn überhaupt zum Verzug) wird es schon vorBeendigung d. Wagenausfahrt ausgeschaltet.</p>	<p>Bewegt sich vorwärts um 1,5—1,7 m (meist 1,65 m), und zwar mit gleichbleibender beschleunigter Geschwindigkeit.</p>	<p>Drehen sich nach rechts (bezw. links). Geschw. gleichmäÙig oder gegen Ende beschleunigt. (1. bezw. 1. und 2. Geschw.)</p>	<p>Ist in Ruhe über den Spindelspitzen.</p>	<p>Antriebsriemen treibt gleichzeitig die Streckcylinder, die Wagenausgesschnecke (bei Kammgarn cylindrisch, bei Streichgarn spiralförmig) und die Trommelwelle. Quadrant gehoben und seine Kette aufgewickelt. Wagen am Ende der Anfahrt durch die Wagenzugsschnecke aus und halterhaken festgehalten.</p>	<p>Der Wagen giebt durch Hebelübertragung mit der Schaltwelle dem Selfactor-Treibriemen den Uebergang zur Losscheibe frei, kuppelt die Streckcylinder und die Wagenausgesschnecke aus und bereitet das Abschlagen und Einfahren vor.</p>
<p>II. Nachdraht.</p>	<p>Steht still.</p>	<p>Steht still. Bei sehr feinen Garnen und solchen, die sich bei der Drehung stark verkürzen, geht er ein wenig zurück.</p>	<p>Drehen sich nach rechts (bezw. links) mit erhöhter Geschw. (2. bezw. 3. Geschw.)</p>	<p>Ist in Ruhe über den Spindelspitzen.</p>	<p>Trommelwelle dreht sich (schneller) weiter und bewegt die Spindeln, bis der Zähler seinen Lauf vollendet hat.</p>	<p>Der Zähler läßt am Ende seines Weges den Hebel des Antriebsriemens frei, und dieser wird durch eine starke Feder auf die Losscheibe geführt.</p>
<p>III. Abschlagen d. i. Abwinden des Fadenstücks y. d. Spindelspitze d. Fadenreserve.</p>	<p>Steht still.</p>	<p>Steht still.</p>	<p>Drehen sich nach links (bezw. rechts).</p>	<p>Wird bis zur Kötzerspitze gesenkt, während der Gegenwinder in die Höhe geht und die Fäden gespannt hält.</p>	<p>Trommelwelle dreht sich im entgegengesetzten Sinne; der Aufwinder setzt sich auf die Aufwinderrolle, welche auf der Formschnecke läuft, Einzugschneccken bewegen den Wagen einwärts, der</p>	<p>Zwischenhebel bestimmen den Eingriff der Abschlagbremse und gestatten danach den Eingriff der Bremse der Wageneinzugschnecke.</p>
<p>IV. Aufwindung des gesponnenen Fadenstücks.</p>	<p>Steht still.</p>	<p>Geht zurück.</p>	<p>Drehen sich nach rechts (bezw. links).</p>	<p>Senkt und hebt sich gemüÙt der Formschnecke zur Kötzerbildg., wird am Ende der Einfahrt z. Aufwindg. der neuen Fadenreserve rasch aus d. Fäden gehoben und bleibt über den Spindelspitzen stehen.</p>	<p>Quadrant bewegt die Trommelwelle derart, daß sie sich erst langsamer, dann rascher dreht; die Formschnecke beeinflusst den Aufwinder, der erst einige steile Spiralen nach abwärts, dann dichte Spiralen aufwärts windet. Formschnecke ändert ihre Lage (dem Wachsen des Kötzers entsprechend) bei jeder Wagenfahrt, indem ihre Enden auf zwei besonderen Formplatten gleiten.</p>	<p>Der Wagen schaltet bei Beendigung der Einfahrt die Bremse der Einzugschnecke aus, schaltet den Riemen auf die Festscheibe, kuppelt die Streckcylinder, sowie die Wagenausgesschnecke ein. Damit ist der Anfangszustand wiederhergestellt.</p>

und Wagen 1,02 bis 1,05, Streckweite durchschnittlich 115 mm; Wagenweg 64 Zoll engl. = 1,625 m. — Umdrehungszahl der Streckwalzen 72 bis 125 und der Spindeln 3800 bis 5600 i. d. Min. — Abstand der Spindeln von einander 43 mm.

Zahl der Drehungen auf 10 cm für:

Kette	7	√ Nr. metr.;
Halbkette	5,8	√ Nr. metr.;
Schufs	5—5,2	√ Nr. metr.;
Strumpfgarn	4,8	√ Nr. metr.

Die Anwendung des Nachzuges (durch Ausrückung des Streckwerkes) hat sich bei der Kammgarnfabrikation als unpraktisch erwiesen.

Wöchentliche Leistung (zu 72 Arbeitsstunden gerechnet):

Metr. Garnnummer.	20	25	30	35	40	50	60
Leistung für 1 Spindel in g .	625	490	400	335	285	225	165

In Deutschland spinnt man von Nr. 6 bis 100 nach metrischer oder von Nr. 9 bis 150 nach englischer Numerierung, am häufigsten aber nur bis Nr. 50 nach metrischer oder Nr. 75 nach englischer Numerierung.

In einer Kammgarnspinnerei, die wöchentlich 1000 kg Kette Nr. 30 und Schufs Nr. 36 bis 40 erzeugt, sind in Betrieb: 1 Pressionsstrecke zu 4 Köpfen, 1 Plättmaschine mit 10 Walzen, 2 Pressionsstrecken zu 4 Köpfen (zu 2 Passagen), 1 Feinstrecke zu 8 Spulen, 1 Grobflyer zu 40 Spindeln, 1 Mittelflyer zu 60 Spindeln, 2 Feinflyer zu 80 Spindeln, 5 Selfactors mit zusammen 1650 Spindeln, 6 Watermaschinen mit zusammen 1200 Spindeln und 12 Weifen. Hierbei kann man hinsichtlich der Bedienung und des Arbeitsbedarfes rechnen: Für 1000 Spindeln bei Anwendung von Handmulen 20 bis 25 und bei Anwendung von Selfactors 13 bis 14 Personen, und für 150 bis 200 Spindeln 1 PS.

Anlagekosten rd. 100 *M.* für die Feinspindel einschl. aller Maschinen und Baulichkeiten.

Das Kammgarn wird, um ihm das Bestreben sich aufzudrehen zu nehmen, bei etwa 60° C 20 Min. bis 1 Std. gedämpft; dies geschieht in geschlossenen Dampfkästen oder -Kesseln, deren unterer Raum in der Regel mit Wasser gefüllt ist, während im oberen das in Körbe gepackte Garn sich befindet und vom Dampf umgeben wird. Dabei darf das Garn nicht besonders naß werden.

e. Streichgarnspinnerei.

Die gewaschene Wolle (s. S. 511) unterliegt zunächst einer Auflockerung durch Wölfe.

1. **Reifswolf.** Die Trommel macht 500 Umdreh. i. d. Min., bei 1 m Durchm. und 1 m Breite, und hat 25 bis 70 Stiftreihen. Abstand von Stift zu Stift 25 mm. Die Zuführwalzen machen 6,4 Umdreh. i. d. Min. bei 140 mm Durchm. Leistung 900 kg in 12 Std. Raumbedarf $1,8 \times 2,2$ m. Arbeitsbedarf 0,7 bis 1 PS.

2. **Flügelwolf.** Wird teils als Reifswolf, teils zum Entfernen der nach dem Karbonisierungsprozefs noch zurückgebliebenen morschen Kletten benutzt.

Die Flügelwelle trägt 4 schraubenartig gewundene und mit 2- bis 3-fachen Reihen Reifsstiften besetzte Flügel. Durchm. 1 m. Breite 1,7 m. Anzahl der Umdreh. 300 i. d. Min. Sie arbeitet durch zwei oscillierende, mit Reifsstiften besetzte Stäbe hindurch; diese machen 8 Oscillationen i. d. Min. — Das Zuführungstuch hat $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Breite des Wolfes (also 400 bis 500 mm). Die geriffelten Zuführungswalzen haben 120 mm Durchm. bei 8 Umdreh. i. d. Min. Ein Ventilator unter dem Drahtsieb, welches 15 mm von dem Flügel-Umfang absteht. Leistung 500 bis 600 kg in 12 Std. Raumbedarf $2,5 \times 1,5$ m. Arbeitsbedarf 0,7 bis 1 PS.

3. Zum Oeffnen von mehr verwirren Wollen, sowie von Fadenabgängen werden sogen. **Krempelwölfe** benutzt. Mit einer Trommel arbeiten ganz nach Art der Krempeln eine Anzahl Arbeits- und Wendewalzen. Trommel und Walzen sind mit starken stählernen Hakenstiften versehen, der Abnehmer mit 6 bis 8 Stiftreihen und ebensoviel Lederstreifen. Trommeldurchm. 1,2 m, 120 Umdreh. i. d. Min., Breite 1 bis 1,2 m. In 12 Std. werden 1500 kg Wolle geöffnet. Arbeitsbedarf 1 bis 3 PS.

Noch stärkere Maschinen werden zum Oeffnen gewebter und gewirkter, sowie gefilterter Stoffreste gebaut.

4. **Oelwolf.** Länge der Trommel 950 mm, Durchm. 820 mm, Anzahl der Umdreh. 600 i. d. Min. Durchm. der Zuführungswalzen 70 mm bei 24 bis 25 Umdreh. i. d. Min. 1500 kg Wolle werden in 12 Std. geölt. Arbeitsbedarf 1,5 bis 2 PS. Auf 100 kg Wolle kommen etwa 5 bis 15 kg Oel.

Krempeln und Vorspinnen der Streichwolle.

Ein Satz Krempeln besteht in der Regel aus 3 Maschinen, die sich nur hinsichtlich der Feinheit und Art des Kratzenbeschlages und der zu den Maschinen gehörigen Apparate unterscheiden. Es wird das Ein- und das Zwei-Hackersystem verwandt, doch nimmt die Anwendung des Zwei-Hackersystems infolge der neueren Fortschritte der Florteilapparate immer mehr ab.

Gewöhnlich sind folgende Kratzennummern in Anwendung:

Kratzen Nr. . . .	22	24	26	28	30
Drahtstärke . . .	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22 mm
Anzahl der Spitzen auf 10 qcm }	728	760	856	1060	1096

1. **Reifskrempel**, entweder mit Zuführungstuch zum Auflegen der Wolle mit der Hand oder mit selbstthätigem Speiseapparat. 1 bis 3 Plüsch- oder Reifswalzen (sogen. Plüschapparat), bestehend aus 1 bis 3 mit Zahndraht bezogenen, meist eisernen Walzen. — Pelztrommel, seltener Pelzvorrichtung.

2. **Pelzkrempel** (Bandkrempel) mit Vorrichtung zur Erzeugung endloser Pelze oder mit Bandapparat zur Erzeugung von Bändern und zu deren Auflegen auf die dritte Krempel.

3. **Vorspinnkrempel** mit Vorrichtung zum Teilen des Flors in Bänder und zur Erzeugung des Vorgarns. (System C. Martin, Bède, Bolette, Josephys Erben, Gefsner, Schimmel u. a. m.).

Martin wendet zur Teilung des Flors geschränkte Riemchen, Bède Stahlfedern, Bolette früher Messerscheiben, später einen Riemen ohne Ende für alle Bänder, neuerdings wandernde Stahlfedern an; G. Josephys Erben benutzen halbgeschränkte Riemchen in der Anzahl der zu erzielenden Vorgarnfäden.

Es wird hauptsächlich ein gleichmäßiges Zerteilen des Flors, der von der Abnehmewalze (Peigneur) kommt, und eine gute Fortführung der geteilten Bänder bis zu den Reib- oder Nitschelhosen angestrebt. Die teilenden Organe müssen leicht zu reinigen sein oder sich selbstthätig reinigen. Man erhält mit diesen Apparaten 20 bis 120 gute und 2, seltener 4 Eckfäden von doppelter Breite. Die Fadenzahl richtet sich nach den zu spinnenden Garnnummern und dem Rohstoffe.

Arbeitsbreiten der Krempel 850, 1015, 1130, 1260, 1450, selbst bis 1800 mm; 4, 5 und 6 Paar Arbeiter und Wender.

Leistung von 1 Satz Krempeln 1450 mm breit = 75 bis 90 kg Vorgarn in 12 Std. Arbeitsbedarf für 1 Satz mit selbstthätigem Speiseapparat und Florteiler 1,75 bis 2 PS.

Benennung.	Durchmesser. mm	Umdrehungen i. d. Min.
Zuführ-Tisch	96	1
Speisewalze	48	1,2
Reifswalze	205	145
Große Trommel	1200	110—140
Abnehmewalze	680	4,5
Wendewalzen	105	335,0
Arbeitswalzen	200	7,0
Volant	270	600,0
Putzwalze	106	370

Für kürzere Wollen giebt man in England der Haupttrommel oft nur 60 Umdreh. i. d. Min.

Erforderlicher Raum für einen Satz Krempeln mittlerer Breite (1,15 m) $4,25 \times 8,7$ m.

Tiefe der Mule-Jenny mit Mittelbetrieb	3,5 m
„ „ „ „ Seitenbetrieb	3,0 m
Länge „ „ bei 300 Spindeln	14,862 m

2. Selfactor. Auch das Einfahren des Wagens und die Aufwinder-Regelung wird von der Maschine besorgt.

Umdrehungszahl der Betriebswelle i. d. Min.	300 bis 325
Spindelzahl	300 bis 420
Spindelteilung mindestens	46 mm
Spindeldurchmesser	9 mm
Anzahl der Spindelumdrehungen i. d. Min. bei der 1. Geschwindigkeit	3000
„ „ „ „ „ „ „ 2. „ „ „ „ „ „ „	4000
Wirteldurchmesser „ „ „ „ „ „ „	30 mm
Länge des Kopfstückes (Headstock)	3,450 m
Tiefe des Selfactors bei 300 Spindeln	15,48 m
„ „ „ „ 420 „ „ „ „ „ „ „	21,08 m
Quadrant „ „ „ „ „ „ „	378 mm
Liegende Spindeltrommeln: Durchmesser	152 mm
„ „ „ „ Umdrehungszahl i. d. Min.	590 bis 750
Einlaufwalzen-Durchmesser	35 mm
Abwickelwalzen- „ „	100 bis 150 mm
„ „ Umdrehungszahl wie bei der Mule-Jenny.	
Wagenschub	1,85 m
Wagenrückgang bis 3,5% während der Drahtgebung.	
Zeit des Wagenspiels	25 bis 28 Sek.
Der Streichgarn-Selfactor besitzt kein Streckwerk.	

3. Ringspinnmaschine (Métier fixe; feststehende Feinspinnmaschine).

Charakteristisch für die Streichgarn-Ringspinnmaschine ist der große Abstand der Streckwalzenpaare und die zwischen beiden stattfindende Erteilung falschen Drahts durch den Rohrwirtel.

Umdrehungszahl der Betriebswelle i. d. Min.	300
Anzahl der Spindeln	120 bis 240
Durchmesser der Spindeln	13 mm
Spindelteilung	100 mm
Anzahl der Spindelumdrehungen i. d. Min.	5000 bis 6000
Wirteldurchmesser	30 mm
Rohrwirteldurchmesser	25 mm
Umdrehungszahl i. d. Min.	2865 bis 4460
Durchmesser der Trommeln:	
obere, für die Bewegung der Rohrwirtel	152 mm
untere, „ „ „ „ Spindeln	236 mm
Einführwalzendurchmesser	35 mm
Umdrehungszahl der oberen Cylinder i. d. Min.	41 bis 56
„ „ „ „ unteren „ „ „ „ „	65 bis 80
Streckung des Vorgarns vom Eintritt bis zur Aufwicklung	
auf die Spulen	das 1,5- bis 10-fache
Zahl der Drehungen auf 10 cm:	

für Kette etwa $10,3 \sqrt{\text{Nr. metr.}}$;

„ Schufs „ $5,15 \sqrt{\text{Nr. metr.}}$.

4. Man zwirnt Garn auf dem Selfactor oder auf der sogen. Water-Zwirnmaschine.

Umdrehungszahl der Betriebswelle i. d. Min.	220
Spindelanzahl meist	120
Spindelteilung	82 mm
Umdrehungszahl der Spindeln i. d. Min.	840 bis 2150
Durchmesser der leeren Spule	16 mm
„ „ vollen „ „	45 mm
Spulenhöhe	70 bis 140 mm
Durchmesser der Schnurtrommel für die Wirtel	230 mm

Wirteldurchmesser	25 bis 35 mm
Umdrehungszahl der Schnurtrommel i. d. Min.	180 bis 450
(Betrieb der Dreheylinder von der Schnurtrommel aus.)	
Bei 180 Umdrehungen der Schnurtrommel macht der Dreheylinder	36,7 Umdreh.
Durchmesser des Dreheylinders	35 mm
Zahl der Drehungen	2 bis 6 für 1 cm
Leistung 14380 m Zwirn i. d. Std. Arbeitsbedarf 1 PS.	

Man rechnet für 1 Satz Krempeln samt Feinspinnmaschinen, Vorbereitungsmaschinen und dem zu deren Bedienung nötigen Raum 360 qm; dazu kommen für Lager Räume 60 qm.

Als Satz für eine Streichgarnspinnerei kann man annehmen: je ein Schlag-, Kletten- und Oelwolf, 6 dreifache Krempelsätze, 600 Continue- oder 900 Selfactorspindeln zur Erzeugung von 100 kg Garn täglich.

d. Tuchweberei und Appretur.

1. Vorbereitungsarbeiten für Kette und Schufs.

1. Ketten-Leim- und Schermaschine. Die Leimwalze hat 155 mm im Durchm. und macht 17 Umdreh. i. d. Min. Arbeitsbreite 770 mm; Durchm. der Scherkrone 1,05 m, Länge 2,8 m. — 450 Kettenfäden werden gleichzeitig geleimt (9 Spulen zu 50 Faden) mit einer Geschw. von 138 mm i. d. Sek. Arbeitsbedarf 0,1 PS.

2. Trocknen der Ketten geschieht entweder an der Luft auf Rahmen, in Trockenräumen oder auf der **Kettentrockenmaschine**. Diese besteht aus einem Rahmengestell von 1 m lichter Weite und 2,5 m Durchm., in dessen ausgekehrte Speichen die nasse Kette um Stäbe spiralförmig gelegt wird. Umdrehungszahl des Rahmens = 350 i. d. Min. (Innerhalb des Rahmens bewegt sich in entgegengesetzter Richtung ein Exhaustor mit 4 bis 6 Flügeln.) Durchm. 600 mm, Flügelbreite 900 mm, Umdrehungszahl 450 i. d. Min. Leistung in 12 Std. Arbeitszeit 3 Ketten zu 15 Stück zu 25 m. Arbeitsbedarf $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ PS.

Jetzt leimt und trocknet man die Tuchketten meist auf derselben Maschine (Schönherr, Hartmann). Solche Maschinen scheren, leimen, trocknen und bäumen 2500 bis 3000 m Kammgarnkette in 10 Std.

Die getrocknete Kette wird auf Bäummaschinen mit einer gewissen Spannung aufgebäumt. Raumbedarf der Bäummaschine bei Waren von 130 cm Breite 5,0 × 2,0 m.

3. Anfeuchten des Wolleneinschlages. Das Anfeuchten erfolgt entweder unter Zuhilfenahme einer Wasserdruck- oder Saugpumpe, oder einer Luftpumpe. Das Entwässern erfolgt meist durch Ausschleudern.

2. Mechanischer Tuchwebstuhl.

Am meisten üblich sind die Stühle nach System Schönherr (Feder-schlagstühle): Die Triebwelle macht 120 bis 135 Umdreh. i. d. Min.

Schufszahl = 40 bis 45 i. d. Min. Blattbreite 2,40 m bei 2500 bis 3600 Kettenfäden; und System Crompton (mit nur 1 Welle): Schufszahl 55 bis 60. — Gewicht des Schützen bei beiden 0,8 bis 1,2 kg. Breite des Tuches 2,18 m; freiliegende Kette 870 mm; 2 Schäfte; Leinwandbildung durch 2 Schäfte, doch sind Anordnungen mit 30 bis 40 Schäften möglich. — Leistung 0,75 bis 1 m Tuch i. d. Std. Raumbedarf $1,6 \times 3,9$ m. Arbeitsbedarf 0,15 bis 0,25 PS.

Das Auswaschen vor der Walke geschieht auf Walzen- oder auf Hammerwaschmaschinen.

3. Walke.

1. Doppelte oder einfache Walzenwalke. Durchm. der Trommel 690 mm bei 45 Umdreh. i. d. Min. (Die Triebwelle macht 90 Umdreh. i. d. Min.) Arbeitsbreite 0,13 m. Durchm. der Walkrollen 345 mm, Belastung 125 bis 250 kg. Belastung des Stopfapparates 80 kg. — 2 bis 4 Stücke Tuch laufen mit einer Geschw. von 1,63 m i. d. Sek. durch die Maschine. Arbeitsbedarf 2 PS, für die doppelte 3,3 PS. Die Belastung wird erzielt durch Gewichte oder Federdruck; letzteres vorteilhafter. Raumbedarf $1,25 \times 1,9$ m.

2. Hammerwalke. Einfache Kurbelwalke mit 2 Hämmer.

Hubzahl der Hämmer 125 i. d. Min.; Breite der Hämmer 260 mm; Hubhöhe 150 mm; Arbeitsbreite 0,53 m; Länge der Schwingen 2 m. — 1 Stück schwere Ware wird in 3 bis $3\frac{1}{2}$ Std. gewalkt. Raumbedarf $1,2 \times 2,2$ m. Arbeitsbedarf 1,6 bis 2 PS.

Es erfordert zum vollständigen Walken und Auswaschen:

1 Stück (15,8 m) mittelfein, weiß, 5 bis 7 Std. u. 2 bis 2,5 kg Seife;
 1 " " " hellfarbig, 7 bis 12 Std.;
 1 " " " schwer (bronze- od. russischgrün), 15 bis 16 Std.

4. Tuchwaschmaschine. Strang- und Breitwaschmaschine.

Hölzerne Waschwalzen von 530 mm Durchm., 40 Umdreh. i. d. Min. und 1,03 m Länge. Die obere Walze liegt in einem beweglichen Rahmen. 2 Stück Tuch laufen mit 1,11 m Geschw. i. d. Sek. neben einander. Arbeitsbedarf 0,5 PS. Das Waschen kann auch in der Walke geschehen.

5. Rauhaschine.

1. Einfache Rauhaschine. Karden-Trommel 0,7 bis 0,9 m Durchm., bis 2 m Arbeitsbreite, macht 90 Umdreh. i. d. Min. Zahl der Kardenstäbe meist 18. Relative Geschw. des Tuches gegen die Karden 3,4 bis 3,8 m i. d. Sek. Geschw. des Tuches 0,155 m i. d. Sek. Arbeitsbedarf 0,5 bis 0,7 PS. Raumbedarf $1 \times 2,6$ m.

2. Doppelte Rauhaschine (beste Art, System Gefsner) mit oder ohne Postierapparat. (Postierwalzen oder Postierplatten zum Quer-

rauen). — Durchm. der Trommeln 630 mm, Arbeitsbreite 1,75 m, Anzahl der Umdreh. 100 i. d. Min. Meist 15 bis 18 Kardenstäbe. Relative Geschw. zwischen Tuch- und Rauhtrommel 3,4 m i. d. Sek. — Das Tuch läuft mit einer Geschw. von 0,093 m i. d. Sek. — Arbeitsbedarf ohne Postierapparat 2 PS, mit Postierapparat 3 PS. Raumbedarf $2,4 \times 2,7$ m.

Postierwalzen-Apparat. Durchm. der Postierwalzen 335 mm, Anzahl der Umdreh. i. d. Min. 48.

Postierplatten-Apparat. Excenterbewegung. Länge der Postierplatten 855 mm, Höhe 200 mm, Anzahl der Spiele i. d. Min. 135.

Die infolge Wegfalls der teureren Naturkarden im Betrieb billigeren Rauhmaschinen mit Kratzenbeschlag haben bis jetzt noch nicht die zu stellenden Anforderungen erfüllt. Doch sind in neuester Zeit einzelne derartige Maschinen in ziemlicher Vollkommenheit ausgeführt (Konstruktion Gefsner).

6. Trocknen des Tuches.

1. Auf Rahmen durch Einwirkung der Luft und Sonnenwärme oder auf der **Rahmmaschine**. Geschlossener Raum. Das Tuch wird über wagerechte Walzen in einen Rahmen gespannt, der die vorgeschriebene Breite hat. 320 Rohre von 25 mm Durchm. liegen zwischen den Rollen und erzeugen bis 120° C Wärme. Dauer des Trocknens 30 Min. 2 Personen zur Bedienung. Täglich können bis 110 Stück zu 24 m von 125 bis 170 cm Breite getrocknet und gespannt werden. Der Breitenzug beginnt im obersten Geschoß. Es werden 6 bis 10 Geschosse übereinander angeordnet. Raumbedarf 8 bis 14 m lang, 3,2 m breit, 2 bis 3 m hoch. Arbeitsbedarf 1,5 bis 3,5 PS.

2. **Karbonisiermaschine**. Entsprechend, wie beim Trocknen der Wolle mit dieser Maschine gleichzeitig das Entkletten der Wolle vorgenommen werden kann, ist dies auch hier der Fall. Geschlossener Kasten von 4 m Höhe, 6 m Länge, 3 m Breite. Meist unmittelbare Feuerung, sonst bei Heizung mit Rohren 1 m Höhe mehr für den Raum, den diese unten einnehmen. Gang des Tuches in nahezu lotrechten Gängen über Leitrollen. Dauer des Durchganges 10 Min. Leistung 150 Stück vorgetrocknete Tuche in 12 Std. Alles übrige entsprechend wie S. 512. — Ebenso wie Tuche können auch Loden karbonisiert werden.

7. Schermaschine.

1. **Langscher-Maschine**. Der Schercylinder arbeitet mit einem Lineal zusammen nach Art einer Schere; je nachdem der Stoff über eine feste Leiste im Winkel geführt und der Cylinder in bestimmtem Abstände von dieser Kante eingestellt wird, oder ob eine solche Leiste wegfällt und der Cylinder mit seinem Lineal mit mehr oder

weniger sanftem Druck auf der Ware aufliegt, erzeugt man Waren mit einer bestimmten Florhöhe (Plüsch, Tuche u. s. w.) oder ganz glatte Stoffe. Schercylinder von 100 mm Durchm.; 1,57 und 1,75 m Arbeitsbreite; 650 Umdreh. i. d. Min. (Tribscheibe 105 Umdreh. i. d. Min.). 12 Messer von je 2 Windungen um den Schercylinder gespannt. Relative Geschw. zwischen Tuch und Schercylinder 3,360 m i. d. Sek. — Das Tuch läuft mit einer Geschw. von 40 mm i. d. Sek. — Arbeitsbedarf 0,6 PS. Raumbedarf $2,1 \times 2,4$ m.

2. Transversal-Schermaschine.

Lewis, Gestell fest. Schercylinder umlaufend und fortschreitend.

Davis, Gestell fortschreitend. Schercylinder umlaufend, aber feststehend.

Schercylinder. Durchm. 66 mm, Arbeitsbreite 1,4 m. 1000 Umdreh. i. d. Min. (Tribscheibe 100 Umdreh. i. d. Min.). 6 bis 8 Messer von je 3 Gängen. — Geschw. der fortschreitenden Bewegung des Schercylinders oder des Gestells 18 mm i. d. Sek. Breite des Tuchs 1,4 m; 1 Schnitt dauert 78 Sek., also 46 Schnitt i. d. Std. Arbeitsbedarf 0,4 PS. Raumbedarf $1,6 \times 2,6$ m.

8. Bürstmaschinen.

Diese werden sowohl ohne als auch mit Dampf-Apparat konstruiert (Dampf-Bürstmaschinen). Man hat einfache und doppelte Bürstmaschinen. Erstere nur mit 1 Bürsttrommel, letztere mit 1 harten und 1 weichen Bürsttrommel. Bürstwalzen von 350 mm Durchm.; 1,7 m Arbeitsbreite; 250 Umdreh. i. d. Min. (Triebwelle 85 Umdreh. i. d. Min.). Relative Geschw. zwischen Tuch und Bürstwalzen 4,7 m i. d. Sek. Das Tuch läuft mit einer Geschw. von 135 mm i. d. Sek. Arbeitsbedarf 1 PS. Raumbedarf 2×2 m.

9. Dekatierapparat.

Holz- oder Kupfertrommel mit Löchern, oben und unten fest geschlossen. Dampfzuführungsrohr unten. Trommel-Durchm. 225 mm. Länge bei trockener Dekatur 800 mm, bei nasser Dekatur 1600 mm. Die Tuche, 5 bis 10 Stück, je nach der Qualität, werden fest um diese gerollt mit einer Zwischenlage. Dampfzuführungstrommel dient gleichzeitig zum Ableiten des Kondensationswassers. Dauer des Dekaturprozesses 30 Min. Das Tuch bekommt hierdurch Glanz und Griffigkeit.

10. Pressen.

1. **Wasserdruck-Presse.** Lichte Höhe der Führungssäulen 3,79 bis 4,425 m; Kolben-Durchm. 230 mm; Kolbenlänge und Hub 1,250 m; Druck bis zu 300000 kg.

Pumpe mit 2 Stiefeln. Pumpenkolben 23 mm und 35 mm. Arbeitsbedarf 0,5 bis 1 PS.

2. **Cirkular- oder Walzenpressen** mit ununterbrochenem Betrieb (Gefsner u. a.).

An einen Presscylinder werden erwärmte Pressmulden gepresst. Der Presscylinder ist glatt oder mit Filz (Tuch) überzogen.

Der durch Dekatierapparat und Presse dem Tuche erteilte starke Glanz wird durch Ziehen des Tuches über eine durchlöchernte Kupfertrommel, in welche Dampf eintritt, wieder abgezogen.

E. Färberei und Zeugdruck.

a. Allgemeines.

1. Eine **Farbeholzraspel** erfordert 20 bis 30 qm Grundfläche.

2. Die **Extraktionskessel** für die Farbehölzer sind von Kupfer oder Holz. Für 30 bis 35 kg Farbeholz haben sie eine Tiefe und einen Durchm. von 0,94 m. Bei kupfernen Kesseln ist die Stärke der Einmauerung 24 cm. Rohr zum Ablassen 80 mm Durchm. Häufig wendet man Kessel mit Doppelböden an und erhitzt mittelst Dampf von $1\frac{1}{2}$ Atm. Spannung. Nach 10 Min. beginnt das Sieden der Flüssigkeit und wird etwa 30 Min. unterhalten.

3. Eine **Indigomühle**, in 24 Std. 35 kg Indigo fein mahlend, erfordert 0,5 bis 0,7 PS. Grundfläche einschl. der nötigen Geräte und des Arbeitsraumes 8 qm.

4. **Holzböcke** zum Abtropfen der gefärbten Stoffe 1,57 bis 1,88 m lang, 1,1 m hoch.

5. **Trockenstube**. Für 50 kg täglich zu trocknenden Garns 15 qm, für jede ferneren 50 kg 10 qm.

b. Bleichen und Appretur von Leinwand.

1. Bleichen.

1. **Walke mit 4 Waschhämmern** in 2 Trögen je 0,3 m hoch, 0,4 m breit und 1,7 m lang; die Hämmer machen 20 bis 25 Schläge i. d. Min. Die hölzerne Daumenwelle hat 240 mm Durchm.

2. **Waschrad** für leichte Gewebe und Drelle macht bei 2 m Durchm. 20 bis 25 Umdreh. i. d. Min.; die Breite beträgt 0,6 bis 0,75 m; 4 Abteilungen, von welchen jede in der Stirnwand eine runde Oeffnung von 300 bis 370 mm Durchm. hat. Abteilungswände sind mit 24 bis 36 mm breiten Spalten versehen, Arbeitsverbrauch 1,5 bis 2 PS.

3. **Seifmaschine** (Rubbing boards). Die Krümmzapfenwelle, welche 3 oder 4 Läufer treibt, macht 70 bis 75 Umdreh. i. d. Min. Vorschub der gezahnten hölzernen Hebel 155 mm. Das Leinen rückt um 0,6 m i. d. Min. vor.

4. **Dampfbüchekessel** sind gewöhnlich 4 vorhanden. Die Büche

besteht aus 195 kg in Wasser aufgelöster gegläuhter Soda, nebst 30% Kalkzusatz. Gewöhnlich braucht man 6 bis 7 Bäuchen.

Zeitdauer der ersten Bäuche $1\frac{1}{2}$ Std. bei $\frac{3}{4}^{\circ}$ B., der zweiten 2 Std. bei 1° B., der dritten $2\frac{1}{4}$ Std. bei $1\frac{1}{2}^{\circ}$ B., der vierten $2\frac{1}{2}$ Std. bei $1\frac{3}{4}^{\circ}$ B., der fünften 3 Std. bei $1\frac{1}{2}^{\circ}$ B., der sechsten 2 Std. bei $1\frac{1}{4}^{\circ}$ Beaumé.

5. **Säurebehälter** aus Tannenholz, gewöhnlich drei, je 1,9 m lang, 1,9 m breit und 1,6 m hoch. Das Bad besteht aus verdünnter Schwefelsäure von 1,007 bis 1,01 spec. Gewicht.

6. **Bleichfafs** (Tannenholz) hat 2,2 m Durchm. und eine Tiefe von 1,8 m. Zeitdauer des Bades 6 bis 8 Std. — Nach jedesmaligem Waschen mufs das Leinen 2 bis 3 Tage auf dem Bleichplan liegen. Man rechnet auf 100 m 4,4 kg gegläuhte Soda. Gewichtsverlust des Leinens durch das Bleichen 30%.

2. Appretur.

1. **Stärken.** Auf 100 Stück Leinen rechnet man durchschnittlich 6 kg Stärke.

2. **Stofs- oder Stampfkalander** (Beetling mills). Die Leinenwalze ist 3,2 m lang und 0,45 m dick, aus Buchenholz. Anzahl der Stampfer (100 mm im Quadrat, 1,5 bis 1,65 m hoch) = 30; Gewicht 11 bis 12 kg. Die Daumenwelle ist für jeden Stampfer zweihüblig und hebt ihn 230 bis 250 mm hoch. Die Welle macht 25 Umdreh., die Leinenwalze 1 Umdreh. bei 150 Umdreh. der Daumenwelle und 1 hin- und hergehende Bewegung bei 12,5 Umdreh. der Daumenwelle i. d. Min. Arbeitsbedarf 1,5 PS.

3. **Mangel.** Durchmesser der Walzen (Ahornholz), auf welche das Leinen gewickelt wird, 150 mm. Die 2 Platten (Ahornholz), zwischen welchen die Walzen rollen, sind 6 bis 9 m lang, 1,2 m breit und 80 bis 100 mm dick. Das Gewicht der oberen beweglichen Platten samt dem darauf befindlichen Steinkasten beträgt 10 bis 15 t. Arbeitsbedarf 0,5 PS.

In neuerer Zeit werden die Platten durch Walzen ersetzt, welche durch Wasserdruck von regelbarer Stärke gegen einander geprefst werden und das aufgewickelte Gewebe zwischen sich rollen. (Walzenmangel von Gebauer u. A.)

Statt der Mangel wird der Kalander (Glander) angewandt, der einen stärkeren Glanz hervorbringt. Rollkalander; Gleit- oder Friktionskalander.

Die Zeit der ganzen Bleich- und Appreturarbeiten beträgt im Durchschnitt 6 Wochen. Eine Bleiche, welche 8- bis 10 000 Stück jährlich fertig macht, erfordert 30 PS.

c. Bleichen und Färben von Baumwolle.

1. Bleichen.

1. **Sengeofen** hat einen Feuerkanal von 160 mm Breite und 65 mm Höhe; über diesem ruht eine starke gebogene Platte von

Gufseisen oder Kupfer, deren Höhe in der Krümmung 65 mm beträgt. Zum Sengen von 20000 m sind während eines Zeitraumes von 12 Std. 1400 kg Kohlen erforderlich.

Gas-Sengmaschinen von Blanche, Gebauer, Jahr, Tulpin. Leistung etwa 1900 m i. d. Std.; zu 1000 qm Stoff sind etwa 3,1 cbm Gas erforderlich; Arbeitsbedarf etwa 0,75 PS.

Antrieb zweckmäßig veränderlich. Stoffgeschwindigkeit 35 bis 50 m i. d. Min. 1 bis 1,5 l Gas für 1 qm Ware. Abstellung der Maschine meist durch Entfernung der Flamme von der Ware, nicht durch Verlöschen der Flamme.

2. **Waschrad.** Zeitdauer der Waschung 10 Min. (s. S. 531).

3. **Robinsonsche Waschmaschine.** Arbeitsbedarf 5 PS.

4. **Walzenwaschmaschine** (Clapot) erfordert 1,25 bis 2 PS. Länge der zwei Walzen 4,5 m, Durchm. der unteren 1 m, der oberen 450 mm; das Gestell um die Walzen ist aus Ulmenholz, der Waschkasten aus Tannenholz gefertigt. Zahl der Umdreh. 25 i. d. Min. Der Arbeitsraum bedarf einer 4,5 m langen, 2,8 bis 3,4 m breiten Grundfläche.

5. **Breitwaschmaschine***): 3 bis 4 Holzbecken enthalten die Waschflüssigkeit; das Zeug geht durch sie nach dem Gegenstromprincip hindurch; zwischen je 2 Becken und am Schluss wird es mäßig trocken gepresst. Gleiche Maschinen werden für die Färberei benutzt.

6. **Wringmaschine.** Länge der beiden Walzen (Buchsbaumholz) 0,6 m, Durchm. der oberen 0,3 m, der unteren 0,4 m. Anzahl der Umdreh. 25 i. d. Min.

7. **Centrifugaltrockenmaschine** (Hydroextracteur). Höhe der beiden konzentrischen kupfernen Trommeln 0,75 bis 0,9 m, Durchm. der inneren, mit Löchern versehenen 0,9 m, der äußeren 1,42 m. Arbeitsbedarf 2 bis 3 PS. Anzahl der Umdreh. i. d. Min. 1200 bis 1500. Die Centrifugen erhalten oft besondere Dampfmaschinen, und jedenfalls eine kräftige Bremse. Der äußere Mantel muß stark genug sein, um bei etwaigem Zerspringen der inneren Trommel Schutz zu gewähren.

8. Zum **Bleichen** von 20000 m Rohware sind erforderlich etwa 50 kg Kalk, 7 Ballons Salzsäure, 50 kg Chlorkalk, 100 kg Soda und 20 kg Harz. Kochen mit Kalk 24 Std.

9. **Bäuchkessel** mit Steigerohr, 2 m Durchm. und 1,5 m Höhe mit einer Langkufe von 1,25 m Durchm. und 0,47 m Höhe reicht hin zu 16000 m, 0,66 m breit. Zeitdauer des Bäuchens in Soda 36 Std.

10. **Säurebehälter** (Tannenholz) 2,2 m Durchm. und 3 m Höhe, faßt 20000 m. Das Bad besteht aus verdünnter Schwefelsäure von 21° B. oder 1,015 spec. Gew., oder verdünnter Salzsäure von 1½° B. oder 1,010 spec. Gew.

*) S. Dépierre, Waschmaschinen. 1884.

11. **Chlorbehälter** hat dieselben Abmessungen und enthält eine Chlorkalkauflösung von 6° B. oder 1,040 spec. Gew.

12. **Dampfcylindertrockenmaschine** mit 6 Cylindern von 0,47 m Durchm. und 2,2 m Länge erfordert 1,5 PS. Bei mehr als 6 Cylindern legt man diese gewöhnlich in 2 Reihen übereinander.

2. Färben.

1. **Reinigung der Garne** durch Auskochen mit reinem Wasser in einem Fafs aus Tannenholz mit Doppelboden. Das Fafs ist für eine Menge von 175 kg 1,57 bis 1,88 m hoch und 1,41 m weit im lichten. Höhe des durchlöchernten Doppelbodens über dem unteren 0,47 m. Wandstärke 65 mm. Durchm. des Dampfrohrs 65 mm.

2. **Wannen** zum Ausfärben aus 50 mm starken Tannenbrettern. Für 50 kg Garn 2,82 m lang, 0,63 m hoch, 0,78 m breit. Für 25 kg 2,04 m lang; Höhe und Breite wie zuvor. Für 10 bis 12,5 kg Garn gebraucht man kreisrunde Kufen von 0,47 bis 0,63 m Höhe und 0,78 m Durchm.

3. **Indigoküpe.** Kalte Küpe 1,57 m im Quadrat, 3,14 bis 3,76 m tief, von Holz oder Stein. Auf 1 Teil Indigo rechnet man zum Ansatz 3 Teile Eisenvitriol und 4 Teile Kalk. Man färbt in 3 bis 4 Zügen, Dauer jedes Zuges 8 bis 10 Min.

4. **Kufen** zum Färben mit Krappfarbstoffen 2,5 m lang, 0,94 m breit. Der Haspel (bei Stückfärberei) macht 45 Umdrehungen i. d. Min. Färbezeit 2 bis 3 Std.

5. Eine Fabrik zur Verarbeitung von 250 Stück Nessel für je 24 Std., davon $\frac{2}{3}$ in Blau, $\frac{1}{3}$ in Krappfarben, bedarf:

an Betriebsarbeit 25 bis 30 PS,

zur Wasserhebung (von etwa 37 cbm i. d. Std. auf etwa 5 m über dem Boden) je nach der Saughöhe bis zu 6 PS,

an Dampfkesseln für 100 PS.

d. Wollenfärberei.

1. Bleichen.

Geschieht in Schwefelkammern von 2,2 bis 2,8 m Frontlänge, 3,1 bis 5 m Tiefe und 2,2 bis 2,5 m lichter Höhe. Wände massiv, Fußboden gepflastert. Die Gewebe werden 12 Std. der schwefligen Säure ausgesetzt. Man rechnet auf 100 kg Wolle 2 kg Schwefel.

2. Brühen.

Garne, die sich beim Ausfärben leicht verfilzen, wie West und Kammgarn, werden vor dem Waschen 2 bis 3 Std. in heißem Wasser gebrüht, nötigenfalls in scharf angespanntem Zustande. Die Brühfässer für 40 bis 60 Bündel West (zu ungefähr 5 kg) sind 1,4 m hoch bei einem Durchm. von 0,94 m.

Die Stoffe werden gewaschen und dann dreimal durch ein Soda- und Seifenbad von höchstens 40° C gezogen. Zu 600 kg Wasser rechnet man 24 kg Soda. Zuletzt werden die Stoffe zweimal in lauwarmem und einmal in kaltem Wasser gewaschen. Sollen die Tuche weiß bleiben, so bringt man sie nach dem Schwefeln in ein mit Ammoniak versetztes Seifenbad, u. zw. rechnet man auf 100 kg Wasser 3 kg Seife und 1,5 kg Ammoniak.

3. Färben.

1. **Lose Wollfärberei** (wollfärbig), dauerhafteste Art des Färbens. Am häufigsten und vorteilhaftesten angewandt kupferne Kessel mit unmittelbarer Feuerung. Größe richtet sich nach der Wollmenge, welche zu färben ist. Das Hantieren und Umdrehen der Wolle geschieht, um eine gleichmäßige Färbung zu erzielen, mit eisernen Haken an 90 bis 100 mm starken Stangen.

2. **Mechanisches Färbereiverfahren**, System Obermaier u. a. Färben von Gespinnstfasern, Kammzug in Bobinen, durch welche der Flüssigkeitsstrom ununterbrochen kreist. Anwendbar beim Beizen, Färben, Entfetten, Karbonisieren.

3. **Garnfärberei** (Modewaren- und Kammgarnstoff-Fabrikation). Viereckige, längliche Holzfässer mit doppeltem Boden. Oberer Boden durchlöchert. Dampfrohre aus Kupfer, durchlöchert, im Zwischenboden. Das Garn, über Holzstangen von 30 mm Stärke gehängt, reicht nur zum Teil in die Farbstoffe und wird von Zeit zu Zeit darüber verschoben. Farbdauer 2 bis 3 Std. Der Dampf darf das Garn nicht unmittelbar treffen, da sonst ein Verfilzen des Garns stattfindet.

4. Stückfärberei.

1. Färben in Loden (lodenfärbig),
2. Färben im fertigen Tuch (stückfärbig).

Besonders angewandt bei zarten Farben, die den Spinn-, Webe- und Appreturprozess nicht vertragen; ferner bei solchen Farben, die den chemischen Einflüssen beim Walken nicht widerstehen und bei solchen, die die Walkfähigkeit des Wollhaares stark beeinträchtigen. Billigste, am wenigsten dauerhafte Art des Färbens.

Holzfässer, Kupferkessel, Zinnkessel. Letztere besonders für solche Farben, zu deren Hervorbringung größere Mengen Zinnsäure erforderlich, besonders für helle, feurige, rote Farben. Bei Anwendung von Holzfässern für jede Farbe ein besonderes Fass nötig. — Dampfheizung, unmittelbare Berührung des Tuches mit dem Dampf ohne Nachteil. Hantierung der Stoffe durch Haspel, cylindrische, mit Sprossen versehene Walzen, die durch Menschen- oder Maschinenkraft bewegt werden. Mehrere Stücke zu einem endlosen Tuch vereinigt. Farbdauer je nach Stückzahl und Qualität 2 bis 6 Std.

4. Blauerei oder Indigo-Küpe.

Wird gewöhnlich im abgetrennten Raum der Blauerei betrieben. Echteste Art der Färberei.

Die Küpen sind große kesselartige Gefäße, mit dem unteren Teile in die Erde eingegraben, aus Kupfer oder Eisen, mit unmittelbarer Feuerung. Neuerdings die Küpe ganz gemauert und mit Cement verputzt, durch Dampf geheizt. Nicht vorteilhaft, da durch das Einströmen des Dampfes zu viel Küpenlauge entsteht. Tiefe der Küpe gewöhnlich 3,2 m, Breite oben 2,56 m, unten 2,1 m. Man unterscheidet, je nach dem Material, mit welchem das Indigo gelöst wird, Soda-Küpen, Waid-Küpen und Bastard-Küpen (Waid- und Soda-Küpen).

Bei Anlage einer Dampffärberei soll der Dampfkessel in möglichster Nähe angebracht werden, da in den ohnehin langen Schlangenhohren sehr viel Dampf kondensiert wird.

e. Zeugdruck.

1. Eine **Walzen-Druckmaschine** erfordert je nach der Zahl der Farben 2 bis 8 PS.

2. Eine **Perrotine** (Platten-Druckmaschine) erfordert 0,5 bis 1 PS.

3. Ein **Kalander** erfordert 1 bis 3 PS.

4. Eine **Stärke- und Appretiermaschine** erfordert 1,5 PS. Mit 50 kg Stärke lassen sich 8000 bis 10000 m Zeug appretieren.

III. HERSTELLUNG DES PAPIERES.

Rohstoffe (ausschl. Pflanzenstoffe): Lumpen oder Hadern (von Leinen, Baumwolle, Flachs, Jute, Hanf); Holz (Holzschliff und Holzzellstoff oder Cellulose); Stroh, Esparto, Alfa u. s. w.

a. Herstellung des Papieres aus Lumpen.

1. **Sortieren.** Eine Arbeiterin kann mit Sichelmesser am Siebtisch in 12 (Arbeits-)Stunden 40 bis 150 kg sortieren und trennen. Gewichtsverlust 2 bis 10%.

2. **Dreschen.** Ein Haderndrescher von Voith (in Heidenheim a. d. Br.) mit 3 Schlagtrommeln mit 4 Reihen zu 5 Zähnen besetzt,

Zuführung ununterbrochen (im Unterschied zu den sogen. amerikanischen Dreschern), Umdreh. der Trommeln 100 bis 120 i. d. Min. (entsprechend 10 der Zuführwalze), Leistung für großen Betrieb 6- bis 10000 kg in 12 Std. bei 3 bis 4 PS, für kleineren Betrieb 6000 kg (bei nur 2 Schlagtrommeln 2 bis 3 PS); \sim 1 bis 5% Verluste.

3. Der Lumpenschneider, eine Guß-Trommel von 600 bis 800 mm Durchm. und 300 bis 600 mm Breite mit 3 in steilen Spiralen liegenden Messern, die an wagerechten festen Messern vorbeigehen. Einführung der Lumpen durch Band ohne Ende (etwa 10 m Geschwindigkeit i. d. Min.); Trommelumdreh. 150 bis 200 i. d. Min. bei 3 bis 4 PS; Leistung 1500 bis 2500 kg in 12 Std.

Lumpenschneider mit senkrecht sich bewegenden Messern (ein breites quer, drei kleine lang), Hub 150 mm, 50 bis 70 Schnitte i. d. Min.; bei 2 PS Arbeitsaufwand in 12 Std. etwa 4500 kg schneidend.

4. Stäuben mit dem Wolf oder Stäuber. Wagerechte, kegelförmige Siebtrommel von 1,5 bis 2 m Länge und 1 m Durchm. am weiteren, 0,75 m am engeren Ende; eiserne Achse ebenso wie die Innenseite der Trommel mit stumpfen kegelförmigen Eisenstiften besetzt; die Trommel oder die Achse macht 25 bis 40 Umdreh. i. d. Min. Eine neuere Anordnung ist der sogen. Eisenbahnstäuber mit Gebläse zum Absaugen des Staubes. Arbeitsbedarf 2 PS bei einer Leistung von 8000 bis 10000 kg Hadern für je 12 Std. Oft sind Hadernschneider und Stäuber in unmittelbarer Verbindung. Zuführung der Lumpen am engen Ende, Gewichtsverlust durch das Stäuben 5 bis 10%; der zum großen Teil aus Fasern bestehende Staub wird zur Herstellung von Pappe verwandt.

5. Das Kochen der Lumpen hat den Zweck, sowohl Schmutz und Farbe zu entfernen, als auch den inneren Zusammenhang der Fäden zu lösen. Es geschieht in drehbaren, entweder cylinderförmigen oder besser kugeligen, schweißeisernen Gefäßen. Durchm. \sim 3 m, Fassungsvermögen 1500 bis 2000 kg, Umdrehungszahl 1 bis 2 i. d. Min. bei 1 bis 2 PS. Der Dampf tritt durch einen hohlen Drehzapfen ein. Das Kochen geschieht mit Kalk, Soda oder Aetznatron unter Anwendung von Dampf von 3 bis 6 Atm. Ueberdruck. Die Mischung schwankt zwischen 2 bis 15 kg Kalk oder 0,6 bis 6 kg Soda auf 100 kg Lumpen, je nach der Reinheit der letzteren.

6. Waschen der verseiften Hadern im Waschwolländer. Leistung 3000 bis 4000 kg in 24 Std. bei zwei Trommeln, Umdrehungszahl der Waschtrommeln 25 i. d. Min., Arbeitsverbrauch 3 bis 5 PS.

7. Die erste Zerkleinerung der Lumpen geschieht durch die Halbzeugholländer. Dies sind ovale, offene, meist gußeiserner Gefäße von den verschiedensten Abmessungen, deren Längsachse jedoch im allgemeinen etwa doppelt so groß ist wie die Querachse. Fassungsvermögen meist 100 kg, doch auch bis 500 kg Lumpen. Die Holländer werden durch eine Scheidewand, die von beiden

Stirnwänden etwa $\frac{2}{3}$ der halben Holländerbreite ableibt, in zwei ungleiche Abteilungen zerlegt. In der breiteren liegt die Holländerwalze, eine schwere, meist gußeiserne Walze, mit einer großen Anzahl etwa 10 mm dicker Stahl- oder Bronzemesser besetzt, entsprechend einem auf dem Boden des Holländers festliegenden System von Messern, dem sogen. Grundwerk. Die Walzen haben eine Umfangsgeschwindigkeit von 6,5 m i. d. Sek.; sie ziehen die Lumpen zwischen sich und dem Grundwerk durch, und zerkleinern sie dabei. Der Abstand der Walze von dem Grundwerk wird nach und nach durch eine besondere Hebevorrichtung verringert. Zur Erzielung eines scherenartigen Schnittes liegen die Messer des Grundwerkes etwas schräg gegen die der Walze, oder die der Walze schraubenförmig.

Das Grundwerk selbst liegt in dem Kropf oder Sattel, der von der einen Seite des Bodens allmählich (15°) bis zum Grundwerk steigt, sich dann in $\frac{1}{4}$ Kreis konzentrisch um die Walze legt, und dann unter 45° gegen den Boden auf der anderen Seite abfällt. Noch vor dem Kropf befindet sich der Sandfang, eine 125 mm breite Bodenvertiefung, die mit einem gußeisernen Rost überdeckt ist.

Die Abmessungen eines Halbzeugholländers für 100 kg Lumpen sind etwa folgende: Große Achse des ovalen Gefäßes 3,5 m, kleine Achse 1,75 m, Länge der Mittelwand 2,28 m, Breite der beiden Abteilungen 0,9 bzw. 0,8 m, Höhe 0,6 m, Walzendurchm. 0,7 m, Messerlänge 0,84 m.

Arbeitsverbrauch der Halbzeugholländer 16 bis 35 PS.

Die Lumpen werden in den ersten beiden Stunden im Halbzeugholländer gewaschen, indem fortwährend frisches Wasser zufließt, während das schmutzige Wasser gleichzeitig durch Waschtrommeln abgeführt wird. Dies sind cylindrische Siebe von Messingdraht mit inliegenden Schöpfern, welche seitlich ausgießen und von der Holländerwalze betrieben werden.

Zeitbedarf zum Mahlen des Halbzeuges 3 bis 18 Std.

8. Das **Bleichen** des Halbzeuges geschieht durch Chlorgas oder klare Chlorkalklösung. Mit letzterer wird entweder am Schlufs der Arbeit im Halbzeugholländer in diesem oder in besonderen Bleichholländern gebleicht, u. zw. fügt man dem Halbzeuge die erforderliche Menge Chlorkalklösung (2 bis 15% vom Lumpengewicht) zu und läßt diesen Brei nach gehöriger Mischung im Holländer in die Bleichkästen laufen, wo er mindestens 12 Std. stehen bleibt. Dann läßt man den Stoff durch Lagern auf Filtriersteinen (mit feinen Löchern versehenen, gebrannten und glasierten Thonsteinen oder auch aus Cement gegossenen Platten) abtropfen, wodurch er fertig für den Ganzeugholländer wird.

Im Falle des Bleichens mit Chlorgas befreit man das Halbzeug zunächst durch Entwässerungsmaschinen oder Centrifugen von Wasser und setzt es dann einem 8-stündigen Chlorgasstrom in

einem Raume von Ziegelmauerwerk aus, welcher mit in Leinöl getränktem Cementputz ausgekleidet ist. Zur Erzielung einer schnelleren und besseren Gasbleiche befeuchtet man den entwässerten Stoff mit etwa fünfprozentiger Sodalösung.

In beiden Fällen wird nach erfolgter Bleiche das lösliche Produkt ausgewaschen und das Chlor, wenn nötig, durch Zusatz von schweflig- oder unterschwefligsaurem Natron entfernt.

9. Die Ganzeugholländer haben dieselben Abmessungen wie die Halbzeugholländer, doch giebt man der Walze mehr Messer und wählt diese etwas schwächer; ebenso verfährt man mit dem Grundwerk. Auch erhöht man die Umfangsgeschwindigkeit auf 7,65 m i. d. Sek. Arbeitsbedarf für 100 kg Ganzeug etwa 8 PS. Je nach der Festigkeit des Materials dauert die Arbeit 3 bis 24 Std.

Die Scheiben- oder Centrifugal-Holländer haben sich nur für das Schlagen des fertig gewaschenen Zeuges bewährt.

10. Das Leimen geschieht im Holländer kurz vor dem Entleeren durch einen Zusatz von Harzseife und Alaun (schwefelsaurer Thonerde). Ebenda werden auch etwaige Farb- und Füllstoffe zugesetzt.

11. Aus den Ganzeugholländern fließt der fertige Papierbrei nach den mit einem Rührwerk versehenen **Stoffbottichen** im Papiermaschinenraum, die 300 bis 1200 kg Stoff fassen. Aus diesen gelangt der Stoff auf verschiedene Weise (durch Pumpe oder Schöpfrad) nach der Papiermaschine.

12. Die Papiermaschine wird in den verschiedensten Abmessungen gebaut, mit einer Siebbreite von $1\frac{1}{2}$ bis 3 m und einer Leistung von 1000 bis 12000 kg in 24 Std. Das Sieb läuft mit einer Geschw. von 3 bis über 100 m i. d. Min. Der Betrieb der Papiermaschine erfordert je nach ihrer Größe eine Dampfmaschine von 5 bis 60 PS. Zur Bedienung sind 3 bis 4 Mann nötig.

Aus 100 kg feinen Lumpen erhält man 70 bis 85 kg Papier,

„ 100 „ mittleren „ „ „ 55 „ 75 „ „ „

„ 100 „ groben „ „ „ 35 „ 55 „ „ „

13. Zum Satinieren bedient man sich polierter Zinkplatten, die in Paketen von 30 bis 60 Stück mit ebensoviel Papierblättern dazwischen unter hohem Drucke zwischen den Hartgufswalzen einer Satiniermaschine durchgelassen werden, zwei-, dreimal oder öfter, je nach den Ansprüchen, die an die Glätte des Papiers gestellt werden. In neuerer Zeit glättet man das Papier meist in Rollen ohne Ende mit Kalandern, d. s. Maschinen, die aus einer Reihe von 6 bis 12 lotrecht übereinanderliegenden Walzen, abwechselnd Hartguf- und Papierwalzen, bestehen, von denen gewöhnlich nur die unterste angetrieben wird, während alle übrigen durch Reibung mitgenommen werden. Das Papier wird zwischen die obersten Walzen eingeführt

und kommt zwischen den untersten geglättet heraus. Ein Kalandar von 2 m Arbeitsbreite und 10 Walzen, davon 5 Papier-Walzen, braucht bei 70 m i. d. Min. Geschwindigkeit und starker Pressung 15 bis 20 PS.

Nach dem Verlassen des Kalanders wird das Papier mittelst Längs- und Querschneider (am besten System VERNY) in Bögen geschnitten.

14. Der Kohlenverbrauch beträgt für die Erzeugung des für die Lumpenkocherei und die Heizung der Trockencylinder der Papiermaschine nötigen Dampfes etwa 1 kg für 1 kg fertigen Papiers, vorausgesetzt, daß alle Maschinen auf Massenbetrieb arbeiten. Zu diesem Kohlenverbrauch kommt noch der zum Betrieb der Dampfmaschine nötige. Zur Erzeugung von 1000 kg Papier in 24 Std. muß man einen Arbeitsbedarf von etwa 60 PS, davon 5 bis 10 für die Papiermaschine annehmen.

15. Der Wasserbedarf ist je nach der Sorte sehr verschieden, für 5000 kg Papier f. d. Tag mindestens 1 cbm i. d. Min. Am besten filtriert nach amerikanischen Systemen: Hyatt, National, Warren; für 1 cbm Wasser i. d. Min. etwa 10 qm Filterfläche, zum Waschen der Filter etwa 10% filtriertes Wasser hinzu zu rechnen.

b. Herstellung des Papierrohstoffes aus Holz.

Der Holzzellstoff wird aus Fichte, Tanne, seltener Pappel oder Buche, auf mechanischem oder chemischem Wege gewonnen. Man benennt das Erzeugnis der beiden Prozesse gewöhnlich kurzweg **Holzschliff** bezw. **Holzzellstoff** oder **Cellulose**. Für beide Herstellungsweisen sind nicht zu alte Stämme von etwa 10 bis 25 cm Durchm. am geeignetsten. Der mechanische Prozess läßt das die Holzzelle umhüllende Lignin, welches dem Holz die Härte und Festigkeit giebt, fast völlig unangegriffen; daher ist der geschliffene Holzstoff spröde und kann nicht allein zu Papier verarbeitet werden. Bei dem chemischen Prozess dagegen wird das Lignin entfernt und die Holzfaser frei gelegt, welche, da sie sehr lang und elastisch ist und sich auch leicht verfilzen läßt, zur Papierherstellung ganz besonders geeignet ist und auch ohne Lumpenzusatz verarbeitet werden kann.

1. Herstellung des geschliffenen Holzstoffes.

1. Das Holz wird, nachdem es vorher (mit der Hand oder besonderen Schälmaschinen) von der Rinde sorgfältig befreit ist, auf einer Kreissäge in Stücke von 500 mm Länge geschnitten und mittelst Bohrers von den Aesten befreit; die Ausbeute ist nach Abzug der Abfälle durch Rinden und Aeste vom frisch gefällten Holz etwa 40%.

2. Die **Zerfaserungsmaschine** (Défibreur) hat einen auf wage-

rechter Achse befestigten Schleifstein von 1400 mm Durchm., 500 mm Breite, eine Antriebsriemenscheibe von 2 m Durchm. und 370 mm Breite; der Stein macht 140 bis 160 Umdreh. i. d. Min. Zum Andrücken des Holzes dienen 5 bis 6 im Viertelkreis stehende Pressen (Anpressen mit Gewichten, Zahnstangen oder Presswasser). Um den Stein rein zu halten, wird zwischen die einzelnen Pressen ununterbrochen Wasser aufgespritzt. Man rechnet für 1 Zerkfaserungsmaschine der oben angegebenen Abmessungen einen größten Wasserverbrauch von 0,30 bis 0,35 cbm i. d. Min. und einen mittleren Arbeitsbedarf von 60 PS.

3. Der geschliffene Stoff kommt zunächst auf den **Splitterfang**, ein Schüttelsieb von 1000 mm Länge und 860 mm Breite, welches i. d. Min. 250 Hin- und Hergänge macht. In dem kupfernen Siebboden befinden sich runde Löcher von 3 mm Durchm. möglichst nahe an einander. Grobe mitgerissene Holzsplitter werden hier zurückgehalten.

4. Der Stoff wird nun auf Drehsieben oder Cylindersieben bezw. Rahmen oder Schüttelsieben sortiert. Der **Sortierapparat** (Schüttelsieb) von Voith (D. R. P. Nr. 23963) hat 3 Rahmensiebe, welche auf Holzfedern schwingen. Leistung in 24 Std. 600 kg Holzschliff Nr. I trocken, Arbeitsbedarf etwa 0,33 PS.

5. Der fertige Holzstoff wird von den Sortiermaschinen (meist mit Förderschnecken oder stark geneigten Rinnen) nach dem **Lagerplatz**, gewöhnlich Kellerräume mit schrägen Böden, geschafft. Diejenigen Stoffnummern aber, welche noch nicht den gewünschten Grad von Feinheit besitzen, gehen in breiartigem Zustande auf den **Raffineur**, einen Mahlgang mit 2 wagerechten Steinen von 1200 mm Durchm., von denen der obere, mit fester Haue versehene, 150 Umdreh. i. d. Min. macht.

Nach Durchgang durch den Raffineur, der 10 bis 12 PS beansprucht, gelangt der Stoff abermals auf die Sortiermaschinen.

6. Das **Entwässern** des Stoffes auf etwa 50 bis 60% Wassergehalt geschieht am besten auf einer Cylindermaschine. Diese ist mit Knotenfänger, Stoffpumpe, Siebcylinder, Nafsfilz und Walzenpresse ausgestattet; der Siebcylinder hat bei 860 mm Durchm. 1300 mm Länge und taucht in den Cylinderkasten 760 mm tief ein. Das Wasser fließt durch die Stirnseiten aus dem Inneren des Cylinders ab, während der Nafsfilz, der um die Abnehmerwalze läuft, den Stoff vom Scheitel des Cylinders abnimmt und mit ihm durch die entwässernde Walzenpresse geht, wo der Stoff sich an die obere Presswalze hängt; der Filz geht von hier durch Waschorrichtungen wieder zum Cylinder. Die Abnahme des nunmehr ganz fertigen Stoffes von der oberen Presswalze geschieht entweder ununterbrochen durch einen Schaber (Schabstoff) oder erst, nachdem eine Pappe von gewünschter Stärke gebildet ist; in letzterem Falle ist die Walze mit einer oder mehreren Längsnuten von 2 mm Breite und Tiefe versehen.

7. Zur Errichtung einer rentablen Holzstofffabrik sind erforderlich: eine möglichst konstante Wasserkraft von mindestens 60 Nutzpferdestärken, reines Wasser, billiges Holz und gute Lage betreffs des Absatzgebietes, da der Transport des Stoffes wegen seines 50 bis 60% betragenden Wassergehaltes eine große Rolle spielt.

Außer dem Motor und den angeführten Maschinen gehören zu einer Holzstofffabrik noch: 1 Kreisel- oder Kolbenpumpe zur Lieferung von 400 l Wasser i. d. Min., 1 Steinkran, 1 Aufzug für geputztes Holz. — Zur Bedienung der Maschinen, zum Schälen und Zurichten des Holzes, Verpacken des fertigen Stoffes sind außer dem Werkführer 6 bis 7 Arbeiter zu rechnen. Je 5 Nutzpferdestärken geben in 24 Std. 50 kg lufttrockenen Stoff; zur Herstellung von 100 kg von letzterem sind etwa 0,3 cbm Holz erforderlich.

Eine vollständige Holzstoff-Maschineneinrichtung, welche bis zu 80 PS auszunutzen ermöglicht, bedarf je nach der Anordnung der Maschinen eines Raumes von etwa 23 m Länge und 8 m Breite, oder von 17 m Länge und 11 m Breite.

Bemerkung. Wird das Holz vor dem Schleifen in Kesseln bei 3 bis 4 Atm. etwa 4 Std. gekocht (gedämpft), so wird der Zusammenhang der Holzfasern fast vollständig gelöst und dadurch die zum Schleifen nötige Arbeit sehr vermindert. Die auf diesem Wege gewonnene, lange und geschmeidige Faser eignet sich vorzüglich zur Herstellung eines festen Papiers; da sie jedoch eine durch Bleichen nicht zu entfernende braune Farbe annimmt, kann sie nur zu Packpapier benutzt werden.

2. Herstellung der Cellulose.

Das Holz wird von der Rinde durch Handarbeit oder besondere Schälmaschinen, von den Aesten durch Bohrmaschinen und Sortieren befreit, und demnächst durch eine Hackmaschine in dicke Späne umgewandelt. Die **Hackmaschine** schneidet das Holz unter einem Winkel von etwa 45° zur Hirn- und Langholzrichtung, und zwar nach der letzteren in Entfernungen von 15 bis 18 mm. Sie besteht aus einer sehr starken gusseisernen Planscheibe mit ein oder zwei Messern, welche 100 bis 120 Umdreh. i. d. Min. macht. Das Holz liegt in einer schrägen gusseisernen Rinne und fällt nach jedem Schnitte von selbst nach. Die erhaltenen, zum Teil noch zusammenhängenden Späne werden durch Schleudermühlen zerkleinert und auf Förderbändern von 1 m Breite sortiert. Eine Schneidemaschine, 3 Paar Schälmaschinen, eine Kreissäge, welche in 12 Std. 16000 kg trockenes Holz verarbeiten, erfordern etwa 55 PS.

Aus diesen Spänen entsteht durch **Kochen** in Aetznatronlauge die sogen. Natroncellulose, durch Kochen in Lauge von schwefligsaurem Kalk oder schwefligsaurer Magnesia, welche in schwefliger Säure gelöst sind, die Sulfitcellulose oder der Sulfitstoff. Das Kochen findet unter einem Drucke von 4 bis 8 Atm. statt; die Zeit des Kochens richtet sich nach dem Inhalte des Kochers,

der einer beträchtlichen Zeit bedarf, um die gewünschte Spannung zu erhalten und nach 18- bis 72-stündigem Kochen sich durch Ablassen des Dampfes wieder soweit abzukühlen, daß er entleert werden kann. Die Kocher für Sulfitstoff sind entweder innen verbleit, was insofern Schwierigkeiten bereitet, als das Blei bei der Erwärmung sich stärker ausdehnt als das Eisen; oder mit Steinen in Cement ausgemauert, welche durch Säuren nicht angegriffen werden. Die Kocher werden durch in die Lauge strömenden Dampf, durch Doppelwandungen oder Rohre geheizt, wobei zuweilen eine Drehbewegung erfolgt. Die Kocher für Natroncellulose sind entweder mit einer durchlöcherten Doppelwandung versehene, stehende oder auch liegende Dampfkessel mit Aufsenfeuerung. Im letzteren Falle wird das Holz in kleinen Wagen mit durchlöcherten Wänden, welche auf zwei innerhalb des Kessels befindlichen Schienen laufen, eingefahren. Doch ist auch eine Dampfheizung nicht ausgeschlossen.

Ist die Kocharbeit beendet, so wird die Lauge abgelassen, der Kessel entleert und der bräunlich aussehende weiche Stoff im Holländer gewaschen und soweit aufgelöst, daß er auf einer Cylinder- oder Langsiebmaschine in Pappe umgewandelt wird. Soll gebleichter Stoff hergestellt werden, so findet das Bleichen im Bleichholländer statt, und wird der Stoff dann erst der Papiermaschine zugeführt.

Schwierigkeiten macht stets die Herstellung einer Lauge von möglichst gleichbleibender Zusammensetzung. Bei dem Mitscherlichschen Verfahren wird schweflige Säure durch Verbrennen von Schwefelkies oder Schwefel erzeugt, in einen mit Kalksteinen gefüllten Turm geleitet und Wasser oben auf die Kalksteine aufgegeben, so daß die schweflige Säure eine dem Wasser entgegengesetzte Bewegung macht. Das Wasser nimmt immer mehr Säure auf, zersetzt den Kalk, und die fertige Lauge fließt unten ab. Die Auflösung des Aetznatrons ist an sich viel einfacher, jedoch macht die Wiedergewinnung des Natrons aus der Lauge, die wegen des hohen Preises des Natrons erforderlich ist, viel Umstände. Man dampft die Lauge in flachen Gefäßen oder im Vakuum ein, bringt sie dann auf einen unterhalb der Pfannen gelegenen Herd, auf dem die pflanzlichen Teile der Lauge verkohlt werden, so daß nun die verkohlte Masse kohlen-saures Natron enthält, das durch Auslaugen gewonnen und durch Aetzkalk in Aetznatron und kohlen-sauren Kalk verwandelt wird. Es sollen etwa 75% des verbrauchten Natrons auf diese Weise wiedergewonnen werden können.

Eine Sulfit-Cellulose-Fabrik von 3 Kochkesseln, jeder zu 40 cbm Fassungsraum, enthaltend je etwa 13 Festmeter Holz (gut trocken etwa 5500 kg wiegend, welche nahezu 2200 kg trockene Cellulose ergeben) hat nötig: eine Dampfkesselanlage von 250 qm Heizfläche, einen Motor von 100 PS, einen Schwefelofen von 4,5 bis 5 qm Brennfläche und 4 Röstöfen für Schwefelkies von etwa 10,8 qm Gesamt-Rostfläche.

Im Kiesofen kann man in 24 Std. etwa 2400 kg Schwefelkiese, im Schwefelofen 1000 kg Schwefel verbrennen. 1 kg 44-prozentiger Kies liefert 22 bis 23 l Kochlauge von 6° Baumé, 1 kg guter Schwefel 50 l derselben Lauge.

e. Herstellung von Strohstoff.

2000 kg gereinigtes Roggenstroh liefern 750 bis 850 kg gebleichten lufttrockenen Strohstoff. Arbeitsbedarf 40 PS. Erforderliche Maschinen: 1 Häckselmaschine, 1 Häckselreinigungsmaschine, 1 kugelförmiger Laugeapparat zum Vorlaugen des Strohs, 1 Kocher, der 1000 kg Stroh aufnehmen kann, 2 Waschkolländer, 2 Bleichkolländer, 1 Rührbütte, 1 Entwässerungs- (Papp-) Maschine, 1 Wasserpumpe zu 0,8 bis 1 cbm Leistung i. d. Min., 2 Lauge- und 1 Stoffpumpe, 2 Gebläse; außerdem die erforderliche Einrichtung zur Kaustizierung der Laugen, zur Verdampfung von etwa 10 cbm ausgewaschener, gebrauchter Lauge, und zur Herstellung der erforderlichen Chlorkalklösung. — 1000 kg gebleichter Strohstoff erfordern zur Herstellung 400 bis 600 kg Soda (die jedoch durch Eindampfen der Kochlaugen zum größten Teile wiedergewonnen wird), 350 bis 500 kg Kalk, 200 bis 450 kg Chlorkalk, 10 bis 12 kg Schwefelsäure.

Dahl (Danzig) hat zum Kochen von Holz- und Stroh-Cellulose das schwefelsaure Natron-Verfahren eingeführt, welches entweder rein oder in Verbindung mit dem Aetznatron-Verfahren fast aussch. angewandt wird. Im Verbrennungs-Ofen der eingedampften Kochlaugen wird Sulfat zugesetzt, die verbrannten Rückstände mit diesem zusammen geschmolzen; die Schmelze, mit Kalk kaustiziert, ergibt die Kochlauge. 100 kg lufttrockener Strohstoff brauchen etwa 20 kg Sulfat, 35 kg Aetzkalk und 15 kg Chlorkalk.

Beispiel.

Schmelzofen: Gesamt-Rostfläche	1,224 qm,
Schmelzsohle	2,106 „

In zwei solchen Oefen wurden in 12 Std. 760 kg Schmelze gemacht; es können aber gut 900 kg erzielt werden. An Kohle wurden für 760 kg Schmelze etwa 490 kg verbraucht.

Verbrennungs-Ofen: Gesamt-Rostfläche	0,816 qm,
vordere Herdsohle	1,326 „
hintere Herdsohle	4,200 „

Verbrannt wurden in 12 Std. in zwei solchen Oefen etwa 4,0 cbm 29 bis 35° Beaumé Lauge; es wurden etwa 790 kg ausgebrannte Rohsoda erzielt. Für 790 kg Rohsoda wurden etwa 290 kg Kohle verbraucht.

IV. GASFABRIKATION.

A. Material und Ausbeute.

1. Die Menge des aus einer bestimmten Kohle erzeugten Gases hängt im allgemeinen ab von dem in der Kohle enthaltenen Ueberschuss an Wasserstoff über den zur Wasserbildung nötigen Gehalt.

2. Gas- und Koks-Ausbeute.*)

Bezeichnung der Kohlsorten.	1 hl Kohle wiegt kg	100 kg Kohlen geben Gas. cbm	Koksausbeute.		1 hl Koks wiegt kg	Beschaffenheit der Koks.
			Raum-Prozente.	Gewichts-Prozente.		
Westfälische . .	80—86	27,0—30,38	130—140	60—69	39—42	dicht, groß.
Saarbrücker . .	72—80	26,5—29,12	120—130	57—65	36—40	zieml. dicht, mittelgroß.
Niederschlesische	82—87	25,0—27,34	125—135	65—72	41—47	porig, ziemlich groß.
Oberschlesische .	76—80	27,4—28,4	118—122	62—70	41—45	dicht, klein.
Zwickauer . . .	77—80	24,9—26,6	105—115	50—60	38—42	porig, klein.
Pilsener						
Schwarzkohle . .	73—80	24—27	120—130	50—60	33—37	porig, klein.
Pilsener						
Plattenkohle . .	65—70	31—34	95—100	51	33—37	schiefrig, klein, gering.
Falkenauer						
Braunkohle . . .	62—67	31—33,4	50—55	33	40—45	schiefrig, klein, sehr gering.

3. Die Teer-Ausbeute beträgt:

Bei englischen und westfälischen Kohlen $4\frac{1}{4}$ Gewichtsprozent,

„ schlesischen und sächsischen „ $4\frac{3}{4}$ „ „

4. An Ammoniakwasser gewinnt man ungefähr 10 Gewichtsprozent von 2,5, bei schlesischen Kohlen nur $8\frac{0}{10}$ von 1,5 bis 2⁰ Beaumé.

5. Bestandteile des Gases:

α. Lichtgebende: Benzol C_6H_6 , Naphthalin $C_{10}H_8$, Aethylen C_2H_4 , Butylen C_4H_8 , Acetylen C_2H_2 , Propylen C_3H_6 u. a.

β. Verdünnende: Grubengas CH_4 , Wasserstoff H, Kohlenoxyd CO.

γ. Verunreinigende: Kohlensäure CO_2 , Ammoniak NH_3 , Schwefelwasserstoff H_2S , geschwefelte Kohlenwasserstoffe, Schwefelkohlenstoff CS_2 , Cyan CN, Schwefelcyan CNS, Stickstoff N.

*) Aus N. H. Schilling, Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung. 3. Aufl. S. 81.

Die Bunsensche Analyse eines Heidelberger Leuchtgases ergab aus 100 R.-T.:

Aethylen	2,55	Kohlenoxyd	8,88
Propylen	1,21	Kohlensäure	3,01
Benzoldampf	1,33	Stickstoff	2,15
Wasserstoff	46,20	Sauerstoff	0,65
Grubengas	34,02		zusammen 100,00

6. Qualitative Gasausbeute in verschiedenen Entwicklungszeiten.

Beobachtungen der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft (D.C.G.G.) (270 cbm Gas für je 100 kg westfälische Kohlen).

Bestandteile in 100 R.-T. Gas	1. Stunde	2. Stunde	3. Stunde	4. Stunde
Kohlensäure	0,50	0,50	0,50	0,00
Schwere Kohlenwasserstoffe	8,65	4,46	1,51	1,11
Kohlenoxydgas	3,57	4,27	2,46	1,69
Grubengas	73,92	51,17	43,94	34,13
Wasserstoff	13,56	39,60	51,59	63,07
Spec. Gewicht des Gases . .	0,540	0,400	0,320	0,260

Destillationsdauer 4 bis 6 Std., Ladung einer Retorte 75 bis 200 kg Kohlen.

7. Specificisches Gewicht des gewöhnlichen Leuchtgases beträgt 0,34 bis 0,45, im Mittel 0,40 (bezogen auf Luft als Einheit).

8. Explodierbarkeit bzw. **Verbrennbarkeit** einer Mischung aus Gas und Luft liegt für das gewöhnliche Leuchtgas zwischen den Grenzen 1 (Gas):4 (Luft) und 1:13.

Nach Beobachtungen von D. Clerk*) entstanden in einem geschlossenen gußeisernen Gefäße von 5,19 l Inhalt folgende größte Drücke bei der Verbrennung:

Raumverhältnisse des Gemisches aus Gas und Luft:									
	1:14	1:13	1:12	1:11	1:9	1:7	1:6	1:5	1:4
kgf. d. qcm	2,72	3,50	4,08	4,15	5,31	5,92	6,12	6,19	5,44

9. Heizkraft für 1 cbm 4500 bis 7000 WE. (Vergl. 562).

10. Die Leuchtkraft wird durch Vergleich einer Gasflamme, welche unter bestimmt festgesetzten Bedingungen brennt, mit einer Lichteinheit gemessen. Dem Messen liegt der Satz zu grunde: „Bei gleicher Beleuchtungsstärke verhalten sich die Lichtstärken wie die Quadrate der Entfernungen der Lichtquellen von der beleuchteten Fläche.“

*) Vergl. The Gas Engine by Dugald Clerk, London 1886.

1 Meterkerze (MK) ist die Helligkeit einer weissen Fläche, die von einer Kerze (von der Lichtstärke 1, s. u.) in 1 m Entfernung bei senkrecht auffallenden Strahlen beleuchtet wird.

Nach Cohn liest man bei 50 MK so leicht, wie bei Tageslicht; für Arbeiten mit den Augen mindestens 10 MK erforderlich, für Straassenbeleuchtung 0,1 MK üblich, für Hauptstraßen 1 MK.

Als **Normalbrenner** für Gas wird vielfach der Schnitt- oder der Zweiloch-Brenner von 142 l (5 Kubikfuß engl.) angewandt. In Berlin wird ein Argandbrenner von 150 l Gasverbrauch i. d. Std. benutzt; in London der „London-Normal-Argand-Brenner“ von 142 l i. d. Std. Gewöhnliche Lichtstärke 15 bis 16 Kerzen, im Berliner Normal-Argand-Brenner gemessen.

Als **Lichteinheiten** sind in Deutschland gebräuchlich:

1. die alte Lichteinheit (noch in vielen Lieferverträgen bestehend): eine Wachskerze, von der 6 Stück 1 Pfund wiegen, mit 42 mm Flammenhöhe.

2. Die frühere Einheit des Vereines Deutscher Gas- und Wasserfachmänner: eine Paraffinkerze von 20 mm Durchm. (6 Stück = 0,5 kg) bei 50 mm Flammenhöhe.

3. Die Berliner Lichteinheit: die englische (Wallrat- oder Spermacetikerze (Normalkerze, NK) von 44,5 mm Flammenhöhe und einem Verbrauch von 7,77 g i. d. Std.

4. Die Amyl-Acetat-Lampe von Hefner von Alteneck, von 40 mm Flammenhöhe und 10 mm Docht-Durchmesser.*) Vom Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner i. J. 1890, unter der Bezeichnung „Hefner-Licht“ als Einheit (anstatt der Paraffinkerze) angenommen.

Vergleichung der Normalflammen verschiedener Länder.

Pariser Lampe (Carcellampe).	Englische Spermaceti- kerze. (44,5 mm Flammenhöhe.)	Deutsche Vereinskerze. (Paraffinkerze.)	Hefner-Licht. (Amyl-Acetat- Lampe.)
1,000	7,435	7,607	9,128
0,134	1,000	1,023	1,228
0,132	0,977	1,000	1,200
0,109	0,815	0,833	1,000

11. Photometer. Bis in die neueste Zeit ist das Bunsensche Photometer das am meisten verbreitete und bewährte.

Zum Photometrieren großer Lichtquellen, ohne dunkle Stube, bewährt sich das neue Webersche Photometer. Das neue Photometer von O. Lummer und E. Brodhun**) wird in der physik. techn. Reichsanstalt benutzt.

*) Vergl. Schillings Journ. f. Gasbel. 1884. S. 74.

**) S. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1892. S. 41.

B. Herstellung.

a. Oefen und Retorten.

1. Oefen mit gewöhnlicher Rostfeuerung, d. i. mit niedriger Brennschicht von 0,23 bis 0,30 m Höhe. Die Größe der Rostfläche beträgt bei Koksfeuerung und einem Verhältnis der Rostspalten zur Rostfläche wie 1:2 im Durchschnitt für einen Ofen mit

1 Retorte	0,12 bis 0,14 qm	|	5 Retorten	0,19 bis 0,21 qm
2 Retorten	0,14 " 0,16 "		6 " "	0,21 " 0,23 "
3 " "	0,16 " 0,19 "		7 " "	0,23 " 0,27 "

Die alten bewährten 6r-Oefen der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft haben nur 0,15 qm, die 3r-Oefen nur 0,12 qm Rostfläche. Roststäbe meist 40 bis 50 mm Quadratischeisen.

2. Oefen mit Schüttrost (für 2 bis 7 Retorten), d. i. mit hoher Brennschicht von etwa 1,0 m Höhe, mit Kohlenoxydgas-Bildung und Verbrennung durch vorgewärmte Sekundärluft; auch die primäre Luft wird bei einigen Systemen vorgewärmt.

(Systeme Horn, Dessau, Hasse-Vachaot u. A.).

3. Oefen mit Generatoren (7 bis 11 Retorten). Der Generator ist im allgemeinen nach Art eines Füllofens gebaut und liegt entweder vor, unter oder hinter dem Ofen, je nach den örtlichen Verhältnissen oder dem gewählten System. Die Generatoren versorgen entweder einen, oder je zwei Retorten-Oefen mit Brenngas. Es sind in Gebrauch die Systeme von Liegel, v. Oechelhäuser, Goldbeck, Schilling-Bunte, Hegener, Hasse-Didier, Klönne u. A. Die Schichthöhe der glühenden Koks von der Oberkante der Luft-Einströmung bis zur Unterkante des Abzugskanals der Generatorgase beträgt 0,75 bis 1,0 m. Die Sohle des Generators liegt je nach der Oertlichkeit und Konstruktion 1,4 bis 2,8 m unter der Arbeitssohle des Retortenhauses.

Das theoretisch reine mit trockener Luft erzeugte Generatorgas soll 34,71% Kohlenoxyd und 65,29% Stickstoff enthalten. In Wirklichkeit enthält es jedoch stets auch Kohlensäure; ein Gehalt von 3% Kohlensäure gilt als zulässig, von 5 bis 6% als ungünstig.

Die dem Generator zugeführte „primäre“ Luft wird nur bei einigen Systemen vorgewärmt, die im Ofen zur Verbrennung dienende verteilte „sekundäre“ Luft jedoch bei allen Systemen, u. zw. auf 200 bis 500°, je nach der Konstruktion der Vorwärmung, die einen wesentlichen Teil der verschiedenen Systeme ausmacht.

Für kleine und mittlere Anstalten werden neuerdings immer mehr die Schüttrost-Oefen, für größere Anstalten vorzugsweise die Oefen mit Generatoren angelegt. Ersterer haben den Vorteil größerer Billigkeit und den Vorzug, trotz der unvollständigeren Kohlenoxyd-Gasbildung die strahlende Wärme des glühenden Brennstoffs unmittelbar an die Retorten abzugeben, letztere haben eine vollkommeneren Kohlenoxyd-Gasbildung, jedoch Wärmeverlust durch Ausstrahlung am Generator, gewähren gleichmäßigere Ofen-Temperatur, längere Dauer der Retorten, Ersparnisse an Arbeitslöhnen und gestatten die Aufnahme von mehr Retorten in einem Gewölbe.

Der Verbrauch an Koks ist:

für alte Rost-Oefen	22 bis 40 kg	} für je 100 kg ver- gaster Kohlen.
„ Schüttrost-Oefen	15 „ 22 „	
„ Generator-Oefen	12 „ 18 „	

Bei zweckmäßiger Anordnung der Feuerung mit Teer ersetzen 50 kg Teer 2,2 hl Koks.

4. Das **Gewölbe** aus keilförmigen Chamottesteinen umschließt die Retorten in einer Entfernung von 75 bis 100 mm. Kräftige Verankerungen sind erforderlich, am besten nur aus Schweisseisen hergestellt. Zwischenraum der Retorten 80 bis 160 mm. Chamotte-Gewölbestärke 22 bis 25 cm. Darüber Entlastungsbogen aus gewöhnlichem Mauerwerk.

Stärke der Zwischenpfeiler . . . 51 bis 63 cm,

„ „ Endpfeiler 78 „ 125 „ .

Dicke der Ofen-Hinterwand 0,63 bis 1,30 m.

5. **Retorten.** Der Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner hat folgende Normalformen für Retorten mit ovalem bzw. D-förmigem Querschnitt festgestellt.

Ovaler Querschnitt.				D-förmiger Querschnitt.			
Nr.	Weite. mm	Höhe. mm	Gewicht. kg	Nr.	Weite. mm	Höhe. mm	Gewicht. kg
I.	525	380	560—620	V.	525	365	510—565
II.	525	315	525—580	VI.	525	315	490—540
III.	470	380	550—600	VII.	470	350	490—540
IV.	430	350	490—540	VIII.	470	315	475—540

Die ovale Form ist in Deutschland am gebräuchlichsten. Länge 2,5 bis 3,1 m.

Material für Retorten der Hauptsache nach ein Gemenge von 1 R.-T. Thon mit $\frac{1}{2}$ bis 2 R.-T. Chamotte. Wandstärke 50 bis 80 mm, am vorderen Ende bis auf 105 mm verstärkt zur Aufnahme der Schraubenbolzen für das gusseiserne Mundstück. Die Dauer der Retorten beträgt je nach der Güte des Materials, der Ofen-Konstruktion und der Art des Betriebes 400 bis 1200 Betriebstage.

Mundstück aus Gufseisen 20 bis 26 mm stark. Deckel meist mit abgedrehtem inneren Metallrande (Mortons Verschluss), Steigrohr 105 bis 200 mm i. l.

Gasausbeute für 1 Retorte und Tag 150 bis 250 cbm, je nach der GröÙe der Retorten, ihrem Hitzgrade und der Beschaffenheit der Kohle.

6. **Retortenhaus.** Das Dach ist mit Dunstabzug (Laterne) zu versehen. Raum vor den Oefen 5 bis 7,5 m. Raum hinter den Oefen 1,2 bis 2,4 m, Fronthöhe des Gebäudes 5,5 bis 8 m. Fußs-

boden aus harten Quadersteinen, bis auf etwa 2 m vor den Oefen aus geriffelten Gufseisenplatten.

7. Schornsteine 20 bis 40 m hoch; Querschnitt des Schornsteines $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ der Rostfläche. Abmessungen und statische Berechnung der Schornsteine vergl. Abteil. I. S. 728 u. f.

8. Anzahl der Retorten. Als Reserve werden bei kleineren Anstalten 20 bis 50%, bei größeren 10 bis 30% Retorten mehr angelegt, als am stärksten Betriebstage erforderlich.

b. Vorlage.

Querschnitt zweckmäsig U-förmig von 0,45 bis 0,70 m Weite und 0,5 bis 0,65 m Höhe. Wandstärke in Schweifseisen 7 bis 10 mm, in Gufseisen 13 bis 20 mm. Man macht die Vorlage für 2 bis höchstens 6 Oefen gemeinsam. Eintauchung 26 bis 40 mm. Der Drorysche Teerablauf zum Schutze gegen Teer-Verdickungen in der Vorlage und die Hasseschen Reinigungs-Vorrichtungen haben allgemeinere Aufnahme gefunden.

c. Kondensatoren

haben entweder einfache Luftkühlung, oder vereinigte Luft- und Wasserkühlung. Für Luftkühlung ohne Wasser sind 16 bis 20 qm Kühlfläche für je 1000 cbm der täglichen größten Gaserzeugung erforderlich. Bei Luftkühlung am äusseren Mantel und Wasser-Rundlauf durch innere Rohre genügt die Hälfte. Wasserverbrauch 1,5 bis 3,0 cbm für 1000 cbm Gas.

Man unterscheidet 3 Hauptarten:

1. gufseiserne Rohr-Kondensatoren von 100 bis 450 mm Rohr-Durchmesser für Luftkühlung.

2. schweifseiserne Ring-Kondensatoren von 800 bis 1200 mm äusserem und 600 bis 1000 mm innerem Durchmesser, bei 6 bis 12 m Höhe, für Luft- bzw. für Luft- und Wasserkühlung.

3. Kondensatoren aus gufseisernen Cylindern bis 1 m Durchmesser und 10 m Höhe mit inneren Wasserkühlrohren von 80 bis 150 mm Durchmesser. Ausserdem sind zahlreiche Systeme in Gebrauch, u. a. der Mohrsche Kondensator.

Um die letzten Spuren von Teer auszuschneiden, wird der Stoffs-Kondensator von Pelouze & Audouin, oder der Drorysche Teerwäscher angewandt. Druckverlust darin 50 bis 80 mm Wassersäule.

d. Scrubber.

In den Scrubbern soll das Ammoniak aus dem Leuchtgase entfernt werden. Man rechnet 2,5 bis 5 cbm Rauminhalt für 1000 cbm größte Tageserzeugung. Die Scrubber haben 1 bis 3 m Durchm. (bisweilen rechteckig oder polygonal) und 3 bis 20 m Höhe. Zur Füllung dienen durchlöcherete Blech- oder Holzböden in 150 bis

200 mm Entfernung von einander, Holzroste, Kies, Koks, Reisig oder Blechabfälle. Berieselung mit Ammoniakwasser und reinem Wasser. Neben den zahlreichen Scrubber-Systemen, oder an deren Stelle sind noch besondere Wäscher in Gebrauch. Der Kirkhamsche Standard Washer-Scrubber, in welchem durch Umdrehung eine große Oberfläche abwechselnd mit Wasser und mit Gas in Berührung gebracht wird, ist sehr verbreitet. Der Ledigsche Etagen-Scrubber erfüllt denselben Zweck.

e. Exhaustor.

Der Exhaustor kann sowohl vor, als auch hinter den Scrubbern aufgestellt werden. Außer den Bealeschen Exhaustoren sind Kolben- und Körtingsche Dampfstrahl-Exhaustoren in Anwendung.

Abmessungen und Leistung dreiflügeliger Exhaustoren.

(Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Berlin.)

Leistung i. d. Std. bei 80 Umdreh. i. d. Min. cbm	Uebliche Rohrweite. mm	Baulänge. mm	Durchmesser der Riemenscheiben.			Breite der Riemenscheiben. mm
			I mm	II mm	III mm	
85	150	524	450	375	300	80
135	150	570	486	405	324	90
260	200	680	558	465	372	100
360	200	800	624	520	416	110
560	250	800	660	550	440	120
760	300	950	756	630	505	130
960	325	950	810	675	540	140
1220	350	1000	900	750	600	150
1500	400	1000	990	825	660	160
2300	500	1200	1440	1200	960	180
3000	500	1300	1500	1250	1000	200

Der Exhaustor ist mit einem Umlauf (Beipafs) zu versehen, welcher im Falle zu schnellen Ganges Gas zurücktreten läßt und, falls der Exhaustor still steht, das Gas frei durchläßt. Der Des-sauer Umlauf-Regler (Patent v. Oechelhäuser) gestattet gleichzeitig eine sichere Druckentlastung der Vorlage unter 0 mm Wassersäule.

f. Reinigung.

Das Rohgas enthält bis zu 2% Schwefelwasserstoff, 4% Kohlensäure, 1½% kohlensaures und schwefelsaures Ammoniak.

Die Reinigung von **Schwefelwasserstoff** geschieht fast überall durch Eisenoxydhydrat, das vielfach in der Form von Raseneisen-

stein zur Verwendung gelangt. Die gebrauchte Masse regeneriert an der Luft, ausgebreitet und mehrfach umgeschaufelt, in kurzer Zeit von selbst unter Ausscheidung von Schwefel. Nach häufigem Gebrauche wird die Masse zur Wiedergewinnung des Schwefels, oder zur Gewinnung von Preussisch Blau verkauft.

Die **Reiniger** sind aus Gufseisen mit Deckeln aus Eisenblech, welche in Wasserverschlüsse von 0,3 bis 0,8 m Höhe tauchen und durch Hakenösen und Splinte, oder durch Wirbel auf den Kasten gegen den Gasdruck festgehalten werden. Gewöhnlich sind 4, seltener 3 oder 2 Reiniger zu einem System verbunden, u. zw. so, daß die Kasten der Reihe nach ausgeschaltet werden können. Die Umschaltung der Kasten geschieht durch Schieber, Ventile, Dreiweg-Ventile (Baumert, Gareis), trockene Wechsler (Weck), oder selten noch durch nasse Wechsler (Clegg).

Die Reinigungsmasse liegt in den Kasten auf 2 bis 4 Lagen von Holzhorden. Man reinigt mit 1 cbm Masse 3- bis 10000 cbm Gas. Für je 1000 cbm größter Tages-Gaserzeugung rechnet man mindestens 0,7 bis 1,0 qm Querschnitt eines jeden von vier Reinigern.

Die Reinigung des Rohgases von **Kohlensäure** geschieht durch gelöschten Kalk, ist jedoch wegen der unvermeidlichen Belästigung der Nachbarschaft nur noch selten in Gebrauch.

Die Reinigung von **Ammoniak** vollzieht sich in den Kondensatoren und Scrubbern. Das gewonnene Ammoniakwasser wird von vielen Gasanstalten zu Salzen oder Salmiakgeist weiter verarbeitet.

Die Reiniger- und Regenerier-Räume sind mit Dunstabzug zu versehen, müssen frostfrei gehalten und dürfen nicht mit offenem Licht betreten werden.

g. Stations-Gasmesser

messen die Gas-Erzeugung der Anstalt. Die Gehäuse bestehen aus Gufseisen, die Trommeln aus Weifsblech. Man rechnet gewöhnlich 100, bei ganz großen Gasmessern 80 Trommel-Umdrehungen i. d. Std.

Masse von Stations-Gasmessern.

Stündlicher Durchgang in cbm . .	14	70	140	250	500	1700
Innerer Durchm. des Gehäuses mm	810	1425	1580	1805	2435	3295
Innere Länge des Gehäuses mm	720	980	1435	1910	2200	3455
Durchm. der Ein- und Ausg.-Rohre	80	125	150	200	250	500

h. Gasbehälter.

Nutzbarer Gasinhalt 50 bis 75% der größten Gasabgabe innerhalb 24 Std. (Vergl. auch S. 554.)

1. Glocke. Bleche im Mantel 15 bis 20 kg f. d. qm, in der Decke 22 bis 25 kg f. d. qm. Bezüglich der Nietungen vergl.

Abteil. I. S. 387. Tassenbleche 4 bis 10 mm. Das Gerippe ist nötigenfalls statisch zu berechnen. Gasdruck bei einfachen Glocken 65 bis 100 mm, bei teleskopierten 110 bis 180 mm Wassersäule. Spielraum zwischen Glocke und Bassin 250 bis 600 mm.

Die Gasbehälterglocken werden teils freistehend mit eisernen Führungsgerüsten, teils überbaut in massiven Gebäuden mit Kegel- oder Schwedlerschen Kuppeldächern ausgeführt. (Vergl. S. 246). Neuerdings sind aufser den sehr verbreiteten zweiteiligen Teleskopbehältern mit 1 Glocke und 1 Ring dreiteilige mit 1 Glocke und zwei Ringen, in England sogar vier- und sechsteilige (bis zu 240 000 cbm Inhalt) ausgeführt worden.

2. Bassin. Aus wasserdichtem Mauerwerk, Stampf-Beton oder Eisen, je nach den Preisverhältnissen und dem Baugrund.

Für die Wandstärken der gemauerten Bassins giebt es noch keine allgemeine zuverlässige Formel. N. H. Schilling*) giebt für ein trapezförmiges Profil u. a. die A. Mohrsche Formel:

$$b = \sqrt{\left(\frac{a}{2} + \frac{hk_z}{2d\gamma_1}\right)^2 + \frac{a^2}{2} + \frac{h^2[\gamma - \gamma_2 \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\rho)]}{2\gamma_1} - \left(\frac{a}{2} + \frac{hk_z}{2d\gamma_1}\right)},$$

worin, in m und kg, bedeutet:

- a die obere Dicke; b die untere Dicke;
 h die Höhe; d den Bassin-Durchmesser;
 k_z die zulässige Zugspannung f. d. qm Mauerwerk (10 000 kg f. d. qm);
 γ_1 das Gewicht von 1 cbm Mauerwerk;
 γ das Gewicht von 1 cbm Wasser;
 γ_2 das Gewicht von 1 cbm Erdreich;
 ρ den natürlichen Böschungswinkel der Erdmasse.

} Angaben hier-
über vergl.
S. 256 u. 269.

Den Ausführungen entsprechend ergeben sich ohne Berücksichtigung des Erddrucks (nach Schillings Handbuch) folgende Stärken:

Durchmesser. m	Höhe. m	Obere Wandstärke. m	Untere Wandstärke. m
10	4—4,5	0,30—0,45	0,90—1,00
15	4,5—5,5	0,45—0,60	1,25—1,50
20	5,5—6,5	0,60—0,75	1,50—2,00
25	6,5—7,0	0,60—0,75	2,00—2,50
30	7,0—7,5	0,75—0,90	2,25—2,75
35	7,0—7,5	0,75—0,90	2,50—3,00
40	7,0—8,0	0,90—1,05	3,00—3,50
45	7,0—8,0	0,90—1,10	3,25—3,75
50	7,0—8,0	0,90—1,10	3,50—4,00

*) Vergl. N. H. Schilling, Handbuch der Steinkohlen-Gasbeleuchtung.

i. Stations-Druck-Regulator

läßt das Gas mit 20 bis 100 mm Druck in das Stadtröhrennetz treten. Die Einstellung geschieht durch Gewichts- oder durch Wasserbelastung. Neuerdings wendet man auch selbstthätige Belastung an (Ledig, S. Elster u. A. m.).

k. Rohr-Verbindungen

innerhalb der Gasanstalt sind mit Teer- und Ammoniakwasser-Abläufen an den tiefsten Punkten zu versehen, auch sind Reinigungsöffnungen anzubringen. Die Geschwindigkeit des Gases soll 2 bis 3 m i. d. Sek. nicht übersteigen.

C. Verteilung.

a. Gasabgabe bei der Beleuchtung von Städten.

Stärkste tägliche Gasabgabe = $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{150}$ der Jahresabgabe; stärkste stündliche Gasabgabe = 14 bis 17% der täglichen Gasabgabe. Auf jede im Beleuchtungsbezirk überhaupt vorhandene Flamme kommt i. d. Std. des stärksten Verbrauches ein Durchschnittsverbrauch von 0,079 bis 0,09 cbm Gas. Der durchschnittliche Jahresverbrauch einer Straßensflamme hat bei den Anstalten der D.C.G.G. im Mittel 255 cbm betragen (untere Grenze 140, obere 420 cbm); der einer Hausflamme 70 cbm (40 bis 105 cbm).

In einigen Städten Deutschlands war der **Gasverbrauch** folgender:

Namen der Stadt.	Einwohnerzahl. Tausend	Jährlicher Gasverbrauch (abgerundet) i. J. 1889—90.				
		Im ganzen. Millionen cbm	bei der Straßens- Beleuchtung:		für 1 Haus- flamme. cbm	für den Kopf der Be- völkerung. cbm
			für 1 Abend- flamme. cbm	für 1 Abend- und Nacht- flamme. cbm		
Berlin	1526	130	371	717	123	85
Breslau	314	14	310	726	114	44
München	298	14	210	440	111	47
Dresden	269	20	293	654	96	75
Köln	228	21,8	500	1000	117	96
Königsberg	153	5,0	496	854	160	32
Elberfeld	123	7,6	385	740	146	62
Augsburg	67	3,6	209	680	94	54
Karlsruhe	64	5,5	410	566	104	86
K.	34	1,4	91	449	30	41
A.	30	0,82	380	630	53	27
E.	15	0,36	100	520	33	24

Der monatliche Gasverbrauch in Prozenten des Jahresverbrauches beträgt etwa:

Monat.	Leuchtgas.	Motoren-, Koch- und Heizgas.	Monat.	Leuchtgas.	Motoren-, Koch- und Heizgas.
Januar . . .	12,8 $\frac{0}{0}$	8,2 $\frac{0}{0}$	Juli	3,7 $\frac{0}{0}$	8,0 $\frac{0}{0}$
Februar . . .	10,1 "	7,4 "	August . . .	4,9 "	8,2 "
März	8,3 "	8,1 "	September .	7,3 "	8,8 "
April	6,0 "	7,0 "	Oktober . . .	10,4 "	9,3 "
Mai	4,6 "	7,3 "	November .	13,5 "	10,1 "
Juni	3,8 "	7,7 "	Dezember .	14,6 "	9,9 "
			Summe	100,0 $\frac{0}{0}$	100,0 $\frac{0}{0}$

Der jährliche Verbrauch an Motoren-, Koch- und Heizgas beträgt 5 bis 15% der Gesamtabgabe; in einigen Städten sogar bis zu 45%.

Normaler Gasverlust für 1 km Röhrlänge 100 bis 200 l i. d. Std. Gesamtverlust durch Undichtigkeiten, Kondensation, Temperatur- und Messungsunterschied 2 bis 10% der Leistung.

Tafel der Brennzeit während der einzelnen Monate und im ganzen Jahre, in Stunden.

Brennzeit.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Januar.	Februar.	März.	Das ganze Jahr.
Von Sonnenuntergang bis 8 Uhr abends	36	6	—	—	21	54	87	117	140	125	89	67	742
" 9 " "	66	37	20	25	52	84	118	147	171	156	117	98	1091
" 10 " "	96	68	50	56	83	114	149	177	202	187	145	129	1456
" 11 " "	126	99	80	87	114	144	180	207	233	218	173	160	1821
" 12 " "	156	130	110	118	145	174	211	237	264	249	201	191	2186
" 2 " morgens	216	192	170	180	207	234	273	297	326	311	257	253	2916
" 4 " "	276	254	230	242	269	294	335	357	388	373	313	315	3646
Bis Sonnenaufgang von 4 Uhr morgens	32	3	—	—	24	51	75	103	154	125	92	69	728
" 5 " "	2	—	—	—	—	21	44	73	123	94	64	38	459
" 6 " "	—	—	—	—	—	—	13	43	92	63	36	7	254

b. Rohrleitungen.

1. Bestimmung des Rohr-Durchmessers.

Die D. C. G. G. berechnet ihre Rohrabmessungen nach den folgenden durch langjährige Erfahrung erprobten Tafeln:

I. Berechnung der Rohrabmessungen für Straßenseitungen.

Flamenzahl bei 5 mm Druckverlust und 140 l Verbrauch für 1 Std. und Flamme.

Durchmesser der Rohre in mm.

Länge der Leitung. m	Durchmesser der Rohre in mm.																		
	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
10	170	297	469	962	1681	2937	4633	9511	16615	26210	38533	53804	72226	93991	119880	148865	181111	217975	259009
20	120	210	332	681	1189	2076	3276	6725	11749	18533	27247	38045	51071	66462	84344	104839	128065	154131	183147
30	98	170	271	556	971	1696	2675	5491	9593	15132	22247	31064	41700	54266	68866	85601	104504	128848	149539
40	85	148	234	481	841	1469	2317	4756	8308	13105	19266	26902	36113	46995	59640	74132	90555	108987	129504
50	76	132	210	430	752	1314	2072	4254	7431	11721	17232	24062	32300	42034	53344	66306	80995	97481	115832
60	69	121	191	393	686	1199	1892	3883	6783	10700	15731	21965	29486	38372	48696	60529	73977	88988	105740
70	64	112	177	364	635	1110	1731	3595	6280	9906	14564	20336	27299	35525	45083	56039	68454	82387	97896
80	60	105	166	340	594	1038	1638	3363	5874	9267	13623	19023	25336	33231	42172	52420	64032	77066	91573
90	57	99	156	321	560	979	1544	3170	5538	8737	12844	17935	24075	31330	39760	49422	60370	72658	86336
100	54	94	148	304	532	929	1465	3008	5254	8288	12185	17014	22840	29723	37720	46885	57272	68930	81906
120	49	85	135	278	485	848	1338	2746	4796	7566	11123	15532	20850	27133	34433	42800	52282	62924	74769
140	46	79	125	257	449	785	1238	2542	4441	7005	10298	14380	19303	25120	31879	39626	48404	58256	69223
160	43	74	117	241	420	734	1158	2378	4154	6552	9633	13451	18056	23498	29820	37066	45278	54494	64752
180	40	70	111	227	396	692	1092	2242	3916	6178	9082	12682	17024	22154	28115	34946	42688	51377	61049
200	38	66	105	215	376	657	1036	2127	3715	5861	8616	12031	16150	21017	26672	33153	40498	48741	57916
220	36	63	100	205	358	626	988	2028	3542	5588	8215	11471	15399	20039	25431	31610	38613	46472	55221
240	35	61	96	196	343	600	946	1941	3392	5350	7865	10983	14743	19186	24348	30265	36909	44494	52870
260	33	58	92	189	330	576	909	1865	3259	5140	7557	10552	14165	18433	23393	29077	35519	42748	50796
280	32	56	89	182	318	555	876	1797	3140	4933	7282	10168	13649	17763	22542	28020	34227	41193	48948

300	31	54	86	176	307	536	846	1737	3034	4785	7035	9823	13187	17160	21777	27069	33066	39797	47388
350	29	50	79	163	284	496	783	1608	2809	4430	6513	9094	12208	15887	20162	25061	30613	36844	43780
400	27	47	74	152	266	464	733	1504	2627	4144	6093	8507	11420	14861	18860	23443	28636	34465	40953
450	25	44	70	143	251	438	691	1418	2447	3907	5744	8021	10767	14011	17781	22102	26998	32494	38611
500	24	42	66	136	238	415	655	1345	2350	3707	5449	7609	10214	13292	16869	20968	25613	30826	36629
550	23	40	63	130	227	396	625	1282	2240	3534	5196	7255	9739	12674	16084	19992	24421	29392	34925
600	22	38	61	124	217	378	598	1228	2145	3384	4976	6946	9324	12134	15399	19141	23381	28140	33438
700	20	35	56	115	201	351	554	1137	1986	3133	4606	6431	8633	11234	14257	17721	21647	26053	30958
800	19	33	52	108	188	328	518	1063	1858	2930	4308	6015	8075	10509	13336	16577	20249	24370	28958
900	18	31	49	101	177	310	488	1002	1751	2763	4062	5671	7613	9908	12573	15629	19091	22977	27302
1000	17	29	47	96	168	294	463	951	1662	2621	3853	5380	7223	9399	11928	14827	18111	21797	25901
1100	16	28	45	92	160	280	442	907	1584	2499	3674	5130	6886	8962	11373	14137	17268	20783	24696
1200	16	27	43	88	153	268	423	868	1517	2393	3518	4912	6593	8580	10889	13535	16533	19898	23644
1300	15	26	41	84	147	258	406	834	1457	2299	3380	4719	6335	8244	10462	13004	15884	19118	22717
1400	14	25	40	81	142	248	392	804	1404	2215	3257	4547	6104	7944	10081	12531	15307	18422	21890
1500	14	24	38	79	137	240	378	777	1357	2140	3146	4393	5897	7674	9739	12106	14788	17798	21148
2000	12	21	33	68	119	208	328	673	1175	1853	2725	3804	5107	6646	8434	10484	12806	15413	18315
2500	11	19	30	61	106	186	293	602	1051	1658	2437	3403	4568	5945	7544	9377	11465	13786	16381
3000	10	17	27	56	97	170	268	549	959	1513	2225	3106	4170	5427	6887	8560	10456	12485	14954
3500	9	16	25	51	90	157	248	508	888	1401	2060	2876	3861	5024	6376	7925	9681	11651	13845
4000	9	15	23	48	84	147	232	476	831	1310	1927	2690	3611	4699	5964	7413	9055	10899	12950
5000	8	14	21	43	75	131	207	425	743	1172	1723	2406	3230	4203	5334	6631	8100	9748	11583
6000	7	12	19	39	69	120	189	388	678	1070	1573	2197	2949	3837	4870	6053	7394	8899	10574
7000	6	11	18	36	64	111	175	359	628	991	1456	2034	2730	3553	4508	5604	6845	8239	9790
8000	6	10	17	34	59	104	164	336	587	927	1362	1902	2554	3323	4217	5242	6403	7707	9157

II. Berechnung der Rohrabmessungen für schweißeiserne Hausleitungen.

Länge der Leitungen. m	Flammenzahl bei 5 mm Druckverlust und 160 l Verbrauch für 1 Std. und Flamme.							
	Durchmesser der Rohrleitungen in mm.							
	9,5	13	16	19	25,5	32	38	51
2,5	8	17	30	46	96	170	261	546
5	5	12	21	32	68	120	185	386
10	4	8	15	23	48	85	130	273
15	3	7	12	18	39	69	106	223
20	2	6	10	16	34	60	92	193
25	2	5	9	14	30	53	82	172
30	2	5	8	13	27	49	75	157
35	2	4	8	12	25	45	70	146
40	2	4	7	11	24	42	65	136
45	1	4	7	10	22	40	61	128
50	1	4	6	10	21	38	58	122
60	1	3	6	9	19	34	53	111
70	1	3	5	8	18	32	49	103
80	1	3	5	8	17	30	46	96
90	1	3	5	7	16	28	43	91
100	1	2	4	7	15	26	41	86
110	1	2	4	7	14	25	39	82
120	1	2	4	6	13	24	37	78
130	1	2	4	6	13	23	36	75
140	1	2	4	6	12	22	35	73
150	1	2	3	6	12	22	33	70
160		2	3	5	12	21	32	68
170		2	3	5	11	20	31	66
180		2	3	5	11	20	30	64
190		2	3	5	11	19	30	62
200		2	3	5	10	19	29	61

Erläuterungen zu Tafel I. und II.

Die Flammenzahlen sind nach der Formel

$$Q = 0,002106 d^2 \sqrt{\frac{hd}{st}}$$

berechnet, wobei bedeutet:

Q die Gasmenge in cbm, welche i. d. Std. durch das Rohr strömt
(1 Flamme = 140 bzw. 160 l i. d. Std.),

- d den Durchmesser des Rohres in mm,
 h den Druckverlust in mm Wassersäule,
 s das spezifische Gewicht des Gases ($= 0,4$) und
 l die Länge der Rohrleitung in m.

Bei Anwendung der in Abteil. I S. 272 vorausgesetzten Mafseinheiten entspricht obige Formel der für Luft a. gen. Orte gegebenen Formel, jedoch mit dem Koeffizienten $\frac{2255}{10^{10}}$ statt $\frac{864}{10^{10}}$.

Der Berechnung der Tafel II ist deshalb ein Verbrauch von 160 l ($= 5,65$ Kub.-Fufs engl.) i. d. Std. und f. 1 Flamme zu grunde gelegt, weil bei Hausleitungen angenommen werden mufs, dafs sämtliche eingerichteten Flammen zu Zeiten in voller Gröfse brennen. In Tafel I sind dagegen nur 140 l ($= 4,94$ Kub.-Fufs engl.) i. d. Std. und f. 1 Flamme angenommen, weil bei Strafsenleitungen die daran angelegten Flammen niemals gleichzeitig oder in voller Gröfse brennen werden.

Für gleiche Werte $\frac{h}{l}$ und d bleibt der Wert für Q derselbe, d. h. es speist eine Leitung dieselbe Flammenzahl, wenn Druckverlust und Länge der Leitung sich im gleichen Verhältnis vermindern oder vermehren.

Will man den Druckverlust für eine Leitung von gegebenem Durchmesser und gegebener Länge, welche an ihrem Ende eine bestimmte Flammenzahl speisen soll, ermitteln, so sucht man für den gegebenen Durchmesser die der gegebenen Flammenzahl sich nähernde, und die dazu gehörige Rohrlänge, dividiert durch letztere die gegebene Rohrlänge und multipliziert den Quotienten mit dem Druckverlust, welcher der Berechnung der Tafel zu grunde gelegt ist ($= 5$ mm).

Wird der Durchmesser für eine Leitung von gegebener Länge, welche an ihrem Ende, bei einem gegebenen Druckverlust, eine gegebene Flammenzahl speisen soll, gesucht, so dividirt man den gegebenen Druckverlust durch den Druckverlust, wozu die Tafel berechnet ist ($= 5$), und die gegebene Rohrlänge durch den Quotienten, suche die so gefundene oder dieser sich nähernde Rohrlänge in der Spalte für Rohrlängen, und in der zugehörigen Reihe die sich nähernde Flammenzahl; die Spalte, worin sich diese Flammenzahl findet, giebt im Kopf der Tafel den gesuchten Durchmesser der Leitung an.

Ein Steigen oder Fallen der Leitung von 10 m entspricht einer Druck-Zunahme oder -Abnahme von etwa 7 mm.

In Hausleitungen soll der gesamte Druckunterschied wozu möglich nicht mehr als 5 mm betragen. Scharfe Biegungen und Kniestücke sind möglichst zu vermeiden; wo sie unvermeidlich sind, müssen die Rohrabmessungen etwas gröfser genommen werden. Rohre von 6,5 mm Durchmesser sind nur zu kurzen Ableitungen für eine Flamme zu verwenden.

2. Material der Leitungsrohre.

Zu den in der Erde liegenden Leitungen werden überwiegend gusseiserne Muffenrohre verwandt, deren Muffen durch geteerten Werg und Blei gedichtet werden. Gefälle mindestens 25 mm auf je 10 m. Tiefe unter der Erde 0,8 bis 1,25 m. An den tiefsten Punkten, doch nicht tiefer als 2 m unter dem Boden, stellt man

Wassertöpfe (Syphons) auf, deren Durchmesser gleich 2 bis 3 \bar{d} und deren Höhe 0,31 bis 0,63 m beträgt. Ein 20 bis 25 mm weites Schweifseisenrohr geht nahe vom Boden der Wassertöpfe bis zur Erdoberfläche und dient zum Auspumpen der Töpfe. Die Ableitungen von den Hauptrohren sollen, soweit sie unter der Erde liegen, nur aus Gußeisen bestehen.

Im Inneren der Häuser bestehen die Rohre bis zu 50 mm Weite aus Schweifseisen. Sie werden durch aufgeschraubte Muffen, T-Stücke, + -Stücke, Nippel, Rohrverschraubungen u. dergl. mit einander verbunden. Das hierbei gebräuchliche Gewinde ist das sogen. **Gasgewinde**, dessen Hauptabmessungen in Abteil. I. auf S. 384 angegeben sind.

Schweifseiserne Gasrohre s. Abteil. I. S. 476. Zinn- und Bleirohre (Abteil. I. S. 482) sind nur an gefahrlosen Orten bei geringerer Weite zu verwenden. Kupferrohre wendet man gar nicht an.

Die **Normaltafel** für gußeiserne Muffen- und Flanschenrohre ist jetzt ziemlich allgemein in Deutschland gebräuchlich, ebenso die „normalen Formstücke“. (S. Abteil. I. S. 470 u. f.)

c. Gasmesser.

Es werden meist „nasse“ Gasmesser mit Wasser-, Glycerin- oder Chlormagnesium-Füllung angewandt. Die Trommeln machen etwa 100 Umdrehungen i. d. Std. Gehäuse bis zu 150 Flammen aus Weißblech, darüber hinaus aus Gußeisen. Die Aichung der Gasmesser ist gesetzl. Vorschrift. *)

„Trockene“ Gasmesser werden zu besonderen Zwecken, z. B. für Heizgasleitungen in Küchen u. s. w., angewandt.

d. Regulatoren und Rheometer.

1. Regulatoren (Druck-Regulatoren) dienen dazu, in einer Leitung bei wechselndem Verbrauch einen gleichbleibenden Druck zu erhalten. Sie sind nach dem Princip des Cleggschen Druckregulators teils mit Wasser-Abschluss, teils mit Membrane eingerichtet.

2. Rheometer (Verbrauchs-Regulatoren) dienen dazu, für einzelne Flammen oder Flammengruppen einen stets gleichbleibenden Verbrauch zu geben, trotz schwankenden Druckes in der Hauptleitung. Die Rheometer von Giroud mit Glycerin-Füllung und die trockenem mit beweglichen Metallblättchen von Flürsheim, Behl & Co., Fr. Lux u. A. sind sehr verbreitet. An Intensivlampen sind Verbrauchsregulatoren unentbehrlich.

e. Fittings.

Man versteht darunter diejenigen Teile, welche die Rohrleitungen mit den Brennkörpern verbinden, z. B. Kugelgelenke, Mittel- und

*) Vergl. Deutsche Mafs- und Gewichts-Ordnung vom 17. August 1868 und 11. Juli 1894, § 13.

Hinterbewegungen, Hähne, Brennerkniee u. dergl. An den Fittings kommt neben dem „Gasgewinde“ (vergl. S. 560) das „Messinggewinde“ und das „Brennergewinde“ zur Anwendung.

f. Brenner.

Schnitt- (Fledermaus-) und Zweiloch- (Fischschwanz-) Brenner geben bei guter Ausführung und richtiger Auswahl mit 6,5 bis 13 mm Gasdruck ungefähr dieselbe Nutzwirkung. Argandbrenner (mit Glascylinder) geben eine etwas bessere Verwertung des Gases. — Die Leuchtkraft steigt ungefähr mit dem Quadrate des wachsenden Verbrauchs.

Durch **Intensiv-Brenner** wird die Leuchtkraft des Gases wesentlich vorteilhafter ausgenutzt. Bei ihnen ist die Anwendung eines Verbrauchs-Regulators (s. S. 560) für jeden Brenner geboten.

Die Siemensschen invertierten Regenerativbrenner werden in 4 Größen angefertigt, mit 320, 465, 760 und 1245 l Gasverbrauch i. d. Std. und 72, 132, 236 bezw. 364 Kerzen Lichtstärke.

Gasglühlicht von Dr. Auer von Welsbach, findet in neuester Zeit starke Verbreitung; sehr billige, glänzende Beleuchtung mit geringer Wärme-Ausstrahlung. Die Glühkörper halten über 1000 Brennstunden aus. Die Leuchtkraft nimmt in den ersten 300 Std. stärker, dann aber sehr langsam ab.

Tafel über Verbrauch und Leuchtkraft verschiedener Brenner.

Bezeichnung des Brenners.	Verbrauch.	Lichtstärke.	Verbrauch
	l i. d. Std.	Kerzen	für 1 Kerze. l i. d. Std.
1. Gewöhnlicher Schnitt- od. Zweiloch-Brenner	142	12 bis 14	11,7 bis 10,1
2. Gewöhnlicher Argand- Brenner	150	15 „ 18	10,0 „ 8,3
3. Bray-(Schnitt-)Brenner	200 bis 500	22 bis 70	9,0 bis 7,0
4. Sonnenbrenner (viele kleine Flammen) . . .	500 „ 6000	50 „ 666	10,0 „ 9,0
5. de Kraussée Nr. 1 bis 5	120 „ 1300	16 „ 190	7,5 „ 6,8
6. Muchall-Lampe	110 „ 180	12 „ 30	9,16 „ 6,0
7. Siemens, Regenerativ- Brenner. Nr. IV bis I	250 „ 1800	40 „ 450	6,0 „ 4,0
Nr. 0 bis 000	2000 „ 4000	500 „ 1100	4,0 „ 3,6
8. Wenham. Nr. 0 bis 3	105 „ 340	18 „ 80	6,0 „ 4,2
9. Westphal-Butzke. Nr. 2 bis 5.	350 „ 940	85 „ 260	4,1 „ 3,6
10. Siemens, invertierter Regenerativ-Brenner .	320 „ 1245	72 „ 364	4,2 „ 3,4
11. Gasglühlicht (Auer)	80 „ 110	45 „ 70	1,8 „ 1,6

g. Strafsen-Beleuchtung.

Der Verbrauch wird hierbei selten durch Gasmesser ermittelt; häufiger durch Rheometer und Regulatoren überwacht. Entfernung der Laternen von einander 20 bis 40 m. Höhe der Kandelaber 3,0 bis 3,5 m, bei Intensiv-Brennern bis 8,0 m. Wandarme 0,6 bis 1,2 m lang. Gewöhnlicher Verbrauch für 1 Flamme und Brennstunde 150 bis 200 l, bei Intensiv-Brennern bis 1600 l i. d. Std. Unterirdische Laternenleitungen gewöhnlich 40 mm Durchmesser.

h. Haus-Beleuchtung.

(Vergl. auch S. 357. Ueber Rohr-Abmessungen s. S. 558 u. f.)

Vor jedem Gasmesser ist ein sogen. Haupthahn anzubringen, auch sind bei größeren Leitungen einzelne Abteilungen abstellbar zu machen.

Die hauptsächlichsten Vorzüge der Gasbeleuchtung sind: Zuverlässigkeit, fortwährende Bereitschaft, sehr geringe Wartung. Die starke Wärmeentwicklung wird oft als Uebelstand empfunden. Sie unterstützt aber die Heizung, bewirkt eine ungewollte Lüftung und kann durch zweckmäßige Anordnung leicht zur rationellen Lüftung benutzt werden. Das Gasglühlicht erhöht die Bedeutung der Gasbeleuchtung gegenüber allen anderen Beleuchtungsarten erheblich.

i. Kochen und Heizen mit Gas.

Je höher die Leuchtkraft, um so höher ist auch die **Heizkraft** des Steinkohlen-Gases. Man rechnet dementsprechend für 1 cbm 4500 bis 7000 WE. (Wassergas nur 3500), im Mittel etwa 5200 WE. Zur vollständigen Verbrennung sind 5 bis 6 cbm Luft für 1 cbm Gas nötig. Eine weitere Beimischung von Luft (bis 10%) beeinträchtigt den Heizeffekt für Kochen und Heizen nachweislich nicht.

Zum **Kochen** wendet man nur „entleuchtete“ Flammen an, d. h. solche, denen man vor dem Ausströmen aus dem Brenner bereits 0,5 bis 1,5 R.-T. Luft beigemischt hat (Bunsensche Flamme). Mit solchen Flammen können sehr hohe Verbrennungstemperaturen erreicht werden.

Um in gewöhnlichen Töpfen mit Gaskochern von 150 bis 700 l stündl. Verbrauch Wasser von 0° bis zum Sieden zu erhitzen, sind 30 bis 35 l Gas für 1 l Wasser erforderlich. Zur Fortsetzung des Siedens genügt etwa ein Viertel der obigen Gasmenge.

Für die **Heizung** mit Gas wendet man neuerdings wieder mehrfach leuchtende Flammen an, welche auch die strahlende Wärme mittelst Reflektoren nutzbar machen. Man rechnet etwa 0,3 cbm stündlichen Gasverbrauch zur Beheizung von 100 cbm Luftraum, wenn die Verbrennungsprodukte nicht abgeführt werden, sonst 0,4 bis 0,5 cbm. Bei großen Kältegraden entsprechend mehr.

Man gibt das Gas zum Heizen und Kochen nach dem Vorgange der D. C. G. G. jetzt meistens um $\frac{1}{4}$ billiger als das Gas für Beleuchtung. Die Verwendung des Gases zu diesen Zwecken

ist in England, Frankreich und Dänemark viel weiter vorgeschritten als in Deutschland.

Außer dem Bunsen-Brenner sind hauptsächlich eingeführt u. a. Wobbes Koch- und Heiz-Brenner sowie die neuesten Dessauer Heiz- und Kochapparate der D. C. G. G.

Zu industriellen Zwecken und im Haushalt wird das Gas mannigfach als Heizstoff benutzt, z. B. zum Erhitzen von Platten, Brennstempeln, LötKolben, Trockenschränken, Kaffeeröstern, Badeöfen, zum Sengen von Gespinnstfasern, zum Anheizen von Lokomotiven u. dergl.

D. Gasmotoren.

Sie werden gebaut in den Gröfßen von $\frac{1}{8}$ bis 200 PS, sowohl liegend wie stehend, ein-, zwei- und viercylindrig, für die verschiedensten Zwecke, namentlich auch zur Erzeugung von elektrischem Licht; dieses neuerdings auch bei unmittelbarer Kupplung von Gasmotor und Dynamomaschine. Der Betrieb geschieht in Städten mit dem Steinkohlengas der Gasanstalten. Der Verbrauch an Gas f. d. PS i. d. Std. schwankt nach der Gröfße des Motors und nach der Zusammensetzung des Gases zwischen 0,65 bis 1 cbm (ein Körtingscher Motor von 11 PS arbeitete mit 0,617 cbm f. d. PS i. d. Std.).

Wo Gasanstalten fehlen, erzeugt man das nötige Gas in besonderen Generatoren (genehmigungspflichtig nach § 16 der deutschen Gew.-Ordn.), u. zw. wird benutzt:

Generatorgas (erzeugt beim Durchblasen von Wasserdampf und atmosphärischer Luft durch glühende Kohlen, wobei 42% brennbare Gase entstehen); Brennstoffverbrauch bei 8 und mehr PS 0,8 bis 1 kg Anthracit f. d. PS i. d. Std.

Wassergas (entsteht beim Durchblasen von Wasser durch glühende Kohlen); Verbrauch 1,5 bis 2 cbm f. d. PS i. d. Std.

Öelgas aus Gasölen von 0,88 bis 0,9 spec. Gew.; s. S. 566. Verbrauch 0,4 bis 0,5 cbm f. d. PS i. d. Std.

Der Durchmesser der Gaszuleitungsrohre beträgt für 30 m Rohrlänge und 1 mm Druckverlust:

Rohr-Durchmesser	mm	26	33	40	50	65	80
Leistung der Maschine	PS	2	4	6	16	30	60.

Vergl. die Tafeln S. 556 u. f. und Formel S. 558.

Vor jedem Gasmotor ist in die Gasleitung ein Apparat zur Aufhebung des Zuckens benachbarter Flammen anzubringen: Gummibeutel mit Regulator, Beutelventil und Antifluktuator von E. Schrabetz u. a.; möglichst nahe am Motor. Zur Kühlung der Arbeitscylinder auf mindestens 60° C sind etwa 40 l Druckwasser f. d. PS i. d. Std. nötig; Kühlgefäße, in denen das Wasser umläuft, sind nach der abzuleitenden Wärmemenge zu berechnen.

Die Zündung erfolgt durch Magnet-Induktoren, Glühröhrchen aus Porzellan oder durch Zündschieber; die Gaswirkung auf den Kolben ist meist einseitig; die Cylinder arbeiten im sogen. Viertakt.

Die Steuerung erfolgt durch Schieber seitlich oder am Ende des Cylinders oder durch Ventile. Beim ersten Hingang wird das Luft- und Gasgemisch eingesogen, beim Rückgang verdichtet, das Gemisch wird im Totpunkt entzündet, expandiert und schiebt den Kolben vorwärts, beim Rückgang werden die Verbrennungsgase durch das Ausblaseventil ausgestoßen. Regelung durch Centrifugalpendel-Regulatoren und Regulatoren mit schwingendem Pendel, auf die Gaseinströmung oder die Entzündung des Gasgemisches wirkend.

Umdrehungszahl nach der Gröfse der Leistung zwischen 300 und 120 i. d. Min.

Der Antrieb der Motoren erfolgt nicht von selbst, sondern muß durch Andrehen bewirkt werden.

Vorzüge der Gasmotoren: Keine Explosionsgefahr, keine Dampfkesselanlage nebst Schornstein, Aufstellung ohne behördliche Konzession in jedem Geschofs, geringer Raumbedarf, leichte und einfache Bedienung, Betriebsbereitschaft in jedem Augenblick, daher namentlich auch für zeitweiligen Betrieb geeignet. Möglichkeit der Anlage von Betriebskraft an den verschiedensten und entferntesten Stellen einer Fabrik.

Gasmotoren von Körting in Hannover.

1. Stehende Anordnung.

Leistung in PS.	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8	10
Umdrehungen i. d. Min. . .	300	200	180	180	180	180	170	160	150
Gewicht in kg	200	265	475	670	780	995	1160	1700	2220
Gasverbrauch bei voller Leistung in cbm i. d. Std.	—	0,55	1,0	1,90	2,7	3,40	5,10	6,40	6,90
Ungefährer Preis in <i>M.</i> . .	600	800	1000	1500	1900	2200	2800	3200	3750

2. Liegende Anordnung.

Leistung in PS.	6	8	10	12	16	20	25	30
Umdrehungen i. d. Min. . .	170	170	160	160	150	150	140	140
Weite der Auspuff- und Luftleitung in mm	70	80	80	90	90	100	115	125
Gewicht in kg	1700	2200	2800	3400	4200	5300	6400	7700
Gasverbrauch bei voller Leistung in cbm i. d. Std.	0,7	0,7	0,68	0,68	0,65	0,65	0,64	0,64

Gasmotoren der Gasmotoren-Fabrik Deutz.

1. Stehende Anordnung,

Modell D mit Schiebersteuerung und Schieberflammenzündung oder
mit Ventilsteuerung und Glührohrzündung.

Leistung in PS.	0,5	1	2	3	4	5	6	8
Länge des Motors m	0,800	1,050	1,150	1,250	1,400	1,450	1,550	1,700
Breite " " "	0,730	0,850	0,930	1,020	1,140	1,230	1,300	1,410
Gesamthöhe " " "	1,150	1,370	1,555	1,715	1,900	2,100	2,170	2,400
Umdrehungen i. d. Min.	240	230	210	210	200	200	180	180

2. Liegende Anordnung, einzylindrig, Modell A.

Leistung in PS.	0,5	1	2	3	4	6	8	12	20	30	35
Länge des Motors m	1,890	2,200	2,520	2,740	2,920	3,370	3,470	3,850	4,620	4,690	4,690
Breite " " "	0,800	0,900	0,990	1,100	1,190	1,400	1,400	1,835	1,920	2,100	2,130
Höhe " " "	1,500	1,580	1,650	1,700	1,730	2,000	2,100	2,100	2,000	2,000	2,000
Umdrehungen i. d. Min.	180	180	180	180	160	160	160	140	140	140	140

3. Liegende Anordnung, zweizylindrig, Modell F (bis zu 200 PS).

Leistung in PS.	4	6	8	12	16	20	30	40	60	80	100
Länge des Motors m	2,220	2,500	2,800	3,010	3,310	3,570	3,950	4,100	4,630	5,200	5,200
Breite " " "	1,420	1,630	1,750	1,940	2,060	2,290	2,460	2,830	3,100	3,500	3,500
Höhe " " "	1,600	1,600	1,650	1,700	1,800	1,850	2,000	2,050	2,200	2,300	2,300
Umdrehungen i. d. Min.	220	220	200	200	180	170	150	150	140	140	140

In den vorstehenden Tafeln sind der Kürze wegen einige gangbare Gröfsen fortgelassen.

Während sich **Benzin-Motoren** verhältnismäfsig wenig Eingang verschaffen, scheinen **Petroleum-Motoren** gröfsere Bedeutung zu gewinnen, namentlich für landwirtschaftliche Betriebe, Lokomobilen, Boote u. dergl. Sie werden gebaut in Gröfsen von 0,50 bis 20 PS. Petroleumverbrauch:

bei kleineren Motoren 1 l f. d. PS i. d. Std. und darüber,
bei gröfseren " 0,6 l " " und darunter,


bei einem spec. Gew. des Petroleums von 0,8 bis 0,82.

Die Preise für Petroleum-Motoren stellen sich etwas höher als für Gasmotoren.

Verbrauch der Benzin-Motoren an Benzin 0,5 kg f. d. PS i. d. Std. bei einem spec. Gew. des Benzins von 0,7.

E. Leuchtgas aus Oelen.

Gebräuchlichste Oele für die Gasbereitung in Deutschland Paraffinöl (100 kg Oel kosten 12,10 *M.*), bei der Herstellung des Paraffins aus den Braunkohlen des Beckens um Halle und Weissenfels als Rückstand gewonnen; in anderen Ländern Petroleum- und Naphtha-Rückstände (als Oleonaphtha, Blauöl und Grünöl).

Retorten von -förmigem Querschnitt; in einem Ofen liegen zwei Retorten übereinander; 1 Ofen liefert in 10 Arbeitsstunden 100 bis 120 cbm Gas. Mindestens 1 Reserveofen erforderlich.

Von den Retorten geht das Gas durch die Teervorlage in die Kondensatoren und den Wäscher (zwischen beiden ein Wechselhahn), dann durch eine Gasuhr in den Gasbehälter. Von hier aus wird es der Kompressionspumpe zugeführt; für Eisenbahnzwecke (zweistufige) Kompression bis auf 10 kg f. d. qcm. Durch den Regelungsschrank geht das komprimierte Gas zum Sammel-Recipienten, einem Kessel von 6,5 cbm Inhalt. Gasverlust zwischen Gasuhr und Recipient etwa 11 $\frac{0}{10}$.

100 kg Braunkohlen-Teeröl liefern etwa 40 bis 58 (gemäß Lieferungsbedingungen für Gasöl 54) cbm Oelgas, dessen Leuchtkraft 3- bis 4-mal so groß ist, wie die des Steinkohlengases; für 7 NK Lichtstärke (Wagenflamme) ein Verbrauch von 22 l i. d. Std. (Vergl. S. 170.)

1 cbm Oelgas (für Eisenbahnzwecke) kostet einschl. Verlust durch Kompression, der Verzinsung und Tilgung des Anlagewertes 45,8 $\frac{1}{10}$; eine Eisenbahnwagenflamme kostet daher rd. 1 $\frac{1}{10}$ für die Brennstunde.

Das Gas brennt weiß und bei entsprechender Reinigung geruchlos; da die Oelgasflammen gegen Luftzug unbeständig sind, so müssen sie im Freien in geschlossenen Laternen gebrannt werden. Das mitunter vorkommende Rauchen des Gases liegt an zu geringer Wärme der Retorte; beste Vergasungswärme: Kirschrotglühhitze. Zu Heizzwecken und zum Betreiben von Gasmotoren läßt sich das Gas vorteilhaft benutzen (s. S. 563); man verbraucht zur Erzielung derselben Wärme oder derselben Leistung bei Anwendung der doppelten Luftmenge halb so viel Oelgas als Steinkohlengas; bei Ottoschen Motoren 0,5 cbm Gas f. d. PS i. d. Std.

FÜNFZEHNTER ABSCHNITT.

ELEKTROTECHNIK.*)

I. ALLGEMEINES.

A. Mafseinheiten.

a. Elektrische Größen.

Praktisches Mafssystem, angenommen vom Pariser Kongrefs 1881.)**

Einheit.	Name.	Zeichen.	Verhältnis zur absol. Einheit.	Dimension der absoluten Einheit.
Elektricitätsmenge	Coulomb	Cb	10^{-1}	$l^{1/2} m^{1/2}$
Stromstärke (J)	Ampère	A	10^{-1}	$l^{1/2} m^{1/2} t^{-1}$
Widerstand (W)	Ohm***)	Ω	10^9	$l t^{-1}$
Elektromotorische Kraft (E)	Volt	V	10^8	$l^{3/2} m^{1/2} t^{-2}$
Elektrische Kapazität	Farad	Φ	10^{-9}	$l^{-1} t^2$
Arbeit	Voltcoulomb	VCb	10^7	$l^2 m t^{-2}$
Leistung, Effekt (L)	Voltampère oder Watt	VA	10^7	$l^2 m t^{-3}$
	Elektrische Pferdestärke			
			$= 736 \text{ VA} (= 75 \text{ mkg i.d.Sek.})$	

Das Millionenfache bzw. der millionte Teil dieser Einheiten wird durch Vorsetzen der Silben „Mega“ bzw. „Mikro“, das Tausendfache bzw. der tausendste Teil der Einheiten durch Vorsetzen der Silben „Kilo“ bzw. „Milli“ bezeichnet; z. B. 1 Mikrovolt = 10^{-6} Volt und 1 Kilowatt = 10^3 Watt.

*) Unter Benutzung von Grawinkel und Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Verlag von J. Springer; Uppenborn, Kalender für die Elektrotechnik; Kittler, Handbuch der Elektrotechnik.

**) Dem praktischen Mafssystem liegt zu grunde das absolute elektromagnetische Mafssystem bezogen auf Centimeter als Längen- (l), Gramm als Massen- (m), Sekunde als Zeit- (t) Einheit. (C.G.S. = Centimeter-Gramm-Sekunde-System.)

***) Das legale Ohm = 1,06 Siemens-Einheiten (1 SE = Widerstand, den eine Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0° bietet); 1 SE = 0,948 Ω .

b. Magnetische Größen.

1. Anziehung und Abstofsung.

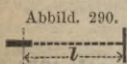
Die Kraft f , mit welcher ein (isoliert zu denkender) Magnetpol einen anderen anzieht bezw. abstößt, ist proportional den wirkenden magnetischen Massen m_1 und m_2 , und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung r der Pole:

$$f = \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

Gleichnamige Pole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

2. Stabmagnetismus oder magnetisches Moment.

Ein Magnet besitzt ein magnetisches Moment I , wenn er auf einen anderen, gleich starken Magnet in der Entfernung l (in der angedeuteten Lage, Abbild. 290) das



Drehmoment $I : l^3$ ausübt. Dimension $l^{5/2} m^{1/2} t^{-1}$.

3. Spezifischer Magnetismus

= Quotient aus magnetischem Moment durch Masse des Magnets; Dimension $l^{5/2} m^{-1/2} t^{-1}$; bei guten Stahlmagneten ~ 40 , bei besonders gestreckter Form ~ 100 , bei Elektromagneten aus sehr gutem, weichem Eisen bis 200 Einheiten.

4. Magnetisches Feld.

Am besten vorzustellen mittelst der **Kraftlinien**. Jede Kraftlinie bildet eine geschlossene Kurve. Positive Richtung der Kurve diejenige, nach welcher der Nordpol einer Magnetnadel zeigt (nach dem Südpol des Magnets). **Stärke** des magnetischen Feldes gemessen durch die Dichte der Kraftlinien (deren Zahl durch Fläche [in qcm] senkrecht zu ihrer Richtung). Ein magnetisches Feld hat die Stärke 1, wenn in ihm eine Magnetnadel vom Moment 1, deren Achse senkrecht zu den Kraftlinien, das Drehmoment 1 erfährt. Dimension $l^{-1/2} m^{1/2} t^{-1}$. Homogenes Feld ein solches, bei dem alle Kraftlinien parallel und überall gleich dicht. Eisen (besonders weiches) besitzt große Aufnahmefähigkeit für magnetische Kraftlinien, lenkt sie aus ihrer Richtung ab und führt sie in großer Zahl durch sich hindurch.

B. Elektrische Grundgesetze.

a. Ohmsches Gesetz.

$E = JW$ (Elektromotorische Kraft = Stromstärke \times Widerstand). In dieser Gestalt gültig für einen einfachen Stromleiter.

Für verzweigte Stromleiter bei Vorhandensein verschiedener elektromotorischer Kräfte gilt für jeden einzelnen geschlossenen Stromkreis **das 1. Gesetz von Kirchhoff:**

$$\sum E = \sum JW.$$

Außerdem gilt für jeden Knotenpunkt **das 2. Gesetz von Kirchhoff:**

$$\sum J = 0,$$

d. h. in jedem Verzweigungspunkt ist die Summe der von diesem Punkte wegfließenden Ströme gleich der Summe der hinfließenden.

b. Leitungswiderstand.

1. Die Größe des Widerstandes W (in Ω) eines Leiters von der Länge l (in m) und dem Querschnitt q (in qmm) beträgt:

$$W = c \frac{l}{q};$$

dabei ist c der spezifische Leitungs-Widerstand, abhängig von dem Stoff (und der Temperatur) des Leiters.

Spezifischer Leitungs-Widerstand c fester Stoffe.

(Bei Zimmertemperatur.)

Name.	c .	Δc .	Name.	c .	Δc .
Aluminium	0,03—0,05	+ 0,004	Nickelin . .	0,43—0,49	+ 0,00026
„ -Bronze	0,12	+ 0,001	Platin . . .	0,12—0,16	+ 0,004
Blei	0,22	+ 0,004	Quecksilber	0,95	+ 0,0009
Eisen	0,10—0,12	+ 0,004	Silber	0,016—0,018	+ 0,004
Kupfer . . .	0,018—0,019	+ 0,004	Zink	0,06	+ 0,004
Messing . . .	0,07—0,08	+ 0,0015	Kohle	100—1000	— 0,0003 bis—0,0008
Neusilber . .	0,15—0,49	+ 0,00022 bis+0,0007	Manganin } Thermotan }	0,4—0,6	<+0,00002
Nickel	0,12	+ 0,004			

Δc = Aenderung von c für 1° Temperaturerhöhung in Teilen von c .

Der zu Telegraphenzwecken verwandte Eisendraht von 4 mm Stärke besitzt für 1 Meile = 71 Ω ; für 1 km = 9,5 Ω .

Spezifischer Leitungs-Widerstand verdünnter Schwefelsäure.

(Bei 18° C.)

l in m, q in Quadratdecimeter. Für 1° Temperaturerhöhung nimmt der Widerstand um 1,2 bis 3,5%, bei der gebräuchlichsten Säure für Akkumulatoren um 1,4% ab.

Gewichtsteile H_2SO_4 auf 100 Teile Lösung												
	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
$c =$	5,1	2,7	2,0	1,6	1,5	1,4	1,5	1,6	2,0	2,9	5,0	9,7

2. Stromverzweigung.

Bei der Verzweigung eines Stromleiters verteilen sich die Stromstärken auf die einzelnen parallel geschalteten Zweige umgekehrt proportional ihren Widerständen. Die Summe der Teilströme ist gleich dem ungeteilten Strome.

$$i_1 : i_2 : i_3 \dots = \frac{1}{w_1} : \frac{1}{w_2} : \frac{1}{w_3} \dots$$

$$i_1 + i_2 + i_3 \dots = J.$$

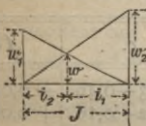
Der **Gesamtwiderstand** w ergibt sich mittelst der Teilwiderstände $w_1, w_2 \dots$ aus:

$$\frac{1}{w} = \frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \frac{1}{w_3} \dots;$$

für zwei parallel geschaltete Leiter z. B. wird

$$w = \frac{w_1 w_2}{w_1 + w_2}.$$

Abbild. 291.



Abbild. 292.



Zeichnerische Bestimmung von w aus w_1 und w_2 , sowie von i_1 und i_2 aus J s. Abbild. 291. (Bei mehr als 2 Zweigleitungen ist das Verfahren wiederholt anzuwenden.) Bei n gleichen Zweigen ist $w = w_1 : n$.

Bei der **Wheatstoneschen Brücke** (Abbild. 292) ist, wenn das Galvanometer keinen Ausschlag mehr gibt: $x = \frac{bc}{a}$.

c. Joulesches Gesetz.

Wird ein Leiter vom Widerstand $w \Omega$ von einem Strom, dessen Stärke $= i$ A, durchflossen, so wird in t Sek. eine Wärmemenge Q (in Gramm-WE. gemessen) erzeugt, für welche gilt:

$$Q = 0,24 i^2 w t.$$

d. Faradays elektrolytisches Gesetz.

Ein Strom von i Ampère scheidet in t Zeiteinheiten eine Menge G (in g) aus:

$$G = k a i t,$$

worin a = chemisches Äquivalent, welches aus Atomgewicht und Wertigkeit ($H=1$) zu berechnen ist, und

für t in Sek.	in Min.	in Std.
$k = 0,00001038$	$= 0,000623$	$= 0,03738$

Element.	<i>a</i> .	1 Cb (1 A i. d. Sek.) scheidet aus mg	1 A i. d. Std. scheidet aus g	Element.	<i>a</i> .	1 Cb (1 A i. d. Sek.) scheidet aus mg	1 A i. d. Std. scheidet aus g
Aluminium .	9,1	0,09449	0,34018	Platin	98,5	1,00932	3,63357
Blei	103,5	1,07160	3,85780	Quecksilber .	100	1,03740	3,73450
Gold	65,7	0,67911	2,44480	Sauerstoff . .	8	0,08286	0,29830
Kalium	39,1	0,40600	1,46156	Silber	108	1,11800	4,02500
Kupfer	31,7	0,32709	1,17700	Wasserstoff .	1	0,01038	0,03738
Magnesium . .	12	0,12460	0,44856	Zink	32,5	0,33696	1,21330
Nickel	29,5	0,30425	1,09530	Zinn	59	0,61162	2,20180

Für die Berechnung elektrochemischer Betriebe ist maßgebend der Widerstand des elektrolytischen Bades und die elektromotorische Gegenkraft (Polarisation) E der zu trennenden Verbindung. Für die letztere gilt die Beziehung:

$$E = 0,000043 W = \frac{W}{23300} \text{ Volt,}$$

wenn W = Wärmetönung der zu trennenden Verbindung für 1 Aequivalent des Metalls in g-WE.

(Die Zahlen der Tafel der Wärmetönungen S. 572 beziehen sich auf 1 Atomgewicht (in g); bei der Benutzung der Tafelwerte sind jene daher durch die Wertigkeit der in der Verbindung enthaltenen Metallatome zu dividieren.)

C. Elektromagnetismus und Induktion.

a. Ampèresches Gesetz.

Denkt man sich in einem Stromleiter mit der Richtung des Stromes schwimmend und sieht eine Magnethülse an, so wird ihr Nordpol nach links abgelenkt. Oder: Man kann sich jeden Magnet in seiner Wirkung auf fern gelegene Punkte ersetzt denken durch einen kreisförmigen elektrischen Strom. Die betrachtete Fläche dieses Kreises ist ein Südpol, wenn der Strom im Sinne der Uhrzeigerbewegung verläuft. (Nordpol — entgegengesetzt der Uhrzeigerbewegung.)

b. Magnet-Induktion.

1. Bewegt man ein Leiterelement von der Länge dl mit der Geschwindigkeit v in einem magnetischen Felde von der Stärke H , und bildet das Leiterelement mit den Kraftlinien den Winkel α , die Bewegungsrichtung mit der Ebene durch Kraftlinienrichtung und Leiterelement den Winkel φ , so beträgt die GröÙe der induzierten elektromotorischen Kraft dE (in Volt):

$$dE = 10^{-8} H v dl \sin \alpha \sin \varphi.$$

Tafel der Wärmetönungen nach Naumanns Lehr- und Handbuch der Thermochemie.

Metalle.	Verbindung mit Sauerstoff.		Verbindung mit Chlor.				Verbindung mit Schwefel.		Verbindung mit Schwefelsäure.		Verbindung mit Salpetersäure.	
	Zusammensetzung eines Atoms.	Wärmetönung in g-WE.	Zusammensetzung eines Atoms.	Verbindung.	Lösung in Wasser.	Reaktion in wässriger Lösung.	Zusammensetzung eines Atoms.	Wärmetönung in g-WE.	Zusammensetzung eines Atoms.	Wärmetönung in g-WE.	Zusammensetzung eines Atoms.	Wärmetönung in g-WE.
Kalium . . .	$K_{20}O_{10}$ aq	164560	K_2Cl_2	211220	—	202340	K_2S_2 aq	113260	$K_2O_3SO_3$ aq	193550	$K_2O_3N_2O_5$ aq	192100
Natrium . . .	Na_2O_{10} aq	155260	Na_2Cl_2	195380	2360	192020	Na_2S_2 aq	103960	$Na_2O_3SO_3$ aq	186640	$Na_2O_3N_2O_5$ aq	182620
Calcium . . .	CaO_{10} aq	149460	$CaCl_2$	170230	17410	187640	CaS_2 aq	98330	CaO_3SO_3 aq	180660	$CaO_3N_2O_5$ aq	177360
Magnesium . . .	MgO_2H_2O	145060	$MgCl_2$	151010	35920	186930	MgS	79660	MgO_3SO_3 aq	180180	$MgO_3N_2O_5$ aq	176480
Aluminium . . .	Al_2O_3 aq	388800	Al_2Cl_6	321870	133690	473560	Al_2S_3	124400	$Al_2O_3SO_3$ aq	451700	—	—
Mangan . . .	MnO_2H_2O	94770	$MnCl_2$	111990	16010	128000	MnS_2 aq	46370	MnO_3SO_3 aq	46370	$MnO_3N_2O_5$ aq	117720
Zink . . .	ZnO_2H_2O	116280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisen . . .	FeO_2H_2O	82680	$ZnCl_2$	97210	15630	112840	ZnS_2 aq	41550	ZnO_3SO_3 aq	106090	$ZnO_3N_2O_5$ aq	102510
„	FeO_2H_2O	68280	$FeCl_2$	82050	17900	99950	FeS_2 aq	23750	FeO_3SO_3 aq	93200	$FeO_3N_2O_5$ aq	89670
„	Fe_2O_3 aq	191130	Fe_2Cl_6	192060	63360	253420	CoS_2 aq	—	$Fe_2O_3SO_3$ aq	224880	—	—
Kobalt . . .	CoO_2H_2O	63400	$CoCl_2$	76480	18340	94820	—	21740	CoO_3SO_3 aq	88670	$CoO_3N_2O_5$ aq	84540
„	Co_2O_3 aq	149300	—	—	—	—	NiS_2 aq	—	—	—	—	—
Nickel . . .	NiO_2H_2O	60840	$NiCl_2$	74530	19170	93700	—	19370	NiO_3SO_3 aq	86950	$NiO_3N_2O_5$ aq	83420
„	Ni_2O_3 aq	120380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kupfer . . .	CuO_2H_2O	37320	—	—	—	—	Cu_2S	—	CuO_3SO_3 aq	55960	$CuO_3N_2O_5$ aq	52410
„	CuO	37160	$CuCl_2$	51030	—	62710	—	20240	—	—	—	—
„	Cu_2O	40810	Cu_2Cl_2	65760	—	—	—	—	—	—	—	—
Blei . . .	PbO	50300	$PbCl_2$	82770	6800	73970	PbS	20400	PbO_3SO_3 aq	73800	$PbO_3N_2O_5$ aq	68070
Zinn . . .	SnO_2H_2O	68090	$SnCl_2$	80790	350	81140	—	—	—	—	—	—
„	SnO_2H_2O	133490	$SnCl_4$	127240	29920	157160	HgS	16860	—	—	—	—
Quecksilber . . .	HgO	30660	Hg_2Cl_2	63160	—	59860	—	—	—	—	—	—
„	Hg_2O	42200	Hg_2Cl_2	82550	—	—	—	—	—	—	—	—
Silber . . .	Ag_2O	5900	Ag_2Cl_2	58760	—	—	Ag_2S	5310	$Ag_2O_3SO_3$ aq	20390	$HgO_3N_2O_5$ aq	37320
Gold . . .	—	—	$AuCl_3$	22810	—	—	—	—	—	—	$Hg_2O_3N_2O_5$ aq	47990
„	—	—	Au_2Cl_3	11620	4450	27260	—	—	—	—	$Ag_2O_3N_2O_5$ aq	16780

Die gesamte elektromotorische Kraft E wird:

$$E = 10^{-8} \int H v dl \sin \alpha \sin \varphi.$$

E nimmt den größten Wert an für $\alpha = 90^\circ$ und $\varphi = 90^\circ$.
Bewegt sich z. B. ein geradliniger Leiter von der Länge l in dieser Weise, so wird:

$$E = 10^{-8} H v l \text{ Volt.}$$

(l in cm, v in cm i. d. Sek.)

2. Die **Richtung** des induzierten Stromes bestimmt folgende Regel:

Denkt man sich im magnetischen Felde befindlich, so daß die Kraftlinien (in ihrer positiven Richtung) in die Füße ein-, bei dem Kopfe austreten, und sieht in die Richtung der Bewegung, so fließt der Strom nach rechts.

3. Wenn von zwei benachbarten Leitern der eine von einem Strome mit wechselnder Stärke durchflossen wird, so beträgt die in dem sekundären Stromkreise induzierte elektromot. Kraft:

$$E = M \frac{di}{dt},$$

worin i die Stromstärke im ersten Leiter,

$$M \text{ der Induktionskoeffizient} = \iint \frac{\cos \varepsilon}{r} dl dl'.$$

(dl und dl' zwei Leiterelemente, ε der von ihnen gebildete Winkel, r ihre Entfernung.)

4. Induktion in Dynamomaschinen.

Bezeichnet:

H die mittlere Stärke des magnet. Feldes zwischen Polschuh und Anker, in Einheiten des absol. Systems gemessen,

F die Größe der Fläche der Polschuhe (senkrecht zu den Kraftlinien) in qcm, also

$Z = FH$ die Anzahl der Kraftlinien, die vom Pol zum Anker übertreten,

$2N$ die Zahl der wirksamen Drähte auf dem Anker (mithin Windungszahl beim Trommelanker = N , beim Ringanker = $2N$),

n die Umdrehungszahl i. d. Min.,

so ist die **mittlere elektromotorische Kraft**:

$$E = \frac{10^{-8}}{60} \cdot 2ZNn = \frac{10^{-8}}{60} \cdot 2FHNn \text{ Volt.}$$

Einfache Regel für die Stromrichtung: Man betrachte die Leiterfläche in der positiven Richtung der Kraftlinien, so verläuft der Strom im Sinne der Uhrzeigerbewegung, wenn sich bei der Bewegung die Anzahl der die Kreisebene schneidenden Kraftlinien vermindert (Abbild. 293); in umgekehrter Richtung bei Vermehrung der Kraftlinien. Soll die Maschine als Motor dienen, so ist die Leiterfläche bestrebt, sich so zu bewegen, daß sie möglichst viel gleich gerichtete Kraftlinien in sich aufnimmt, bezw. ungleich gerichtete ausscheidet (Abbild. 294)

Abbild. 293.



Abbild. 294.



II. GALVANISCHE ELEMENTE.

A. Primäre Elemente.

1. Normalelemente.

Clark. Reines Zink in einer Paste aus Quecksilbersulfat gekocht in gesättigter Zinksulfatlösung, Quecksilber mit eintauchendem Platindraht. Elektromotorische Kraft $E = 1,442$ V bei $15,5^{\circ}$ C; E nimmt für 1° Temperaturerhöhung um $0,087\%$ ab.

Kittler. Amalgamiertes reines Zink in Schwefelsäure von $1,075$ spec. Gewicht bei 18° C; reines Kupfer in Kupfervitriollösung von $1,2$ spec. Gewicht. Elektromotorische Kraft $E = 1,182$ V bei $15,5^{\circ}$ C; E nimmt für 1° Temperaturerhöhung um $0,02\%$ zu.

2. Zusammensetzung und elektromotorische Kraft verschiedener galvanischer Elemente s. S. 575.

B. Akkumulatoren (Sammler).

Zwei Bleiplattensysteme (gegossene oder geprefste Gitter oder geriefte Platten aus Blei, welche mit Bleiverbindungen ausgefüllt sind, u. zw. die positive [braune] mit Mennige, die negative [graue] mit einem Gemisch von Bleiglätte und Mennige) tauchen in verdünnte Schwefelsäure, deren spec. Gewicht im ungeladenen Zustande $= 1,15$, im geladenen $1,21$ betragen soll. Die Zahl der negativen Platten ist in der Regel um 1 größer als die der positiven.

Spannung beim Laden anfangs $2,1$ V, steigt bis $2,6$ V; beim Entladen anfangs 2 V, sinkt nach kurzer Zeit auf $1,95$ bis $1,92$ V (man hört am besten mit dem Entladen auf, wenn die Spannung auf $1,85$ V gesunken). Ist eine größere Spannung ($= n$ V) erforderlich, so ist eine entsprechende Anzahl von Sammlern ($\frac{1}{2}n + 2$ bis 6 Reservezellen) hintereinander zu schalten.

2. Zusammensetzung und elektromotorische Kraft verschiedener Elemente.

Name.	Lösungs- elektrode.	Lösungsflüssigkeit.	Ableitungs- elektrode.	Depolarisierende Körper.	Elektromot. Kraft. V
Daniell**)	amalg. Zink*)	Schwefelsäure 1 : 12	Kupfer	Kupfervitriol gesättigt	0,97
Daniell**)	amalg. Zink	Schwefelsäure 1 : 4	Kupfer	Kupfervitriol gesättigt	1,068
Daniell**)	amalg. Zink	Chlornatrium 1 : 4	Kupfer	Kupfervitriol gesättigt	1,05
Daniell**)	amalg. Zink	Zinkvitriol	Kupfer	Kupfervitriol	0,94
Siemens (Pappelement)	amalg. Zink	Papiermasse mit Schwefel- säure durchknetet	Kupfer	Kupfervitriol	0,9
Krüger, Element der deutschen Reichs- Telegr.-Verwaltung	Zink	Zinkvitriollösung	Verkupferte Bleiplatte	Kupfervitriollösung	1,008
Meidinger	amalg. Zink	Bittersalzlösung gesättigt	Blei	Kupfervitriol gesättigt	0,952
Grove**)	amalg. Zink	Schwefelsäure 1 : 12	Platin	Salpeters. 1,33 spec. Gew. rauchende Salpetersäure	1,79
Bunsen**)	Zink	Schwefelsäure 1 : 12	Kohle	12 T. Kaliumbichromat 25 „ Schwefelsäure 100 „ Wasser	1,88
Bunsen	Zink	Schwefelsäure 1 : 15—20	Kohle	16 T. Kaliumbichromat 37 „ reine Schwefels. 100 „ Wasser	2,03
Bunsen- Tauchelement	amalg. Zink	= dem depolarisierenden Körper	Kohle	16 T. Kaliumbichromat 37 „ reine Schwefels. 100 „ Wasser	2,13
Leclanché	amalg. Zink	Salmiaklösung	Kohle mit Braunstein	Salmiaklösung	1,47
Lalande und Chaperon	Zink	Kalilauge oder Pottasche 30—40%	Eisen	—	1,0

Die Schwefelsäure in Gebrauchselementen soll man nie stärker als 1 : 20 nehmen.

*) Amalgamieren am besten nach Reynier: Dem geschmolzenen Zink wird 4% Quecksilber beigemischt. (Vorsicht!)

***) Die Elemente haben Thonzelle.

Stromstärke beim Laden und Entladen richtet sich nach der Gröfse und der Konstruktion der Zellen; etwa auf 1 kg Plattengewicht 2,4 bis 2,9 A, für Tudor-Sammler indes 0,7 A. Als Stromdichte rechnet man auf 1 Quadratdecimeter der positiven Platten 0,6 bis 1 A, bei Tudor nur 0,4 bis 0,5 A. Die Aufnahmefähigkeit beträgt 4 bis 8 A-Std. auf 1 kg Plattengewicht.

Für fortzubewegende Zellen nimmt man die Beanspruchung möglichst hoch; für feststehenden Betrieb sind schwere Akkumulatoren mit weit geringerer Beanspruchung und Aufnahmefähigkeit ihrer gröfseren Haltbarkeit wegen vorzuziehen.

Gute Akkumulatoren liefern $\sim 90\%$ der Elektrizitätsmenge und ~ 75 bis 80% der angewandten Energie zurück.

Die erste **Ladung** mufs begonnen werden, sobald die Säure eingegossen ist, und so lange fortgesetzt werden, bis die positiven Platten dunkelbraune Farbe haben und das spec. Gewicht der Säure von 1,15 bis wenigstens 1,18 gestiegen ist (16 bis 40 Std.). (Die negativen Platten sind dann grau.) Ueberladen schadet meistens nichts. Manche Konstruktionen jedoch gehen dadurch schnell zu grunde.

Es sollen stets diejenigen Zellen gleichzeitig geladen werden, welche in gleicher Weise erschöpft sind. Zum Laden eine Nebenschlußmaschine zu verwenden.

Das **Entladen** darf nie vollständig geschehen. Vollständige Erschöpfung sehr schädlich. Die Platten müssen stets mit Säure bedeckt in einem kühlen Raume stehen. Bei Verdunstung ist reines Wasser bezw. verdünnte Schwefelsäure nachzufüllen. Die Sammler sollen immer nur voll geladen längere Zeit unbenutzt stehen bleiben. Wenn (durch übermäfsiges Entladen oder Stehen im ungeladenen Zustande) die negativen Platten sich mit einer weifsen Schicht Bleisulfat bedeckt haben, so ist diese Schicht durch langsames, fortgesetztes Laden zu entfernen. Der Säure wird zweckmäfsig etwas saures schwefelsaures Natron oder Soda zugesetzt, wodurch die Bildung von Bleisulfat vermindert werden soll.

Instandhaltung. Die Zellen sind sorgfältig gegen einander und gegen die Erde zu isolieren. Sie stehen auf einem stark mit Oel getränktem Holzgestell, und werden zur gröfseren Sicherheit nochmals besonders auf Porzellanfüfse oder Hartgummirohre gestellt. Die benutzte Säure mufs ganz rein sein. Die sich entwickelnden Gase müssen freien Abzug finden. Jede Zelle mufs einzeln nachgesehen werden können.

Verwendung der Akkumulatoren. Aufspeicherung von Elektrizität, um Strom auch nach Abstellen der Maschine entnehmen zu können, oder um zeitweilig überschüssige Betriebsarbeit dann zu verwenden, wenn der Bedarf durch die vorhandene Betriebskraft nicht gedeckt wird (z. B. bei Beleuchtungsanlagen Betrieb der

Dynamos auch am Tage). — Ausnutzung konstanter Betriebskraft, Wassermotoren u. s. w. bei unterbrochener Arbeit. Als Kraftspeicher bei der Fortbewegung von Fahrzeugen (Straßenbahnwagen, Booten). Vergl. S. 601.

C. Schaltung von Elementen.

w_a = äußerer Widerstand, w_i = innerer Widerstand eines Elementes; n Elemente nebeneinander und h Gruppen hintereinander geschaltet:

$$J = \frac{h E}{\frac{h}{n} w_i + w_a}.$$

für reine Hintereinanderschaltung ($n = 1$):

$$J = \frac{h E}{h w_i + w_a} = \frac{E}{w_i + \frac{w_a}{h}},$$

für reine Nebeneinanderschaltung ($h = 1$):

$$J = \frac{E}{\frac{w_i}{n} + w_a}.$$

Bei gegebener Zahl z der Elemente wird J ein Maximum

$$\text{für } h = \sqrt{\frac{z w_a}{w_i}} \text{ oder } n = \sqrt{\frac{z w_i}{w_a}}; J_{\max} = \frac{E}{2} \sqrt{\frac{z}{w_i w_a}}.$$

(Reine Hintereinanderschaltung also vorteilhaft, wenn w_a gegen w_i sehr groß, reine Nebeneinanderschaltung, wenn w_i gegen w_a sehr groß; sonst h Gruppen zu je n Elementen.)

III. DYNAMOMASCHINEN.

A. Gleichstrommaschinen.

a. Allgemeine Beziehungen.

1. Schaltung der Anker- und Schenkelwicklung.

Hauptstrommaschine, Abbild. 295:

Anker — Schenkel — äußerer Kreis — Anker.

Nebenschlussmaschine, Abbild. 296:

Anker $\left\{ \begin{array}{l} \text{Schenkel} \\ \text{äußerer Kreis} \end{array} \right\}$ Anker.

Doppelschlussmaschine, Abbild. 297:

Anker $\left\{ \begin{array}{l} \text{unmittelbare Wicklung — äußerer Kreis} \\ \text{Nebenschlusswicklung} \end{array} \right\}$ Anker.

Doppelschlussmaschine, Abbild. 298:

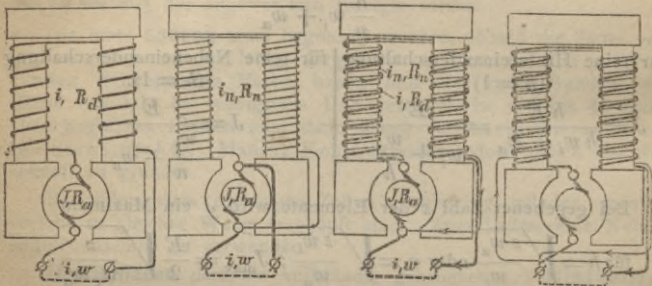
Anker — unmittelbare Wicklung $\left\{ \begin{array}{l} \text{äußerer Kreis} \\ \text{Nebenschlusswicklung} \end{array} \right\}$ Anker.

Abbild. 295.

Abbild. 296.

Abbild. 297.

Abbild. 298.

**b. Hauptgleichungen.**

Es bezeichne:

E die elektromotorische Kraft in V ,

J die Stromstärke im Anker in A ,

e die Klemmenspannung in V ,

i die Stromstärke im äußeren Stromkreise in A ,

i_n die Stromstärke im Nebenschluss in A ,

$L = EJ$ die gesamte elektrische Leistung in VA (Watt),

$l = ei$ die Nutzleistung (Arbeit im äußeren Kreise) in VA (Watt),

$\eta_e = \frac{l}{L} = \frac{ei}{EJ}$ den elektrischen Wirkungsgrad,

$\eta_m = \frac{ei}{736 A}$ den mechanischen Wirkungsgrad, hierin

A die Leistung, welche vom Motor auf die Dynamomaschine übertragen wird, in PS ; ferner bezeichnet:

R_a den Widerstand des Ankers in Ω ,

R_d den Widerstand der unmittelbaren Schenkelwicklung in Ω ,

R_n den Widerstand der Nebenschlusswicklung in Ω ,

w den Widerstand des äußeren Stromkreises in Ω .

N s. S. 573.

Zwischen diesen Gröfsen bestehen nach dem Ohmschen Gesetz Beziehungen, welche in Tafel S. 580 zusammengestellt sind.

Aufser diesen Beziehungen gilt die **Grundgleichung**:

$$E = \frac{2}{60} \cdot \frac{1}{10^8} N F H n \text{ Volt.}$$

c. Gang der Berechnung.

Bei dem Entwurf einer Maschine sind zwar in der Regel e und i gegeben; für die Rechnung ist es jedoch bequemer, von E und J auszugehen. (Man überzeugt sich dann nachher, ob diesen Werten die vorgeschriebenen von e und i entsprechen). Um das erforderliche E zu erzielen, entscheidet man zunächst nach den besonderen Verhältnissen über die Art der Anker-Konstruktion, wählt darauf FH und n und berechnet die Windungszahl:

$$N = \frac{60}{2} \cdot 10^8 \frac{E}{F H n}.$$

N giebt bei dem Trommelanker die ganze, bei dem Ringanker die halbe Windungszahl an.

Für die Wahl von n maßgebend: Festigkeitsverhältnisse; (nach Kittler sei die Umfangsgeschwindigkeit für Cylinderring- und Trommelanker < 15 , für Flachringanker < 20 m i. d. Sek.); Antrieb u. s. w.

Die Gröfse FH ist abhängig (vergl. S. 582):

1. von der Gestalt und Masse des Eisens in den Feldmagneten und dem Anker;
2. von der Art der Schenkelwicklung und der Anzahl der Ampèrewindungen.

Von untergeordneter Bedeutung sind: Rückwirkungen des Ankerstromes auf den Magnetismus des Feldes (— von erheblichem Einfluß bei Maschinen mit wenig Eisen und großer Ankerwindungszahl), remanenter Magnetismus im Eisen, Selbstinduktion der Bewicklungen.

Die Gröfse des Schenkelstromes (vergl. Tafel S. 580) hängt ab von den übrigen Gröfsen J , R_n , e und daher auch von E u. s. w.

Diese Wechselbeziehungen stellt man am besten übersichtlich durch Kurven (Charakteristik u. s. w.) dar, welche eine der maßgebenden Gröfsen als Abscissen, die anderen als Ordinaten enthalten.

i als Abscisse, E als Ordinate = Innere Charakteristik.

i „ „ „ e „ „ „ = Aeußere „ „ „

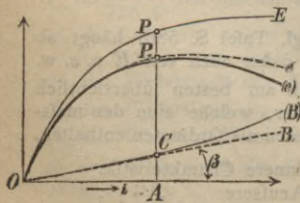
Das Ohmsche Gesetz für

Maschinengattung.	J	i	i_n
Magnetmaschine und Maschine mit Sondererregung.	$\frac{E}{R_a + w} = \frac{e}{w} = i$	J	—
Hauptstrommaschine.	$\frac{E}{R_a + R_d + w} = \frac{e}{w} = i$	J	—
Nebenschlußmaschine.	$\frac{E}{R_a + \frac{w R_n}{w + R_n}} = \frac{e}{w} \left(1 + \frac{w}{R_n}\right) = i + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{w}$	$\frac{e}{R_n}$
Doppelschlußmaschinen.	Nebenschluß parallel zum Anker. $\frac{E}{R_a + \frac{(w + R_d) R_n}{w + R_d + R_n}} = \frac{e}{w} \left(1 + \frac{w + R_d}{R_n}\right) = i \left(1 + \frac{R_d}{R_n}\right) + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{w}$	$\frac{e + i R_d}{R_n}$
	Nebenschluß parallel zum äußeren Kreis. $\frac{E}{R_a + R_d + \frac{w R_n}{w + R_n}} = \frac{e}{w} \left(1 + \frac{w}{R_d}\right) = i + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{w}$	$\frac{e}{R_n}$

*) $\frac{R_a}{R_n}, \frac{R_d}{w}$, meistens auch $\frac{w}{R_n}$ können

Beispiel der Charakteristik einer Hauptstrommaschine. (Abbild. 299.)

Abbild. 299.



OP (die innere Charakteristik) sei theoretisch oder durch Versuche gefunden, so ergibt sich ein Punkt P_1 der äußeren Charakteristik, wenn man die Gerade OB unter dem Winkel β so zieht, daß $\operatorname{tg} \beta = R_a + R_d$, und $AC = PP_1$ macht. Scheinbar steigt $R_a + R_d$ mit wachsendem i infolge der Selbstinduktion im Anker [Kurve $O(B)$], daher fällt die äußere Charakteristik etwas schneller [Kurve (e)].

Gleichstrommaschinen. *)

E	η_e
$e + J R_a = e \left(1 + \frac{R_a}{w}\right)$	$\frac{e}{E} = \frac{w}{w + R_a}$
$e + J(R_a + R_d) = e \left(1 + \frac{R_a + R_d}{w}\right)$	$\frac{e}{E} = \frac{w}{w + R_a + R_d}$
$e + J R_a = e \left(1 + \frac{R_a}{R_n} + \frac{R_d}{w}\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 w}{i^2 w + i_n^2 R_n + J^2 R_a}$
$e + J R_a + i R_d = e \left(1 + \frac{R_d + R_a}{w} + \frac{R_a}{w} \cdot \frac{w + R_d}{R_n}\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 w}{i^2 (w + R_d) + i_n^2 R_n + J^2 R_a}$
$e + J(R_a + R_d) = e \left(1 + \frac{w + R_n}{w R_n} (R_a + R_d)\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 w}{i^2 w + J^2 (R_a + R_d) + i_n^2 R_n}$

praktisch gegen 1 vernachlässigt werden.

d. Berechnung nach Kapp.

Kapp stellt für die erforderliche Anzahl P von Ampèrewindungen eine ähnliche Beziehung auf, wie für einen elektrischen Stromkreis durch das Ohmsche Gesetz gegeben:

$$P = Z W;$$

hierin ist Z die Anzahl der zu erzeugenden Kraftlinien, W der magnetische Widerstand.

Für den magnetischen Widerstand eines Körpers von der Länge L und dem Querschnitte Q gilt:

$$W = e_o \frac{L}{Q};$$

c_σ ist von dem Sättigungsgrade σ des Eisens abhängig, u. zw.:

$$c_\sigma = c \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma}{\frac{1}{2} \pi \sigma};$$

$\sigma = \left\{ \begin{array}{l} \text{Sättigungsgrad} = \text{Verhältnis der erzeugten} \\ \text{Kraftlinienzahl zur größtmöglichen;} \end{array} \right.$

$c = \left\{ \begin{array}{ll} 0,61 & \text{für Luft;} \\ 0,00085 & \text{„ ausgeglühtes, gehämmertes Eisen;} \\ 0,00127 & \text{„ Gufseisen.} \end{array} \right.$

Größte Kraftlinienzahl f. d. qcm Querschnitt: $\sim 1,8 \cdot 10^4$ für Gufseisen, $\sim 2,4 \cdot 10^4$ für Schweifseisen (für besonders gute Sorten sind diese Zahlen etwas höher; für jede benutzte Sorte zu ermitteln).

σ	$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma}{\frac{1}{2} \pi \sigma}$	σ	$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma}{\frac{1}{2} \pi \sigma}$	σ	$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma}{\frac{1}{2} \pi \sigma}$	σ	$\frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma}{\frac{1}{2} \pi \sigma}$
0,05	1,002	0,42	1,176	0,58	1,415	0,74	1,987
0,10	1,008	0,44	1,197	0,60	1,462	0,76	2,118
0,15	1,021	0,46	1,222	0,62	1,510	0,78	2,267
0,20	1,035	0,48	1,245	0,64	1,568	0,80	2,450
0,25	1,042	0,50	1,274	0,66	1,630	0,82	2,670
0,30	1,083	0,52	1,305	0,68	1,700	0,84	2,953
0,35	1,115	0,54	1,338	0,70	1,785	0,86	3,312
0,40	1,159	0,56	1,373	0,72	1,880	0,88	3,791
						0,90	4,470

Gang der Berechnung.

Bezeichnungen (die übrigen s. S. 578):

$Z_a = FH = \frac{60}{2} \cdot 10^8 \cdot \frac{E}{Nn} =$ die im Anker $\left\{ \begin{array}{l} \text{erforderl. Anzahl} \\ \text{von Kraftlinien,} \end{array} \right.$

$N =$ ganze Zahl der Windungen für Trommel,

$=$ halbe Zahl der Windungen für Ring,

$W =$ magnetischer Widerstand, $\sigma =$ Sättigungsgrad,

$L =$ Länge in cm, $Q =$ Querschnitt in qcm.

Es bezieht sich: Zeiger a auf das Ankereisen, l auf den Luftraum zwischen Ankereisen und Polschuhen, s auf die Magnetschenkel.

Man bestimmt $\sigma_a = \frac{Z_a}{Z_a \text{ max}}$, darauf

$$W_a = c_a \frac{L_a \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma_a}{Q_a \frac{1}{2} \pi \sigma_a} \quad \text{und} \quad W_l = 2c_l \frac{L_l}{Q_l} = 1,21 \frac{L_l}{Q_l}.$$

Damit ergibt sich

$$P_1 = (W_a + W_l) Z_a \text{ Ampèrewindungen,}$$

welche erforderlich sind, um Z_a Kraftlinien durch Luft und Anker zu treiben. Das magnetische Feld erhält zweckmäÙsig eine Dichte von 4000 bis 5000 Kraftlinien f. d. qcm bei der Lahmeyerschen Form. Bei den Siemensschen Innenpolmaschinen ist die Dichte wegen der groÙsen Streuung und des geringen Ringquerschnittes etwa nur 2500 Kraftlinien f. d. qcm. Entsprechend dem Verluste durch Streuung ist in den Schenkeln eine größere Anzahl

$$Z_s = \varrho_l Z_a^*)$$

zu erzeugen; hierfür nötig eine Anzahl Ampèrewindungen:

$$P_2 = W_s Z_s,$$

worin wieder

$$W_s = c_s \frac{L_s \operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi \sigma_s}{Q_s \frac{1}{2} \pi \sigma_s}.$$

Als normale Sättigung ist zu empfehlen etwa $\sigma = 0,4$ bis $0,5$ für den Anker und $\sigma = 0,3$ bis $0,4$ für die Schenkel. Die Schenkelsättigung darf etwas erhöht werden, bei einem Anker, wo die Spulen des Ankers in besondere Nuten gelegt sind, da in solchem Falle die Streuung etwas geringer wird.

Im ganzen sind also erforderlich:

$$P = P_1 + P_2 \text{ Ampèrewindungen,}$$

(bei einer Schenkelstromstärke $= i_s$ Ampère daher $m = P : i_s$ Windungen, und umgekehrt bei m Windungen: Schenkelstrom $i_s = P : m$). Trägt man für eine Hauptstrommaschine die so erhaltenen Werte von $i_s = i$ als Abscissen, die zugehörigen E als Ordinaten ab, so erhält man sofort die (innere) Charakteristik. Bei Nebenschlufs- und Doppelschlufmaschinen sind aus E , P und m (bezw. m_n) mit Hülfe des Ohmschen Gesetzes die entsprechenden i zu berechnen.

e. Berechnung nach Hopkinson.

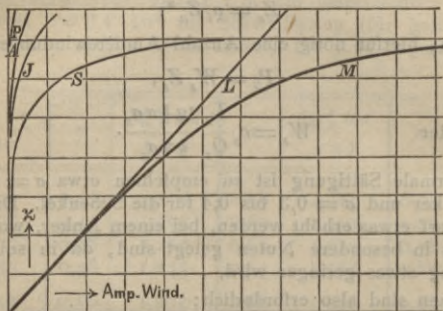
Für das zu verwendende Eisen wird für die Längeneinheit cm und Flächeneinheit qcm die Magnetisierungskurve bestimmt. Die Zahl der Kraftlinien Z als Ordinate, die Zahl der Ampèrewindungen P als Abscisse. Für Luft ist die Magnetisierungskurve eine Ge-

*) ϱ ist von der Maschinengattung abhängig und beträgt etwa 1,12 bis 1,3 (d. h. die Streuung 12 bis 30%). ϱ ist um so geringer, je geringer der Sättigungsgrad der arbeitenden Maschine ist, je mehr Eisen also diese relativ enthält. Bei gleicher Maschinengattung sinkt ϱ mit zunehmender GröÙe der Maschine; es ist für die Lahmeyer-Form die Streuung $\varrho = 12$ bis 15% für Hufeisenmagnete (Siemens) $\varrho = 30\%$, für Innenpole $\varrho = 30\%$.

rade*). Durch Addition der Kurven der einzelnen Teile des magnetischen Kreislaufes Abbild. 300 ($A =$ Anker, $L =$ Luft, $P =$ Polschuhe, $S =$ Schenkel, $J =$ Joch) erhält man die resultierende Kurve M . Bedeutet N_s die Zahl der Windungen und i_s die Stromstärke in der Schenkelwicklung, l die Länge, q den Querschnitt, a, l, s die Zeiger für Anker, Luft, Schenkel, so hat man

$$P = N_s i_s = f \frac{l_a}{q_a} Z_a + \frac{l_l}{q_l} Z_a + f \frac{l_s}{q_s} \rho Z_a.$$

Abbild. 300.



f gibt die Beziehung der erregenden Kräfte zur Stärke des Magnetismus an.

ρ ist der Koeffizient der Streuung.

Die sonstigen Beziehungen dieselben wie in **a.** und **b.**

f. Berechnung und Ausführung der Einzelteile.

1. Feldmagnete.

Für die Wahl der Form des **Eisenkörpers** bietet Anhalt die Berechnung nach Kapp (S. 581). Der Weg der Kraftlinien sei möglichst kurz und gleichmäßig gekrümmt, die Querschnitte der Eisenteile seien möglichst groß. Jede Unterbrechung des Eisenkörpers bietet großen magnetischen Widerstand, daher Magnetschenkel und Grundplatte meistens aus einem Stück gegossen; die Verwendung von Gußeisen aus diesem Grunde (und weil billiger) vorzuziehen, obwohl Schweifeseisen nur etwa $\frac{2}{3}$ so großen magnetischen Widerstand besitzt. Das Eisen der Feldmagnete sei massiv (nicht unterbrochen wie der Ankerkern), damit bei Schwankungen des Schenkelstromes In-

*) Genauerer hierüber s. Grawinkel und Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik; ferner Verhandl. d. V. z. Beförd. d. Gewerbevereins, 1890.

duktionsströme im Eisen zum Entstehen Gelegenheit haben, und so der Magnetismus möglichst konstant bleibe. Um die Streuung gering zu halten, wähle man niedrige Sättigungsgrade (30 bis 50%), vermeide scharfe Kanten und Ecken an den Polflächen und mache die geringste Entfernung zwischen den Polschuhen nicht zu klein (mindestens etwa 7-mal größer als zwischen Polschuh und Ankerkern). Neuere Maschinen haben zum Teil durch dünne „Polbuchsen“ verbundene Pole.

Bringt man die **Bewicklung** auf der Mitte der Schenkel an, so erhöht man die Trägheit des Magnetismus. Je mehr man andererseits die Schenkelbewicklung dem Anker nähert, um so mehr vermeidet man die Streuung.

Stärke der Drähte aus der zulässigen Stromdichte ($< 2 \text{ A f. d. qmm}$) zu bestimmen. Nach Kapp rechne man für 1 V.A., das in der Schenkelwicklung in Wärme verwandelt wird, 10 bis 12 qcm Oberfläche als Schenkel. Auf 1 qcm Schenkelquerschnitt sollen höchstens 50 Ampèrewindungen kommen. (Es giebt Maschinen mit sehr viel Eisen, die nur 7,5 Ampèrewindungen auf 1 qcm Schenkeleisen verbrauchen.)

2. Anker.

1. Der Querschnitt des **Ankerdrahtes** folgt aus der größten Stromstärke J und der zulässigen Stromdichte (2 bis 9 A f. d. qmm, je nach der Dicke des Drahtes und der Konstruktion der Maschine); nach Kapp rechne man für jedes im Anker verbrauchte Voltampère 5 bis 7 qcm Oberfläche bei 10 bis 15 m i. d. Sek. Umfangsgeschwindigkeit und guter Lüftung.

Große Querschnitte des Ankerdrahtes werden aus viereckigen Kupferdrähten oder Barren hergestellt, die nur durch Luft isoliert sind; besser verwendet man statt dicker Drähte mehrere dünne von gleichem Gesamtquerschnitt, die sich bequemer wickeln lassen. Der für die Isolation beanspruchte Raum wird dann jedoch größer.

Die berechnete Windungszahl N ist nun so unterzubringen, daß die Drähte möglichst dicht an die Polflächen kommen und einen möglichst kleinen Raum zwischen Ankereisen und Polflächen erfordern. (Möglichst wenig Lagen übereinander. Fläche statt kreisrunder Drähte.)

Zur Berechnung des Wicklungsraumes kann folgende Formel von Uppenborn dienen:

$$2\delta = 0,43 + 0,07d,$$

worin 2δ = doppelte Dicke der Umspinnung in mm,

d = Durchmesser des blanken Drahtes in mm.

Höchste Spannung zwischen zwei benachbarten Drahtlagen $\sim 20 \text{ V}$ (je nach der Güte der Isolation).

Für die Wahl der Anzahl der Ankerabteilungen (Spulen) sind maßgebend die Schwankungen der elektromotorischen Kraft und

andererseits die Schwierigkeit (bezw. Kosten) der Herstellung des Stromsammlers mit Vermehrung der Abteilungen. Nach Silv. Thompson beträgt die Schwankung der elektromotorischen Kraft:

Zahl der Ankerabteilungen:	2	4	10	15	20	30	40	90
Schwankungen in Prozent:	50	14	2,4	1,1	0,61	0,29	0,14	0,03

(Mit wachsender Zahl der Abteilungen nimmt umgekehrt proportional dieser Zahl die Selbstinduktion ab; auch aus diesem Grunde sei die Anzahl nicht zu klein).

2. Der **Ankerkern** besteht aus bestem weichen Schweifeseisen. Sein Querschnitt bedingt die Form der Polschuhe und umgekehrt. Größe des Querschnittes nicht zu gering, so daß das Ankereisen von der größten Zahl der durchgehenden Kraftlinien zu etwa $\frac{2}{3}$ gesättigt wird. Zur Verhütung von Wirbelströmen ist der Ankerkern durch isolierende Schichten (dünnes Papier oder Oelfarbenanstrich der Bleche) senkrecht zur Richtung der induzierten Ankerströme, also parallel der Drehrichtung und den Kraftlinien zu zerlegen. (Der Weg der Kraftlinien soll dabei nicht gestört werden.) Zerlegung daher beim Trommelanker in ringförmige Scheiben senkrecht zur Achse, bei dem Cylinderringanker in gleicher Weise; der Flachring am besten durch Aufwicklung von Bandeisen hergestellt. Draht im allgemeinen nicht günstig. Verhältnis des gesamten Ankerkernquerschnittes zum wirksamen (Eisen-) Querschnitt = 1,1 bei Eisenblech, = 1,3 bis 1,5 bei Draht.

Die Wicklung ist entweder auf einer glatten Cylinderfläche angebracht und möglichst gering in radialer Ausdehnung gehalten, oder die Spulen liegen in Nuten auf der Cylinderfläche, über welche vielfach noch eine hierzu senkrechte Wicklung von Eisendraht gelegt ist. Bei letzterer Anordnung ist die Streuung der Kraftlinien geringer wegen des geringen Luftzwischenraumes.

Vergleich verschiedener Ankerkonstruktionen.

Beim Trommelanker wirksame Drahtlänge größer als beim Ringanker (dieser Vorteil jedoch nicht erheblich, da im Anker überhaupt nur wenig Draht und geringer Widerstand vorhanden). Wichtiger ist die bessere magnetische Anordnung beim Trommelanker, da der größere Eisenquerschnitt (F) des Ankerkerns und die Vermeidung der beim Ringanker unvermeidlichen starken, beim Flachring sogar doppelten Krümmung der Kraftlinien eine wesentlich größere Zahl von Kraftlinien zuläßt. Dagegen sind die Drähte dem Verbiegen durch die Centrifugalkraft beim Trommelanker mehr als beim Ringanker ausgesetzt (am günstigsten in dieser Beziehung der Flachring). Daher größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit (nach Kittler) beim Cylinderring- und Trommelanker etwa 15, beim Flachringanker 20 m i. d. Sek. Die gleiche Umfangsgeschwindigkeit beim Ringanker mit weniger Umläufen als beim Trommelanker zu erreichen. Gute Lüftung beim Ringanker viel leichter als beim Trommelanker.

Bei kleinen Maschinen braucht die Trommelmaschine weniger Raum für gleiche Leistung. Große Modelle (100 PS und mehr) leichter als Ringmaschine zu konstruieren. Hohe Spannungen bei Trommel schwieriger zu isolieren. Ring leichter anschlussfähig als Trommel.

Schaltung der Spulen s. Kittler, Handbuch der Elektrotechnik.

3. Stromsammler und Bürsten.

1. Auf die Herstellung des **Stromsammlers** ist die größte Sorgfalt zu verwenden. Die einzelnen Lamellen, meistens aus Phosphorbronze gegossen, neuerdings auch mit gutem Erfolge aus Eisen, werden durch 0,8 bis 1 mm starke Blätter aus Prefskarton oder Glimmer (Asbest nicht zu empfehlen) isoliert und durch Kegelschrauben auf einer Büchse fest verbunden. Ende und Anfang von je 2 benachbarten Spulen am besten durch einen gemeinsamen Draht zum Kollektor zu führen und mit letzterem durch Verschraubung oder Löten (letzteres bei starken Strömen unerlässlich) zu verbinden. Bei sehr grossen, langsam gehenden Maschinen mit Cylinderring und Innenpolen lässt man die Bürsten auf der als Kollektor ausgebildeten äusseren Cylinderfläche schleifen.

2. **Bürsten** und Stromsammler nicht aus demselben Material (für Bürsten weiches Material). Die Bürsten, aus Blechlamellen, Drahtbündeln oder Drahtgeweben bestehend, sollen fest, jedoch federnd auf dem Stromabnehmer schleifen und verstellbar sein. Man ordne mindestens zwei Bürsten nebeneinander an, um Auswechslung im Betriebe zu ermöglichen.

3. Die Bürsten sind stets auf die **geringste Funkenbildung** einzustellen. Diese Punkte fallen nahezu mit den Punkten des größten Spannungsunterschiedes zusammen. Bei zweipoligen Maschinen begrenzen letztere einen Durchmesser, der gegen die neutrale Achse des magnetischen Feldes in der Drehrichtung um einen gewissen Winkel verschoben ist. Dieser Winkel wächst mit der Ankerstromstärke. Er ist um so grösser, je grösser die magnetische Rückwirkung des Ankerstromes ist, d. h. je mehr Windungen der Anker für eine bestimmte Spannung erhalten muss. Er ist um so kleiner, je mehr Eisen die Maschinen für die gleiche Leistung enthalten.

Bei n -poligen Maschinen mit Kreuzverbindung im Anker haben die beiden Punkte $\frac{360^\circ}{n}$ Abstand.

4. Mechanische Konstruktion.

1. Die **Achse** ist stärker auszuführen, als bei anderen Maschinen üblich, um zitternde Bewegungen und die daraus folgende Lockerung des Ankers, Funkenbildung u. s. w. zu verhindern. Den grossen Umdrehungszahlen entsprechend ist für besonders gute und breite Lagerung und gründliche Schmierung der Zapfen (Ringschmierung) zu sorgen; Büchsenlager thunlichst zu vermeiden. Befestigung des Ankers auf der Achse äusserst widerstandsfähig durch Messing oder Bronze. Bei Trommelankern werden die Eisenscheiben durch Keilnut gehalten. Flachringe sind magnetisch gut zu centrieren.

2. Die **Riemenscheiben** möglichst gross und breit, die Riemen glatt und ohne wulstige Nähte. **Aufstellung** auf einem Schlitten-

fundament, um den Riemen durch Verschieben der Maschine auch während des Betriebes bequem spannen zu können. Wenn irgend möglich, zum **Antrieb** der Dynamomaschine einen besonderen Motor mit möglichst gleichförmigem Gange (für Glühlichtmaschinen höchstens $1\frac{0}{0}$, für Bogenlichtmaschinen bis $4\frac{0}{0}$ Schwankungen der Umdrehungszahl zulässig).

Besonders störend bei Glühlicht sind Ungleichförmigkeiten durch den Kurbetrieb des Motors. Daher große Schwungmassen. (Vergl. Abteil. I. S. 518.)

Stark veränderliche Belastung der Kessel durch Fabrikbetrieb und dadurch schwankende Kesselspannung kann einen besonderen Kessel für Lichtbetrieb erforderlich machen.

Bei selbsterregenden Dynamomaschinen (d. h. ohne Akkumulatoren) schwankt die Spannung 1,6- bis 2-mal so stark als die Umdrehungszahl.

5. Betriebsverluste.

α) Durch Stromwärmeerzeugung:

1. Leitungswiderstand der Anker- und Schenkelbewicklung;
2. Selbstinduktion und daher Verminderung der elektromotorischen Kraft, durch den Wechsel der Stromrichtung in den an den Bürsten vorbeigleitenden Spulen — um so größer, je mehr Windungen jede Spule hat;
3. Wirbelströme im Anker- und Schenkeleisen;

β) durch Fehler in der Konstruktion und Ausführung:

4. Fehlerhafte und nicht genügend starke Isolation (Maschine geht bald zu grunde);
5. Magnetischer Kurzschluss (Ableitung der Kraftlinien durch benachbartes Eisen);

γ) durch mechanische Verluste:

6. Lager-, Zapfen- und Bürstenreibung, Luftwiderstand.
- Verluste 2 + 3 + 6 bei kleinen Maschinen etwa ebenso groß, bei großen Maschinen meist größer wie Verlust 1.

Gesamtverlust bei kleinen Maschinen $\bar{\approx} 20\frac{0}{0}$, bei großen $\sim 10\frac{0}{0}$.

g. Aenderung der Bewicklung und Maschinenabmessungen.

Bei gleichbleibendem Wicklungsraum ändert sich die elektromotorische Kraft proportional der Windungszahl des Ankers, die Leistung in VA ist für eine gegebene Größe der Maschine nahe konstant, d. h. unabhängig von der Windungszahl des Ankers. Bei zunehmender Windungszahl nimmt sie etwas ab, weil der für die Isolation beanspruchte Raum verhältnismäßig wächst.

Bei Aenderung der Ankerbewicklung sind Windungszahl und Querschnitt der Schenkelbewicklung in demselben Verhältnis zu verändern.

Die von einer Maschine umsetzbare Arbeit wächst (nach Deprez und Silv. Thompson) im Verhältnis $1:n^5$, (nach Fröhlich wie $1:n^4$), wenn die Abmessungen wie $1:n$ zunehmen. (Vorausgesetzt gleiche Umdrehungszahl. Diese Voraussetzung entspricht der Wirklichkeit nicht, da die größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit mit wachsender GröÙe der Maschine eine entsprechend geringere Umdrehungszahl bedingt.) Große Maschinen daher günstiger als kleine. (Vergl. S. 588.)

h. Eigentümlichkeiten und Regelung der Dynamomaschinen.

1. Eigentümlichkeiten und Verwendungszweck.

1. **Maschinen mit Stahlmagneten oder besonders erregten Elektromagneten** verhalten sich, abgesehen von der magnetischen Ankerrückwirkung im wesentlichen wie galvanische Elemente (konstante elektromotorische Kraft proportional der Umdrehungszahl).

2. **Hauptstrommaschinen** geben bei gleichbleibender Umdrehungszahl bei kurzem Schlufs die größte Stromstärke; mit zunehmendem äußeren Widerstande sinkt die Stromstärke. Die Klemmenspannung steigt anfangs mit wachsendem äußeren Widerstande bis zu einem größten Wert und nimmt dann wieder ab. Jede Maschine ist für eine bestimmte (größte) Stromstärke gebaut, welche man meist mit dem größten Spannungswerte zusammenfallen läßt. Verwendung für Bogenlichtbeleuchtung und bei Motoren, welche mit großer Last anlaufen (Straßenbahn), für Arbeitsübertragung.

3. **Nebenschlufsmaschinen** sind bei kurzem Schlufs stromlos, mit zunehmendem äußeren Widerstande wächst der Strom bis zu einem größten Wert und nimmt dann wieder ab. Die Klemmenspannung steigt mit wachsendem Widerstande anfangs rasch, später langsam. In der Regel für bestimmte Spannung gebaut. Verwendung zur Glühlichtbeleuchtung (groÙe Centralen), Kraftübertragung, Elektrolyse, zum Laden von Akkumulatoren (der Polarisationsstrom kann den Magnetismus nicht umkehren).

4. **Doppelschlufsmaschinen** haben bei kurzem Schlufs im allgemeinen die größte Stromstärke (bei Maschinen mit viel Eisen ist dies nicht der Fall); mit zunehmendem äußeren Widerstande nimmt die Stromstärke anfänglich nahezu umgekehrt proportional dem Widerstande ab. Durch richtige Wahl der einzelnen GröÙen läßt sich die Klemmenspannung (ohne sonstige Regelung) bei Maschinen mit viel Eisen bei gleichbleibender Umdrehungszahl innerhalb der Gebrauchsgrenzen auf 1 bis $2\frac{1}{2}$ konstant erhalten. Verwendung vorzüglich zu Glühlichtbeleuchtung, besonders für kleinere Anlagen, für die weniger Wartung verfügbar ist.

Die Hauptstrombewicklung soll bei zunehmender äußerer Stromstärke ausgleichen:

1. die wachsende Ankerrückwirkung, welche proportional Ankerwindungszahl m_a mal Ankerstrom J , d. h. gleich eJm_a ist; e , meist

ein ächter Bruch größer als 0,25, wächst mit der Sättigung des Ankereisens rasch;

2. den Spannungsverlust im Anker, welcher gegeben ist durch JR_a . Die hierfür erforderlichen Ampèrewindungen der Hauptstrombewicklung müssen sich zu den vorhandenen Ampèrewindungen im Nebenschluss verhalten, wie JR_a zu der Klemmenspannung e der Maschine, müssen also gleich $m_n i_n \frac{JR_a}{e}$ sein.

Im ganzen sind also für Gleichspannung

$$mi = J \left(cm_a + \frac{m_n i_n R_a}{e} \right)$$

Ampèrewindungen für die Hauptstrombewicklung erforderlich. Ob Nebenschluss parallel zum Anker oder parallel zum äußeren Stromkreise, macht wenig Unterschied. Im ersten Falle wirkt er ein wenig kräftiger als im zweiten.

2. Regelung der Stromstärke bzw. Klemmenspannung.

Der Betrieb erfordert meistens entweder konstante Klemmenspannung oder konstante Stromstärke. (Vergl. S. 600.) Die Benutzung von Doppelschlussmaschinen macht eine besondere Regelung der (konstant zu haltenden) Spannung unnötig. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Maschine die Klemmenspannung so ändert, daß bei gleichbleibender Umdrehungszahl des Motors die mit wachsender Leistung wachsende Riemengleitung und der wachsende Spannungsverlust in der Leitung ausgeglichen werden. Regelungswiderstand im Nebenschluss wegen Erwärmung der Maschine erforderlich.

Im allgemeinen erfolgt eine Regelung α) durch Einwirkung auf die Dynamomaschine, β) durch Einwirkung auf den Motor, γ) durch Einschaltung von Widerständen.

α) Einwirkung auf die Dynamomaschine.

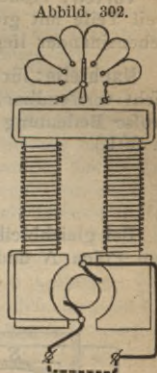
1. Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes durch Aenderung des Schenkelstromes mit Hilfe eines Widerstandsregulators, der bei Hauptstrommaschinen (konstante Stromstärke) parallel zu den Schenkelwicklungen (Abbild. 301), bei Nebenschlussmaschinen (konstante Klemmenspannung*) in die Nebenschlusswicklung (Abbild. 302) geschaltet wird. Ein- oder Ausschaltung von Widerstand nach Angabe der Meßinstrumente durch den Wärter oder von der Maschine selbstthätig. Vermehrung des Widerstandes im Regulator verringert die Spannung der Nebenschlussmaschinen, erhöht die Stromstärke der Hauptstrommaschinen.

*) Mittelst Nebenschlussmaschinen kann man nach Fröhlich konstante Stromstärke erzielen durch Hinzufügen einer Hauptstrombewicklung, welche der Nebenschlussbewicklung magnetisierend entgegenwirkt.

2. Veränderung der elektromotorischen Kraft durch Verstellung der Bürsten (nicht günstig, weil mit Funkenbildung verbunden), oder durch Veränderung der Umdrehungszahl. (Gutes Verfahren.)*

β) Einwirkung auf den Motor.

Bei der Aenderung des äußeren Widerstandes ändert sich im allgemeinen E und J und damit das Produkt beider, die elektrische Leistung. Soll nun eine der beiden Größen (E oder J) konstant bleiben, so muß sich die elektrische Leistung (und demzufolge auch die aufzuwendende Leistung des Motors) in gleichem Verhältnis mit der zweiten (veränderlichen) Größe verändern. Ein durch die letztere Größe beeinflusstes Solenoid kann z. B. auf den Zufluß des Kraftträgers in der Weise einwirken, daß der Motor jederzeit eine der veränderlichen Größe proportionale Leistung entwickelt.



γ) Einschaltung von Widerständen

teilweise üblich bei verzweigten Leitungsnetzen, um bei geringerem Bedarf einzelner Zweigleitungen (Ausschaltung von Lampen) in der Hauptleitung gleiche Spannung (bezw. Stromstärke) beibehalten zu können; z. B. Vorschalten von Widerständen bei Benutzung von (Bogen-)Lampen verschiedener Spannung in demselben Stromkreise. Den eingeschalteten Widerständen entsprechend geht ein Teil der elektrischen Energie verloren. (Lahmeyer benutzt daher in Centralanstalten für elektrische Beleuchtung statt der Widerstände Elektromotoren [Fernleitungsdynamos], welche die fehlende Energie für jede einzelne Hauptleitung hinzu erzeugen. Zur Regelung in diesem Sinne auch Akkumulatoren angewandt.

B. Wechselstrommaschinen.

Bestandteile: Feldmagnete und Anker, Kommutator fehlt, weil die Stromrichtung nicht wie in den Gleichstrommaschinen umgekehrt werden soll. Es bewegen sich bei diesen Maschinen entweder die induzierten Spulen an feststehenden Magneten vorbei (der Strom mittelst Bürsten von einfachen Schleifringen abgenommen), oder ein Magnetstern bewegt sich innerhalb des Kranzes der Ankerspulen

*) S. Elektrotechn. Zeitschr. 1890. S. 472.

(der Strom wird von feststehenden Klemmen abgenommen); letztere Anordnung bietet größere Betriebssicherheit. Die Elektromagnete werden am besten durch besondere Stromquelle erregt, oder es wird ein Teil des erzeugten Stromes durch einen Kommutator in Gleichstrom umgewandelt.

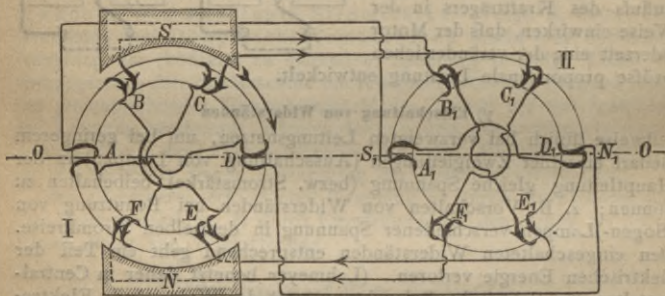
Vorteil: Höhere Spannung als bei Gleichstrommaschinen zulässig, weil Teile mit großem Spannungsunterschied fest stehen und nicht nebeneinander liegen; leichte Regelung durch Erregung der Magnete.

Nachteile: für chemische Zwecke unbrauchbar, mit Akkumulatoren nicht verwendbar; als Motor nur unter bestimmten Bedingungen; große Bedeutung allein in Verbindung mit Transformatoren. (Vergl. S. 601.)

C. Drehstrom.

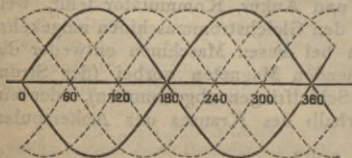
Bei gleichbleibender Drehung eines Gramme-Ringes I, zwischen den Polen *N* und *S* (Abbild. 303) werden in den um 60° gegen-

Abbild. 303.



einander versetzten Spulen *ABCDEF* periodisch sich wiederholende Wechselströme induziert, die in ihrer Phase auch um 60° gegeneinander verschoben sind, sonst aber gleichgestaltete Stromwellen zeigen. Zwei diametral gegenüberliegende Spulen können mit einander verbunden werden, da in ihnen, abgesehen vom Vorzeichen, die elektromot. Kraft dieselbe ist.

Abbild. 304.

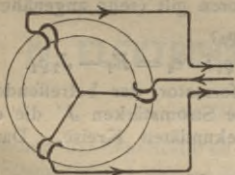


Die Verbindung mit dem Ringe II ergibt sich aus der Abbild. 303. Die elektromot.

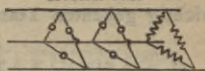
Kräfte sind gleich Null in der neutralen Achse OO und am größten in der Senkrechten hierzu (Abbild. 304). In der gezeichneten Stellung sind die Spulen A und D von I, A_1 und D_1 von II stromlos, und es werden die Ströme in $B_1 C_1 E_1 F_1$ in dem Ringe II bei A_1 und D_1 die Pole N_1 und S_1 erzeugen. Bei einer Drehung des Ringes I um 60° ist in den Spulen CF , $C_1 F_1$ die Stromstärke gleich Null; es sind dementsprechend auch S_1 und N_1 nach C_1 bzw. F_1 fortgerückt. Bei weiterer Drehung um 60° herrscht dieser Zustand bei EB bzw. $E_1 B_1$ u. s. w. Aus dieser Drehung des Feldes entspringt die Bezeichnung **Drehstrom**.

Bringt man in den Ring II einen drehbaren Eisenkern, der mit in sich kurz geschlossenen, parallel zur Drehachse laufenden Kupferwindungen überzogen ist, so werden in letzteren Ströme induziert, die bestrebt sind, die Pole in ihrer Drehung zu hemmen; der Eisenkern wird sich infolge dessen drehen; beschriebene Anordnung macht am Motor weder Schleifringe, Kollektor noch Bürsten nötig und ist daher im Betriebe sehr sicher. Der Motor kann langsam angehen und erreicht seine größte Geschwindigkeit bei synchronem Umlauf. Die Anlage nach obiger Anordnung würde 6 Leitungen benötigen und somit sehr teuer sein. Die in Abbild. 305 dargestellte Verkettung, drei um 120° versetzte Spulen, macht nur 3 Leitungen zur Bedingung, welcher Umstand dem Drehstrom erst Eingang in die Praxis verschafft hat.

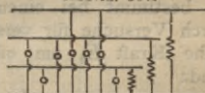
Abbild. 305.



Abbild. 306.



Abbild. 307.



Entsprechend der Anzahl der Stromphasen unterscheidet man **Zwei-, Drei- und Mehrphasenstrom**. Der gebräuchlichste ist der Dreiphasenstrom, weil er 1. dem Zweiphasenstrom gegenüber geringere Schwankungen zwischen der größten und mittleren Stromstärke besitzt und 2. dem Mehrphasenstrom gegenüber wegen der kleineren Anzahl Leitungen in der Anlage billiger ist.

Bei dem verketteten Drehstrom können Motoren und Lampen gemeinsam gespeist werden, wobei Lampen und Spulen der Motoren zwischen je zwei Leitungen parallel geschaltet sind (gleiche Belastung der Zweige; Abbild. 306); oder es wird an den Verbrauchsstellen eine vierte Leitung eingeschaltet, an welche das eine Ende der Lampe gelegt wird, während das andere Ende an einem der anderen drei Zweige liegt (Abbild. 307). (Vergl. S. 600.)

D. Transformatoren.

1. Wechselstrom-Transformatoren.

Dienen zur Umwandlung von hoch gespannten Wechselströmen in niedrig gespannte Wechselströme und umgekehrt. Man kann sie vergleichen mit einer Wechselstrommaschine, bei welcher Anker und Pole festliegen; die wechselnde Polarität wird hervorgerufen durch die abwechselnd positiven und negativen induzierenden Ströme. Bei Kerntransformatoren: zwei um einen ringförmigen Eisenkern symmetrisch angeordnete Kupferwicklungen; bei Manteltransformatoren: die beiden Kupferwicklungen von Eisen umgeben. (Die Eisenmassen zu teilen und gegen Wirbelströme zu isolieren.) Für die Konstruktion gelten im wesentlichen dieselben Gesetze wie für die Maschinen.

Bezeichnungen (Verwandlung hoher in niedrige Spannung):

J = Stromstärke,

E = elektromotorische Kraft, e = Klemmenspannung,

ϱ = innerer Widerstand, R = äußerer Widerstand,

(Zeiger 1 bezieht sich auf die primären, Zeiger 2 auf die sekundären Spulen.)

n = Verhältnis der primären Windungszahl zur sekundären (= 10 bis 20).

Bei richtig gebauten Transformatoren gilt (sehr angenähert):

$$\varrho_1 = n^2 \varrho_2;$$

$$E_1 = n E_2; \quad e_1 = E_1 + J_1 \varrho_1; \quad e_2 = E_2 - J_2 \varrho_2.$$

Man bestimmt bei einem Transformator der betreffenden Gattung durch Versuche für verschiedene Stromstärken J' die elektromotorische Kraft E_2 am offenen sekundären Kreise. Dann gilt annähernd:

$$J_2 = n (J_1 - J').$$

(Ist z. B. J_1 und e_1 gegeben, so ist E_1 bekannt, daher auch E_2 und J' , also auch J_2 und e_2).

Für größere Annäherung nimmt man:

$$E_2 = \frac{e_1}{n}, \quad \text{und erhält sofort:}$$

$$e_2 = \frac{R_2}{R_2 + \varrho_2} \frac{e_1}{n}; \quad J_2 = \frac{1}{n} \frac{e_1}{R_2 + \varrho_2}; \quad J_1 = \frac{J_2}{n} + J'.$$

Als magnetisierende Kraft wirkt der Unterschied der Ampère-Windungen der beiden Wicklungen.

Verluste an Energie entstehen:

1. durch den Widerstand der beiden Induktionsdrähte,

2. durch die notwendige Ummagnetisierung des Eisens (Hysteresis) und

3. durch Wirbelströme im Eisen.

Für den **Wirkungsgrad** gilt annähernd:

$$\eta = \frac{J_2}{J_2 + nJ'}$$

(für volle Belastung ziemlich zuverlässig, bei schwacher Belastung zu günstig), z. B. volle Leistung 7000 VA und $\eta = 0,94$; 5000 : $\eta = 0,93$; 3000 : $\eta = 0,91$; 2000 : $\eta = 0,86$; 1000 : $\eta = 0,75$.

Günstige Wechselzahl i. d. Sek. 100 bis 400. Anwendung der Transformatoren vergl. S. 601*).

2. Gleichstrom-Transformatoren.

Als Gleichstrom-Transformatoren wirken zwei gekuppelte Gleichstrom-Dynamomaschinen, von denen die eine als Motor, die andere als Stromerzeuger arbeitet. Das Umsetzungsverhältnis richtet sich nach den Wicklungsverhältnissen der Maschinen. Man bringt auch wohl die primäre und die sekundäre Wicklung gemeinsam auf einen drehbaren Anker und so in ein gemeinsames magnetisches Feld.

IV. ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG.

a. Glühlampen.

Zwischen der **Leuchtstärke** λ , der Spannung e und der erforderlichen Stromstärke i einer Lampe besteht nahezu die Erfahrungsbeziehung:

$$\lambda = \text{konst. } (ei)^c,$$

oder da i nahezu proportional mit e :

$$\lambda = \text{konst. } e^{2c} \text{ oder } \lambda = \text{konst. } i^{2c}.$$

(Als Exponent ist eine je nach der Lampensorte zwischen 2 und 3 liegende Zahl zu nehmen.)

Für die gebräuchlichsten Glühlampen (von 16 bis 32 NK) rechnet man einen Energieverbrauch von 3,3 bis 3,1 VA f. d. NK, für gröfsere Lampen (von 100 und mehr NK) 2,8 VA f. d. NK und darunter. Glühlampen für Parallelschaltung arbeiten mit einer

*) Ausführlicheres über Transformatoren s. Grawinkel und Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Kittler, Handbuch der Elektrotechnik.

Spannung von 65 bis 120 V, solche für Reihenschaltung mit einer Spannung von 5 bis 20 V. Um beim Durchbrennen einer Lampe das gleichzeitige Erlöschen aller Lampen in derselben Reihe zu verhindern, ist jede Lampe mit einer Kurzschlussvorrichtung zu versehen, welche beim Durchbrennen des Kohlenfadens in Wirkung tritt.

Die **Lebensdauer** beträgt für gute Lampen 800 bis 1000 Brennstunden (Erhöhung der Spannung um mehr als $\sim 1\frac{1}{2}\%$ über die vorgeschriebene verkürzt die Lebensdauer bedeutend).

Im **Mittel** ist bei 800 Std. Brenndauer f. d. NK 3 bis 3,5 VA, bzw. für 1 mechanische PS ~ 150 bis 200 NK zu rechnen.

b. Bogenlampen.

1. Der Lichtbogen ist verschieden bei Anwendung von Gleichstrom und von Wechselstrom. Abbild. 308 zeigt qualitativ die

Abbild. 308.



Abbild. 309.



Änderung der Lichtstärke für verschiedene Richtungen bei Gleichstrom, Abbild. 309 bei Wechselstrom. Die Leitstrahlen sind den Lichtstärken (in ihrer Richtung gemessen) proportional. Bei Gleichstromlampen höhlt sich die positive Kohle kraterartig aus und giebt beinahe 80% der gesamten Lichtmenge ab, daher sei sie stets oben. (Für die positive Kohle Dochkohle, für die negative homogene Kohle.)

Die **Länge des Lichtbogens** L betrage bei Lampen

für	3	4,5	6—8	9	11	20	A
etwa	1	1,5	2	2,5	3	4—5	mm.

Ausnutzung bei Gleichstrom um so günstiger, je größer der Lichtbogen und je dünner die untere Kohle — beides innerhalb zulässiger Grenzen.

Die **Lampenspannung** beträgt in der Regel 40 bis 50 V. Nach Fröhlich sei die Spannung:

$$e = 39 + 1,8 L \text{ Volt.}$$

Scheinbarer Widerstand (mit J = Stromstärke)

$$W = \frac{e}{J} = \frac{39}{J} + 1,8 \frac{L}{J}.$$

Ersatzwiderstände (vom Widerstand = W) werden aus Eisendraht, Nickelindraht oder Drahtgaze hergestellt. Sind Bogenlampen in Parallelschaltung mit Glühlampen, so ist vor jede Lampe ein Zusatzwiderstand vorzuschalten, der etwa 10 bis 15 V verbraucht; bei 2 Lampen hintereinander nur ein entsprechender Zusatzwiderstand erforderlich.

Wechselstromlampen 30 bis 35 V. Licht etwas bläulich gegen Gleichstromlicht. Bei weniger als 80 Stromwechseln i. d. Sek.

Flimmern bemerkbar. Wirkungsgrad nur wenig kleiner als bei Gleichstromlampen. Der unschöne, meist schief verlaufende Schatten auf den Glocken der Gleichstromlampen fällt bei Wechselstrom fort.

Lichtverlust durch Lampenglocken (nach Hefner-Alteneck) bei Alabasterglas = 15%, Opalglas = 20%, Milchglas = 30 bis 60%.

Die ungefähre **Abhängigkeit der einzelnen Größen** für übliche Lampen zeigt folgende Tafel:

Stromstärke in A	3	4	5	6	8	10	13	16	20
Mittlere Helligkeit in NK	280	390	500	600	850	1100	1600	2100	3000
Größte Helligkeit in NK	580	800	1000	1300	1700	2200	—	—	—
Helligkeit in der Wagerechten	140	190	240	290	360	450	—	—	—
Durchm. der oberen Kohle in mm	10	11,5	13	14	16	17,5	20	22	24,5
Durchm. der unteren Kohle in mm	6,4	7,4	8,3	9,2	10,5	12	13	14	15

Der Verbrauch der Kohlen beträgt bei obigen Durchmesser an der positiven 16 bis 18 mm, an der negativen 18 bis 23 mm i. d. Std.

2. Regelung der Bogenlampen.

Die Regelungsvorrichtung der Lampen (zur Herstellung und Erhaltung der richtigen Entfernung der Kohlen) richtet sich nach dem Verteilungssystem (ob Parallelschaltung — konstante Klemmenspannung, oder Reihenschaltung — konstante Stromstärke).

Bei der **Hauptstromlampe** (Abbild. 310) liegt der Regelungsmagnet im Hauptstrom. Die Feder f gleicht das der Anziehung des Solenoids entgegenwirkende Gewicht des Kernes bis auf den Betrag G aus. Bedeutet J die Stromstärke in A, n die Windungszahl, so gilt

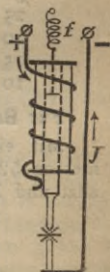
$$G = n J c \text{ oder } J = \frac{G}{n c} = \text{konst.};$$

die Lampe regelt auf konstante Stromstärke.

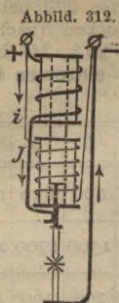
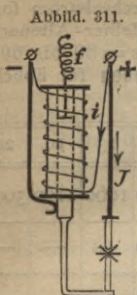
Bei der **Nebenschlußlampe** (Abbild. 311) liegt der Magnet im Nebenschluß. Ist die Klemmenspannung = e , der Strom im Solenoid = i , der Widerstand des Solenoids = w_1 , die Windungszahl = n_1 , so gilt

$$G = c_1 n_1 i = \frac{c_1 n_1 e}{w_1} \text{ oder } e = \frac{G w_1}{c_1 n_1} = \text{konst.};$$

Abbild. 310.



die Lampe regelt auf konstante Klemmenspannung. (Daher besonders geeignet für Parallelschaltung.)



Die **Differentiallampe** ist eine Vereinigung der beiden vorigen (Abbild. 312). Mit den Bezeichnungen wie vorher gilt:

$$cnJ = c_1 n_1 i = \frac{c_1 n_1 e}{w_1} \text{ oder}$$

$$\frac{e}{J} = \frac{cnw_1}{c_1 n_1} = \text{konst.};$$

die Lampe regelt auf konstanten scheinbaren Widerstand. (Besonders geeignet für Reihenschaltung.)

c. Berechnung der erforderlichen Leuchtkraft.

Einheiten der Lichtstärke und der Helligkeit s. S. 547.

Die günstigste Beleuchtung für eine wagerechte Kreisfläche wird erzielt, wenn die Höhe der Lampe gleich dem 0,7-fachen Halbmesser des Kreises ist. Bei einer **Glühlampe** von 16 NK gelten etwa folgende Verhältnisse:

Vorgeschriebene Beleuchtung in der Mitte des Kreises. MK	Höhe h der Glühlampe über der Fläche. m	Kreis-Halbmesser $r = \frac{h}{0,7}$ m	Beleuchtung am Umfange des Kreises r . MK
50	0,56	0,8	9,6
40	0,63	0,9	7,6
30	0,73	1,0	6,1
25	0,79	1,1	4,8
20	0,89	1,3	3,8
15	1,02	1,5	2,9
10	1,25	1,8	1,9

Für **Bogenlichtbeleuchtung** gelten nachstehende Angaben:

Mit einer Lampe von 8 A für Gleichstrom, die wagerecht gemessen 520 NK, unter 45° 1460 NK und im Mittel 450 NK besitzt und 15 bis 6 m hoch angebracht ist, kann man erleuchten:

Höfe	2000	qm
Bahnhofshallen	1400	"
Gießereien (allgemein)	500—600	"
" (alle Arbeitsstellen)	200—250	"
Maschinenfabriken	200	"

Webereien	200	qm
Spinnereien	200	"

In Webereien rechnet man für 1 Stuhl eine Glühlampe von \sim 10 bis 12 NK, in Spinnereien auf 180 Spindeln eine Lampe von 16 NK. Allgemein kann man jede Gasflamme durch eine Glühlampe von 12 bis 16 NK ersetzen.

V. ELEKTRISCHE KRAFTÜBERTRAGUNG.

Es bedeute:

E_1 die elektrom. Kraft und e_1 die Klemmenspannung des Stromerzeugers,

E_2 die elektrom. Kraft und e_2 die Klemmenspannung des Motors,

A_1 die vom Stromerzeuger verbrauchte Arbeit,

A_2 die vom Motor gewonnene Arbeit,

W den Widerstand,

i die Stromstärke,

\mathfrak{B} den Arbeitsverlust durch Reibung, Magnetisierung u. s. w.

Es ist immer $E_1 > e_1$ und $E_2 < e_2$.

1. **Stromerzeuger** (vergl. S. 579 u. f.):

$$A_1 = E_1 i + \mathfrak{B}_1 \quad \text{und} \quad \frac{E_1 i}{A_1} = 90 \text{ bis } 95\%$$

$$e_1 : E_1 = 90 \text{ bis } 98\% = \text{elektrischer Wirkungsgrad.}$$

$$A_1 = e_1 i + i^2 w_1 + \mathfrak{B}; \quad \text{der gesamte Wirkungsgrad } 80 \text{ bis } 92\%.$$

2. **Leitung:** Verlust durch Stromarbeit

$$\mathfrak{B}_2 = i^2 w_2 \quad \text{etwa } 5 \text{ bis } 10\% \quad \text{der zu übertragenden Arbeit zu wählen.}$$

3. **Motor:**

$$A_2 = e_2 i - i^2 w_2 - \mathfrak{B}_2;$$

$$\frac{e_2 i}{A_2} = 70 \text{ bis } 92\%.$$

Der gesamte Wirkungsgrad der Kraftübertragung etwa 60 bis 84%.

Die Uebertragung geschieht durch:

1. **Gleichstrom.** Der Hauptschlusmotor in Reihenschaltung; mit konstanter Stromstärke betrieben, ändert er nach der Belastung wesentlich die Geschwindigkeit. Der Nebenschlusmotor in Parallelschaltung; bei konstanter Spannung bleibt die Geschwindigkeit bei verschiedener Belastung nahezu konstant. Die Motoren gehen in jeder Stellung an und arbeiten mit einer von der stromerzeugenden Maschine unabhängigen Geschwindigkeit. Betriebssichere Spannung etwa bis 1000 V, daher sehr teure Leitungen.

2. **Wechselstrom.** Stromerzeuger und Motor müssen bei gleichem Werte der Stromphasen arbeiten; synchroner Umlauf; Motor bleibt beim plötzlichen Einschalten von Arbeit leicht stehen. Die hohe Spannung erlaubt billige Leitungen.

3. **Drehstrom.** Der Motor geht in jeder Stellung und mit einer von der stromerzeugenden Maschine unabhängigen Geschwindigkeit an. Bei hoher Spannung billige Leitungen.

Da bei einfachem Wechselstrom und Drehstrom hohe Spannungen im Betriebe Menschenleben gefährden, wird zunächst Strom von niedriger Spannung erzeugt, zur Fortleitung in hoch gespannten und an der Verbrauchsstelle wieder in niedrig gespannten umgeformt. Umsetzungsverhältnis in den Transformatoren von 50 bis auf 30 000 V.

VI. VERTEILUNG UND LEITUNG.

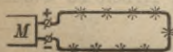
a. Verteilungssysteme.

1. Unmittelbare Verteilung.

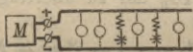
(Stromerzeuger und Verbrauchsstellen liegen in demselben Stromkreise.)

1. **Reihenschaltung;** wesentlich für Bogenlicht (Abbild. 313). Sämtliche Verbrauchsstellen hintereinander geschaltet. Vorteil: wenig Leitungsmaterial; Nachteil: Störung des ganzen Betriebes bei Unterbrechung einer Lampe, daher Kurzschlussvorrichtung an jeder Lampe erforderlich. Hauptstrommaschinen als Stromquelle.

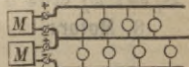
Abbild. 313.



Abbild. 314.



Abbild. 315.



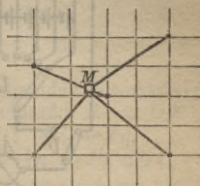
2. **Parallelschaltung.** (Abbild. 314.) Zwei Hauptdrähte durchziehen die ganze Anlage und entsenden an geeigneten Stellen Abzweigungen. Erfordert Maschinen mit gleichbleibender Klemmenspannung. (Im größeren Betriebe Nebenschlussmaschinen von der Hand geregelt; im kleineren Betriebe Maschinen mit gemischter Wicklung.) Vorteile: Unabhängigkeit der Verbrauchsstellen von einander; Verwendung beliebiger Stromstärken, daher Glühlampen, Bogenlampen und Motoren beliebig parallel. Gebräuchliche Spannungen 65 und 120 V; im letzteren Falle je 2 Bogenlampen hintereinander. Nachteil: Erhebliche Kosten für die Leitungen. Führung der Rückleitung in Schleifenform nicht zu empfehlen, besser die Querschnitte entsprechend vergrößern. Entfernungen bis etwa 500 m.

3. **Gemischte Schaltung.** Reihenschaltung von Gruppen oder Gruppenschaltung von Reihen steht hinsichtlich Vorteil und Nachteil zwischen 1 und 2.

4. **Drei- und Mehrleitersystem** (Abbild. 315) ist eine Vereinigung von 2 oder mehr nebeneinander liegenden Parallelschaltungen unter Benutzung von 2 (bzw. $n - 1$ beim n -Leitersystem) hintereinander geschalteten Dynamomaschinen. Vorteil des Systems: Große Ersparnis an Leitungsmaterial gegenüber der reinen Parallelschaltung, beim Dreileitersystem 25 bis 35%. Entfernung bis etwa 1200 m.

Bei größeren Anlagen im Zwei- oder Mehrleitersystem paßt sich das **Verteilungsnetz** den Straßenzügen an und bildet so in sich **geschlossene Ringe**, Abbild. 316. (Von den verschiedenen Leitungen des Zwei- oder Mehrleitersystems ist nur eine gezeichnet.) Spannungsverlust in den Verteilungsleitungen bis höchstens 1,5%. Von diesem Verteilungsnetz sind die **Nebenleitungen** und **Hausleitungen** abgezweigt, welche nicht mehr untereinander verbunden werden und nicht mehr als 1,5% Spannungsverlust haben sollen. Zum Verteilungsnetz führt von der Centrale aus eine geeignete Zahl von **Speiseleitungen** mit 6 bis 15% Spannungsverlust.

Abbild. 316.



2. Mittelbare Verteilung.

(Stromerzeuger und Verbrauchsstellen liegen in getrennten Stromkreisen.)

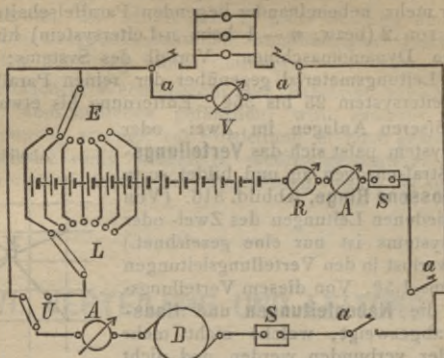
Von Wichtigkeit zwei Systeme: **Akkumulatoren** unter Verwendung von Gleichstrom, oder **Transformatoren** unter Verwendung von Wechselstrom.

Die **erste Art** kommt neuerdings sehr in Gebrauch. Abbild. 317 a. f. S. zeigt, wie in einer Beleuchtungsanlage eine Akkulatoren-Batterie verwandt werden kann, um je nach Bedarf Strom aufzuspeichern, die Leitung aus der Maschine, aus den Akkulatoren oder aus beiden mit Strom zu versorgen. Es bedeutet: D = Dynamo, A = Strommesser, V = Spannungsmesser, R = Stromrichtungsanzeiger für die Sammler, S = Bleisicherung, a = Ausschalter, U = Umschalter, L und E = Regelungshebel für die Ladung bzw. Entladung (Doppelzellenschalter). Zwischen den einzelnen Kontaktstücken des Doppelzellenschalters sind noch Zwischenkontaktstücke zu denken mit einem nach dem Hauptkontakte zu angeordneten Widerstand, um beim Bewegen des Hebels ein Kurzschließen der Zellen zu vermeiden und den Spannungssprung von 2 V beim Zu- und Abschalten einer Zelle zu verkleinern. Ähnlich ist die Anordnung der Sammler beim Mehrleitersystem.

Bei der **zweiten Art** liegen im Hauptverteilungsnetz Wechselstromtransformatoren in Parallelschaltung; die primären Wicklungen werden durch Ströme höherer Spannung gespeist (1000 bis 2000 V); von den Transformatoren gehen Verzweigungsnetze aus, in welche die von dem Transformator in der sekundären Wicklung induzierten Ströme niederer Spannung (entsprechend den zu speisenden Lampen) entsandt werden. Vorteil: Geringe Kosten für die Hauptleitung; nur da von Nutzen, wo größere Bezirke (von mehr als 1 km Halbmesser) von einer Centrale aus beleuchtet werden sollen. Die Lampen in den Verzweigungsnetzen sind aussch. parallel (mit konstanter Spannung) geschaltet. Erhalten die Transformatoren kon-

stante Primärspannung, so erzeugen sie wesentlich konstante Sekundärspannung unabhängig von ihrer Belastung. Verlust in den Hauptleitungen bis zu den Transformatoren je nach der Länge einige Prozent.

Abbild. 317.



b. Berechnung der Leitungsquerschnitte.

Der **feuersichere Querschnitt** ergibt sich aus der Bedingung, daß für 1 qmm Kupferquerschnitt bei dünnen Drähten $\sim 3,5$ A, bei starken Leitungen $\sim 2,5$ A, bei Kabeln ~ 2 A höchstens zulässig sind. (Rechnung für die größte zu erwartende Stromstärke durchzuführen.)

Bei **vorgeschriebenem Spannungsabfall** p (in V) längs der Leitung findet sich der Querschnitt q (in qmm) aus der Gleichung:

$$q = 0,018 \frac{Jl}{p},$$

worin J die Stromstärke in A, l die Länge in m bezeichnet.

(Der **rentable Spannungsverlust** p_r , für den die Betriebskosten (= Kosten des Leitungsverlustes + Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten) am kleinsten werden, folgt aus:

$$p_r = l \sqrt{\frac{600zac}{100bT}},$$

wenn c = spec. Widerstand des Leitungsmaterials (für Kupfer $\sim 1:55$),

b = Kosten f. d. PS i. d. Std. in Mark,

a = Kabelkonstante ($\sim 1:30$),

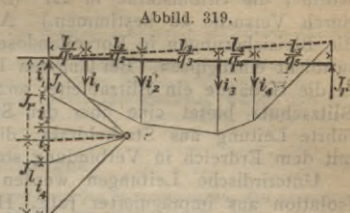
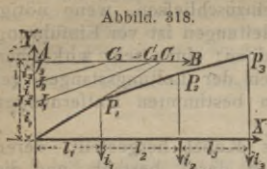
z = jährlicher Zins- und Tilgungsbetrag in Prozenten,

T = mittlere Brenndauer während eines Jahres in Stunden, bezogen auf die größte Stromstärke J .

Bei 100 V Spannung sind Bezirke von mehr als 1000 m Halbmesser nicht vorteilhaft. — Für mittlere Verhältnisse in den Speiseleitungen $\sim 20\%$, in den Verteilungsleitungen bei größter Stromstärke $\sim 1,5\%$ Spannungsabfall zulässig; bei mittlerer (17%) Leistung $\sim 3,5\%$ Gesamtverlust.

Ermittlung des Spannungsverlustes in einem Leitungsnetze am bequemsten durch Zeichnung:

1. Trage auf der X -Achse (Abbild. 318) die Längen der einzelnen Leiterstücke zwischen den Abzweigungspunkten: $l_1, l_2, l_3 \dots$,



auf der Y -Achse die der Reihe nach abzweigenden Stromstärken: $i_1, i_2, i_3 \dots$ ab und ziehe durch den Endpunkt A zu OX die Parallele AB . Von A aus trage $AC_1 = c q_1$, $AC_2 = c q_2 \dots$ ab, verbinde C_1 mit O , C_2 mit J_1 u. s. w. und ziehe $P_1 P_2, P_2 P_3 \dots$ $\parallel J_1 C_2$ bzw. $J_2 C_3 \dots$

2. Oder zeichne mit $i_1, i_2 \dots$ als Lasten und $\frac{l_1}{q_1}, \frac{l_2}{q_2} \dots$ als Entfernungen zwischen diesen, Kräfte- und Seilpolygon (Abbild. 319) (mit c oder einem Vielfachen von c als Polabstand); die Ordinaten im letzteren ergeben, mit dem Polabstand multipliziert, die Spannungsverluste. Bei gleichzeitiger Stromzuführung an 2 Stellen sind die Ordinaten im Seilpolygon von der Schluslinie aus zu messen. Eine Parallele zu dieser im Kräftepolygon teilt den gesamten Strom J in die beiden Teilströme J_r und J_1 .

e. Ausführung der Leitungen.

Die Leitungen müssen jederzeit leicht zugänglich, aber auch vor unbefugtem Berühren geschützt sein. Leitungen im Freien und in sehr feuchten Räumen (Färbereien) aus blankem Kupferdraht oder Kupferseilen, von Porzellan-Isolatoren getragen. (Im Inneren von Gebäuden sind nackte Drähte jedoch immer bedenklich.) Luftleitungen von mehr als 30 qmm Querschnitt führt man nicht aus, statt dessen unterirdische Leitungen (Bleikabel mit geteilter Juteumspinnung und Eisenarmatur). Ueber Leitungen in geschlossenen Räumen s. S. 605, Nr. 7 u. f. Zuleitung zu den Bogenlampen mit Gummi oder Guttapercha isolierte und umspinnene sehr biegsame Kupferseile, zu beweglichen Glühlampen Doppeladern. Drahtverbindungen sorgfältig durch Verschraubung oder Verlötung (s. S. 606, Nr. 23) herzustellen. Als selbstthätige Ausschalter zum Schutze der Leitung (s. S. 607, Nr. 32) meistens Bleisicherungen (1 T. Zinn und 1 T. Blei), deren Durchmesser d in mm (bei kreisförmigem

Querschnitt) aus $\Theta = 16 c \frac{i^2}{d^3}$ mit $\Theta = 330^\circ$ (Schmelztemperatur) und $c = 4,5$ sich ergibt zu $d = 0,6 \sqrt[3]{i^2}$,

worin i die Stromstärke in A. (Sicherer ist es, den Querschnitt durch Versuche zu bestimmen.) An feuergefährlichen Orten sind die Bleisicherungen in Porzellandosens einzuschließen, wenn nötig, luftdicht einzugipsen. Bei längeren Luftleitungen ist vor Einführung in die Gebäude ein Blitzableiter anzuordnen; einen sehr wirksamen Blitzschutz bietet eine über den Spitzen der Leitungsstangen geführte Leitung aus Stacheldraht, die in bestimmten Entfernungen mit dem Erdreich in Verbindung steht.

Unterirdische Leitungen werden als Kabel hergestellt, deren Isolation aus imprägnierter Jute, Hanf u. dergl. besteht, und die gegen Feuchtigkeit durch Bleimantel, gegen mechanische Verletzung durch Eisenarmierung geschützt sind. Die Verbindung zweier Enden geschieht durch Verschraubung in gusseisernen Muffen, die mit isolierendem Material ausgegossen werden, oder durch Verlöten und folgeweise Wiederherstellung der Isolationsschichten. Beim Legen ist die Isolation sorgfältig zu prüfen. Vergl. S. 607, c.

d. Elektrizitätszähler.

Die verbrauchte Elektrizitätsmenge wird entweder in Ampèrestunden oder in Wattstunden mittelst Elektrizitätszähler gemessen. Der gebräuchlichste ist der von Aron. Er besteht im wesentlichen aus zwei gleichen Uhrwerken mit Pendel. Das Pendel des einen Werkes ist durch den elektrischen Strom beeinflusst und eilt vor. Aus der Voreilung wird die verbrauchte Elektrizitätsmenge berechnet.

Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen.

Aufgestellt vom elektrotechnischen Verein in Wien.

a. Apparate zur Erzeugung, Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes.

1. Die Aufstellung von Apparaten zur Erzeugung, Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes darf nur in Räumen erfolgen, in denen sich keine leicht entzündlichen oder explosiven Stoffe befinden.

2. Uebersteigt die zwischen irgend zwei Punkten der Stromquelle oder der zu den Vorrichtungen für Aufspeicherung oder Umwandlung des elektrischen Stromes führenden Leitungen auftretende Potentialdifferenz (Spannung) bei Wechselströmen 150 V oder bei Gleichströmen 300 V, so ist die Stromquelle oder die Vorrichtung zur Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes von der Erde zu isolieren. Wechselstrommaschinen müssen unter allen Umständen von der Erde isoliert werden.

Es genügt als Isolation eine Holzunterlage von 100 mm Stärke, welche durch einen Anstrich von Asphalt oder Teer oder durch Tränken in Leinöl gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt ist. Dabei müssen die Apparate auf der isolierenden Unterlage in der Weise befestigt sein, daß eine Berührung der metallischen Bestandteile derselben mit Körpern, die einen geringeren Isolationswiderstand haben als Holz, ausgeschlossen ist.

Wo eine solche Isolierung einer Maschine vom Boden nicht durchführbar ist (z. B. bei Dampflichtmaschinen), muß der Boden rings um die Maschine mit einem

gut isolierenden Material (Holz, Kautschuk, Glas u. s. w.) belegt sein, so daß eine nicht isoliert stehende Person die Maschine nicht berühren kann.

Es darf in diesem Falle (höhere Spannung oder Wechselstrom), wenn für die Stromquelle oder die Apparate zur Aufspeicherung und Umwandlung des elektrischen Stromes kein eigener verschließbarer Raum vorhanden ist, die Aufstellung nur in solchen Räumen erfolgen, welche ausschließlich dem Bedienungspersonale zugänglich sind.

Endlich müssen in nächster Nähe der genannten Apparate auffallende Plakate angebracht sein, welche zur Vorsicht mahnen.

3. Entwickeln sich bei der Stromerzeugung, Aufspeicherung oder Umwandlung schädliche Gase, so sind für die Aufstellung dieser Apparate abgeschlossene, für anderweitige Arbeiten nicht zu benutzende Räume zu verwenden, welche mit entsprechend dimensionierten, direkt ins Freie führenden Dunstabzügen versehen sind.

b. Leitungen.

4. Alle zur Fortleitung des Stromes zwischen den Stromerzeugern, den Apparaten zur Aufspeicherung oder Umwandlung des Stromes untereinander, sowie zwischen diesen und den Stellen, wo die Nutzanwendung des Stromes stattfindet, dienenden Verbindungen (Leitungen) sind so zu dimensionieren, daß die Temperaturerhöhung der Oberfläche durch den durchfließenden Strom die Außentemperatur um 20° C nicht überschreitet.

Bei Leitungen aus Kupfer mit einer Leitungsfähigkeit von mindestens 80% des chemisch reinen Kupfers und Querschnitten unter 100 qmm wären demnach 3 A für 1 qmm bei isolierten und 4 A für 1 qmm bei blanken Drähten als zulässige Höchst-Beanspruchung anzusehen.

5. Die Anwendung von Drähten unter 1 mm Durchmesser ist, ausgenommen für mehrlitzige Kabel, nicht gestattet.

6. Die vorstehenden Bestimmungen finden keine Anwendung auf schmelzbare Sicherheitsverbindungen und Rheostate, doch sind alsdann diejenigen Teile der Leitung, bei denen eine stärkere Erwärmung eintreten kann, in der Weise von der Umgebung zu isolieren, daß eine Berührung zwischen ihnen und entzündlichen Materialien nicht vorkommen kann.

7. In Räumen, wo leicht entzündliche oder explosive Gase vorkommen, dürfen Rheostate, bei denen eine Funkenbildung möglich ist, überhaupt nicht angebracht werden, es sei denn unter luftdichtem Abschlufs.

8. Der Isolationswiderstand eines Leitungsnetzes gegen die Erde oder zwischen Teilen derselben Leitung, soweit Spannungsdifferenzen vorkommen, muß mindestens

$$5000 \frac{E}{J} \text{ Ohm}$$

betragen, worin E die zwischen den in Frage kommenden Punkten mögliche maximale Spannungsdifferenz in Volt und J die Stromstärke in Ampère bezeichnet.

In solchen Fällen, wo infolge großer Feuchtigkeit der die Leitung umgebenden Atmosphäre der angegebene Isolationswiderstand nicht erreicht werden kann (Brauereien, Färbereien, elektrische Bahnen u. s. w.), genügt auch eine geringere Isolation, wenn

a) die Leitung ausschließlich auf Isolatoren und so geführt ist, daß eine Feuergefahr infolge Ableitung oder Strecken der Leitung ganz ausgeschlossen ist, und

b) bei Spannungen von mehr als 150 V bei Wechselstrom oder 300 V bei Gleichstrom, eine zufällige Berührung nicht genügend isolierter Teile der Leitung durch unbetreffende Personen ausgeschlossen ist.

9. In Räumen, wo Säuren oder Gase vorkommen, welche das Isoliermaterial oder die Leitung selbst angreifen können, muß für besonderen Schutz der Leitungen gegen diese Einflüsse gesorgt werden. Die Isolation solcher Leitungen ist jährlich zu prüfen und gleichzeitig der Zustand der Leiter selbst nach Maßgabe von Punkt 4 zu untersuchen.

10. Die Verwendung nicht isolierter Leitungen ist nur im Freien und nicht in geringerer Höhe als 3,5 m vom Boden gestattet, ausgenommen sind Rheostate, wobei aber diese im Sinne von Punkt 6 geschützt sein müssen.

In gedeckten geräumigen Lokalen, wie Hallen, größeren Werkstätten u. s. w., dürfen indessen blanke Leitungen auch verwendet werden, wenn sie in nicht ge-

ringerer Höhe als 4 m vom Boden auf Porzellan-Isolatoren geführt und gegen Berührung mit brennbaren oder metallischen Konstruktionsteilen des Gebäudes vollständig geschützt sind.

11. In allen Fällen, wo eine Berührung blanker Leitungen mit Telephon- oder Telegraphendrähten, sowie mit Metallmassen, wie Gas- oder Wasserleitungsrohren möglich erscheint, sind für die betreffenden Stellen isolierte Leitungen zu verwenden.

12. Blanke Leitungen sind, falls zwischen denselben eine Spannungsdifferenz herrscht, in einem horizontalen Abstände von mindestens 15 und in einem vertikalen Abstände von mindestens 30 cm zu führen. Derartige Leitungen sind im übrigen nach den Normen, welche für die Staatstelegraphenleitungen gelten, zu verlegen.

13. Isolierter, d. h. seiner ganzen Länge nach durch nichtleitende Stoffe geschützter Draht soll von parallel laufenden Drähten in einem Abstände von mindestens 40 mm geführt werden, Metall von Metall gemessen.

Uebersteigt indessen die Spannungsdifferenz zwischen irgend zwei Punkten der Leitung 150 V, so ist dieser Abstand für jede weiteren 50 V oder Bruchteile davon um 10 mm zu erhöhen.

14. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind besonders gut isolierte Drähte, wenn der Isolationswiderstand eines Drahtes, welcher 24 Std. im Wasser gelegen hat, gegen das Wasser mindestens 2000 E Ohm f. d. km beträgt, worin E die in dem betreffenden Stromkreise vorkommende größte Spannungsdifferenz in V bedeutet.

15. Alle Leitungen, welche in feuchten Räumen oder an feuchten Stellen geführt werden, müssen auf Isolatoren gespannt werden, ausgenommen, die Isolation der Leitung selbst entspricht den Bedingungen unter 14.

16. Die Leitungen sind, wenn möglich, stets zugänglich zu verlegen; insbesondere ist deren Verlegen in Mauerschlitze oder Fußböden zu vermeiden.

17. Bei Führung der Leitungen durch Mauern oder Fußböden sind sie durch Rohre aus vorzüglich isolierendem Material (starke Holzbüchsen, Porzellan- oder Gummirohre) zu führen, welche auch gegen eine Beschädigung der Isolation durch äußere Einflüsse möglichst schützen, dabei ist den Bedingungen unter 26 zu entsprechen. Durch Fußböden geführte Schutzrohre müssen 20 mm über letztere hervorstehen.

18. Diejenigen Teile der Leitung, welche zeitweiligen Platzveränderungen unterworfen sind (Zuführungskabel für transportable Lampen u. s. w.), sollen eine besonders gute Isolation aufweisen und außerdem eine möglichst widerstandsfähige äußere Hülle haben. Solche Zweigleitungen müssen stets durch Abschmelzapparate geschützt sein.

19. Die Befestigung isolierter oder blanker Leitungen auf ihren Unterlagen mit Metallklammern oder sonstigen Leitern ist nicht gestattet.

20. Die Verwendung der Erde oder metallischer Körper, wie z. B. Gas- und Wasserleitungsrohre, eiserne Träger, Stützen oder andere metallene Baubestandteile als Teil der Leitung ist nicht gestattet.

21. Wo durch äußere Einflüsse (Reibung u. s. w.) eine Zerstörung der Umhüllung eintreten könnte, ist für eine dagegen schützende, widerstandsfähige Isolation Sorge zu tragen.

22. Alle Verbindungen an Leitungen sind durch Löten herzustellen, ausgenommen sind die Verbindungen der Leitungen mit Abstellern und anderen Apparaten.

23. Kolophonium oder Säuren dürfen zum Löten von Verbindungsstellen nicht verwendet werden, sondern nur ein Lötsalz, welches keine freien Säuren enthält, unter Anwendung eines gut verzinneten Kolbens. Bei feindrähtigen Kabeln darf eine Lötlanpe nicht verwendet werden.

24. Bei Klemmverbindungen für Ströme von mehr als 100 A Stromstärke ist eine Versicherung gegen das Loswerden anzubringen, alle Enden der Leitungen müssen vor dem Verlöten oder Einklemmen sorgfältig metallisch rein gemacht und vor dem Verlöten womöglich verzinkt werden.

Bei der Verbindung isolierter Leiter untereinander ist von der Isolierung nur so viel zu entfernen, als unbedingt erforderlich ist.

Alle Verbindungsstellen sind dann besonders sorgfältig wieder zu isolieren. Es ist darauf zu achten, daß der Uebergangswiderstand an der Verbindungsstelle kleiner ist, als in den übrigen Teilen der Leitung.

25. Scharfe Biegungen der Drähte oder Kabel sind zu vermeiden, auch ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Leitung nicht irgendwie mechanisch verletzt werden kann.

26. Bei Spannungen von mehr als 500 V für gleichgerichtete und 200 V für Wechselströme sind die Leitungen so zu führen, daß sie Unberufenen nicht leicht zugänglich sind. Die Führung der Leitungen in Mauerschlitzen oder unter dem Fußboden ist bei diesen Spannungen unzulässig.

Über flache Dächer müssen derartige Leitungen 2,5 m, über Giebedächer 0,5 m hoch geführt werden.

27. Primärleitungen für Sekundärgeneratoren sind womöglich nicht ins Innere von Gebäuden zu führen; wo dies nicht zu umgehen, sind derartige Leitungen genügend zu schützen.

Bei Umwandlung der Spannung mittelst Transformatoren oder Akkumulatoren ist, falls in den primären Leitungen die Spannungsdifferenz zwischen irgend zwei Punkten 500 V bei gleichgerichteten und 200 V bei Wechselströmen überschreitet, abgesehen von den Bestimmungen unter 4, noch dafür Sorge zu tragen, daß, sobald die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Polen der sekundären Leitung oder zwischen einem Pole der sekundären Leitung und der Erde die normale Spannungsdifferenz um 50% überschreitet, die Verbindung der betreffenden Leitungen mit den Transformatoren oder Akkumulatoren automatisch unterbrochen wird.

28. An Kreuzungsstellen müssen die Leitungen besonders gut befestigt werden, und bei allen Leitern, welche nicht der Bestimmung unter 14 entsprechen, müssen die sich kreuzenden Leiter außerdem durch ein gut isoliertes festes Material von einander getrennt werden.

Dabei muß die isolierende Platte eine Seitenlänge haben, welche mindestens doppelt so groß ist, wie der unter 13 vorgeschriebene Abstand der Leitungen.

Statt dessen genügt es auch, wenn der eine der sich kreuzenden Leiter in einem vorzüglich isolierenden, event. gegen Bruch geschützten Rohre von der gleichen Länge geführt ist. Es ist ebenfalls zulässig, die Kreuzung in Form eines Blügels auszuführen, wenn dabei der unter 13 vorgeschriebene Abstand eingehalten und dafür Sorge getragen wird, daß eine Annäherung oder Berührung der Leiter unmöglich wird.

29. Kreuzungen von Leitungen mit metallischen Leitern (Gas- oder Wasserleitungsrohren u. s. w.) sind wie die Kreuzungen zweier Leitungen zu behandeln.

30. Sind die Leitungen mit Klammern befestigt, so dürfen letztere nicht mehr wie 1 m von einander entfernt angebracht sein, bei Biegungen ist der Abstand noch kürzer zu halten. Wo die Leitungen zu geschraubten Verbindungen (z. B. an Ausschaltern) führen, darf die nächste Klammer höchstens 100 mm entfernt sein.

31. Bei Centralstationen sind Erdschlußzeiger anzubringen, mittelst welcher der Zustand der Isolation des Leitungsnetzes mindestens zweimal innerhalb 24 Stunden zu prüfen ist; bei nicht kontinuierlichem Betriebe gleich nach Beginn und kurz vor Schluß des täglichen Betriebes.

c. Sicherheits-Vorrichtungen.

32. Bei allen Leitungen, in welchen Ströme von mehr als 5 A vorkommen können, sind selbstthätige Stromunterbrecher (z. B. Abschmelzdrähte) anzubringen, welche bewirken, daß die Stromstärke in keinem Teile der Leitung das Doppelte der unter 4 als zulässig erklärten normalen Beanspruchung überschreiten kann.

Bewirken diese Vorrichtungen eine Unterbrechung der Leitung, so muß dieselbe auf eine so große Länge erfolgen, daß ein Lichtbogen sich nicht bilden kann.

33. Strom-Unterbrecher und Ausschalter müssen an ganz trockenen Plätzen oder in wasserdichten Kästen angebracht sein, womöglich in vertikaler Stellung und leicht zugänglich.

34. Sämtliche Kontaktstellen sind stets metallisch rein zu halten.

35. Bei Leitungen, in denen der stärkste unter normalen Umständen vorkommende Strom 30 A überschreitet, müssen an beiden Polen selbstthätige Stromunterbrecher angebracht sein; bei geringeren Stromstärken genügt es, wenn die Stromunterbrecher an einem Pol der Leitung angebracht sind, doch müssen in diesem Fall sämtliche Stromunterbrecher eines geschlossenen Leitungsnetzes an demselben Pole angebracht sein.

36. Bei Mehrleitersystemen sind bei Stromstärken von mehr als 30 A selbstthätige Stromunterbrecher an allen Leitern anzubringen. Bei geringeren Stromstärken kann dies bei einem Leiter unterbleiben, doch müssen auch in diesem Falle sämtliche Stromunterbrecher eines geschlossenen Leitungsnetzes an denselben Polen angebracht werden.

37. Bei Anbringung selbstthätiger Stromunterbrecher an Stellen, wo eine Querschnittsänderung der Leitung eintritt, sind die Stromunterbrecher möglichst nahe an der Stelle der Querschnittsänderung anzubringen.

38. Jeder selbstthätige Stromunterbrecher muß eine Marke tragen, aus welcher die normale Stromstärke ersichtlich ist, für welche er gebaut wurde.

39. Alle selbstthätigen Stromunterbrecher sind so anzubringen, daß eine Berührung der Unterbrechungsstelle oder des etwa abgeschmolzenen Materials mit brennbaren Stoffen ausgeschlossen ist. In Räumen, wo brennbare oder explosive Gase vorkommen, muß die Unterbrechungsstelle sich unter gasdichtem Verschluss befinden. Bei Verwendung von Quecksilberunterbrechern ist für reine Quecksilber-Oberfläche und dafür zu sorgen, daß ein Entweichen von Quecksilberdämpfen ausgeschlossen ist.

40. Jede grössere Stromabgabestelle (insbesondere auch jedes Haus bei Centralstationen-Betrieb) muß mit von Hand verstellbaren Stromunterbrechern an sämtlichen Zuführungsleitungen versehen sein. Diese Stromunterbrecher müssen auf isolierter Unterlage für Polizei und Feuerwehr leicht zugänglich angebracht und mit deutlichen Inschriften: „Strom“ und „Kein Strom“ versehen sein.

Bei Einzelanlagen muß es außerdem möglich sein, die Verbindung zwischen der Stromquelle oder den Apparaten zur Aufspeicherung oder Umwandlung des Stromes und sämtlichen Leitungen rasch und sicher zu unterbrechen.

41. Bei Kurzschluss-Ausschaltungen muß ein Doppelkontakt zuerst den äußeren Stromkreis schließen und dann erst die Leitung zur Stromabgabestelle unterbrechen.

42. An Stellen, wo eine Berührung mit Telegraphen- oder Telephondrähten möglich ist, müssen in letzteren vor und hinter den gefährdeten Stellen selbstthätige Stromunterbrecher angebracht werden.

43. Die Leitungen sind so zu führen, daß eine Störung des Betriebes vorhandener Telephon- oder Telegraphenleitungen nicht erfolgen kann.

d. Beleuchtungskörper.

44. In allen Fällen, wo Spannungen über 200 V bei Wechselströmen, und über 500 V bei gleichgerichteten Strömen vorkommen können, dürfen unbedeckte metallische Teile der Beleuchtungskörper (Fassung der Glühlampen, Gestell der Bogenlampen) nicht im Stromkreise liegen.

45. Wo Lampen an der Leitung aufgehängt sind, darf das Gewicht derselben nicht von den Verbindungsschrauben getragen werden.

Bei Verwendung feiner Drähte in den Kabeln für transportable Lampen sind die Enden der Drähte zu verlöten, bevor dieselben mit Klemmschrauben befestigt werden.

46. Beleuchtungskörper, in denen oder an denen Leitungen geführt werden, sind von Metallmassen (Gasrohren u. s. w.) elektrisch zu isolieren.

47. Die Rohre von Beleuchtungskörpern, durch welche Leitungen geführt werden, müssen inwendig glatt sein, d. h. keine scharfen Ecken, Grate oder dergl. haben, auch dürfen keine Splitter darin liegen; diese müssen, wenn beim Lüten Säuren verwendet wurden, vor dem Einziehen der Drähte sorgfältig gewaschen und gereinigt werden.

48. Gegen das Eindringen der Feuchtigkeit (durch Kondensation) sind die Rohre der Beleuchtungskörper an den Einführungsstellen der Leitungen wasserdicht abzuschließen.

49. Fassungen mit Abstellern für Glühlampen dürfen bei transportablen Lampen nur dann angewendet werden, wenn an der Fassung eine mindestens 100 mm lange Handhabe angebracht ist, mittelst der man die Fassung beim Ausschalten halten kann.

50. Bogenlampen dürfen in Räumen, wo explosive Körper oder brennbare Gase vorkommen, nicht verwendet werden. Glühlampen haben verlässliche Sicherheitsverschlüsse zu erhalten.

51. In Räumen, wo leicht brennbare Körper vorkommen, sind an den Bogenlampen Schutzglocken, welche mit Drahtgeflecht umspinnen sind, und unter den Kohlen Aschenteller aus Metall anzubringen.

52. In Räumen, wo eine Berührung der Bogenlampen mit brennbaren Stoffen vorkommen kann, sind die Schutzglocken ganz geschlossen zu halten.

SECHZEHNTER ABSCHNITT.

MATERIALIENKUNDE.

I. ALLGEMEINES.

A. Die wichtigsten Elemente und ihre bekanntesten Verbindungen.

Name.	Chemische Formel.	Atom- bezw. Molekular- Gewicht.	100 Gewichtsteile der Verbindung enthalten :
Aluminium	Al	27,04	—
Thonerde	Al ₂ O ₃	101,96	53,04 Al
Aluminiumchlorid	Al ₂ Cl ₆	266,3	20,30 Al
Thonerdehydrat	Al ₂ (OH) ₆	155,84	34,64 Al
Kali-Alaun	K ₂ SO ₄ + Al ₂ (SO ₄) ₃ + 24 H ₂ O	946,46	5,71 Al
Antimon	Sb	119,96	—
Antimontrisulfid	Sb ₂ S ₃	335,14	71,38 Sb
Antimonpentasulfid	Sb ₂ S ₅	399,10	59,93 Sb
Arsen	As	74,9	—
Arsenige Säure	As ₂ O ₃	197,68	75,27 As
Arsentrisulfid (Auripigment)	As ₂ S ₃	245,74	60,95 As
Barium	Ba	136,9	—
Bariumoxyd (Baryt)	BaO	152,86	89,55 Ba
Bariumsuperoxyd	BaO ₂	168,82	90,54 BaO
Schwefels. Baryt (Schwerspat)	BaSO ₄	232,72	65,64 BaO
Kohlensaurer Baryt	BaCO ₃	196,75	77,69 BaO
Beryllium	Be	9,08	—
Blei	Pb	206,39	—
Bleioxyd	PbO	222,26	92,82 Pb
Mennige	Pb ₃ O ₄	683,04	90,65 Pb
Schwefelblei	PbS	238,38	86,58 Pb
Schwefelsaures Bleioxyd	PbSO ₄	302,22	73,57 PbO
Chlorblei	PbCl ₂	277,14	74,47 Pb

Name.	Chemische Formel.	Atom- bezw. Molekular- Gewicht.	100 Gewichtstheile der Verbindung enthalten :
Bor	B	10,9	—
Borsäure	B ₂ O ₃	69,68	31,28 B
Brom	Br	79,76	—
Bromsilber	Ag Br	187,42	42,56 Br
Cadmium	Cd	111,7	—
Calcium	Ca	39,91	—
Calciumoxyd (gebr. Kalk)	Ca O	55,87	71,43 Ca
Kohlensaurer Kalk	Ca CO ₃	99,76	56,00 Ca O
Schwefelsaurer Kalk	Ca SO ₄	135,73	41,16 Ca O
Chlor	Cl	35,37	—
Chlorsilber	Ag Cl	143,03	24,73 Cl
Chlorwasserstoff	H Cl	36,37	—
Chrom	Cr	52,45	—
Chromoxyd	Cr ₂ O ₃	152,78	68,66 Cr
Eisen	Fe	55,88	—
Eisenoxyd	Fe ₂ O ₃	159,64	70,01 Fe
Schwefels. Eisenoxydul (Eisen- vitriol)	Fe SO ₄ + 7 H ₂ O	277,52	25,88 Fe O
Fluor	Fl	19,06	—
Fluorcalcium (Flussspat)	Ca Fl ₂	78,03	48,85 Fl
Gold	Au	196,20	—
Jod	J	126,54	—
Jodsilber	Ag J	234,20	54,03 J
Kalium	K	39,03	—
Kalihydrat	K O H	55,99	83,96 K ₂ O
Chlorkalium	K Cl	74,40	52,46 K
Schwefelsaures Kali	K ₂ SO ₄	173,88	54,07 K ₂ O
Salpetersaures Kali (Salpeter)	K N O ₃	100,92	46,58 K ₂ O
Kohlensaures Kali (Pottasche)	K ₂ C O ₃	137,91	68,17 K ₂ O
Doppelt chromsaures Kali	K ₂ Cr ₂ O ₇	294,68	31,84 K ₂ O
Cyankalium	K C N	65,01	60,03 K
Kobalt	Co	58,6	—
Kohlenstoff	C	11,97	—
Kohlenoxyd	CO	27,93	42,89 C
Kohlensäure	CO ₂	43,89	27,27 C
Kupfer	Cu	63,18	—
Kupferoxyd	Cu O	79,14	79,83 Cu
Schwefelkupfer	Cu S	95,16	66,39 Cu
Schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol)	Cu SO ₄ + 5 H ₂ O	248,80	31,80 Cu O
Lithium	Li	7,01	—
Magnesium	Mg	23,94	—
Magnesiumoxyd	Mg O	39,90	60,00 Mg
Schwefels. Magnesia (Bittersalz)	Mg SO ₄ + 7 H ₂ O	245,48	16,25 Mg O

Name.	Chemische Formel.	Atom- bezw. Molekular- Gewicht.	100 Gewichtsteile der Verbindung enthalten :
Mangan	Mn	54,8	—
Mangansuperoxyd (Braunstein)	MnO ₂	86,72	63,19 Mn
Schwefelmangan	MnS	86,78	63,14 Mn
Natrium	Na	23	—
Natronhydrat (Natron)	NaOH	39,96	77,52 Na ₂ O
Schwefels. Natron (Glaubersalz)	Na ₂ SO ₄	141,80	43,68 Na ₂ O
Kohlens. Natron (Soda)	Na ₂ CO ₃	105,85	58,53 Na ₂ O
Salpetersaures Natron (Chillsalpeter)	NaNO ₃	84,89	36,49 Na ₂ O
Borsaures Natron (Borax)	Na ₂ B ₄ O ₇ + 10 H ₂ O	380,92	16,26 Na ₂ O
Chlornatrium (Kochsalz)	NaCl	58,36	39,39 Na
Nickel	Ni	58,60	—
Nickeloxydul	NiO	74,56	78,59 Ni
Phosphor	P	30,96	—
Phosphorsaurer Kalk	Ca ₃ P ₂ O ₈	309,30	45,815 P ₂ O ₅
Platin	Pt	194,43	—
Kaliumplatinchlorid	K ₂ PtCl ₆	484,71	40,108 Pt
Quecksilber	Hg	199,8	—
Quecksilberoxyd	HgO	215,76	92,60 Hg
Schwefelquecksilber (Zinnober)	HgS	231,78	86,20 Hg
Quecksilberchlorür (Calomel)	HgCl	235,17	84,96 Hg
Sauerstoff	O	15,96	—
Schwefel	S	31,98	—
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	97,82	—
Silber	Ag	107,66	—
Silicium	Si	28	—
Kieselsäure	SiO ₂	59,92	46,73 Si
Stickstoff	N	14,01	—
Ammoniak	NH ₃	17,01	82,36 N
Ammoniumchlorid (Salmfak)	NH ₄ Cl	53,38	31,86 NH ₃
Salpetersäure	HNO ₃	6,89	—
Strontium	Sr	87,3	—
Schwefelsaures Strontian	SrSO ₄	183,12	56,39 SrO
Kohlensaures Strontian	SrCO ₃	147,15	70,17 SrO
Wasserstoff	H	1	—
Wasser	H ₂ O	17,56	88,86 O; 11,14 H
Wismut	Bi	207,5	—
Wismutoxyd	Bi ₂ O ₃	462,88	89,65 Bi
Schwefelwismut	Bi ₂ S ₃	510,94	81,22 Bi
Wolfram	W	183,6	—

Name.	Chemische Formel.	Atom- bezw. Molekular- Gewicht.	100 Gewichtsteile der Verbindung enthalten:
Zink	Zn	64,88	—
Zinkoxyd	ZnO	80,84	80,257 Zn
Schwefels. Zinkoxyd (Zink- vitriol)	ZnSO ₄ + 7 H ₂ O	286,42	28,22 ZnO
Kohlensaures Zinkoxyd	ZnCO ₃	124,73	64,82 ZnO
Schwefelzink	ZnS	96,86	66,98 Zn
Zinn	Sn	117,35	—
Zinnsäure (Zinnstein)	SnO ₂	149,27	78,616 Sn

B. Spezifische Gewichte.

Die Verhältniszahl σ des Gewichtes eines festen oder flüssigen Körpers zu dem Gewichte einer dem Körper raumgleichen, chemisch reinen Wassermenge bei 4° C ist das **spezifische Gewicht des Körpers**.

Die Verhältniszahl σ' des Gewichtes eines Gases (Dampfes) zu dem Gewichte einer dem Gase raumgleichen atmosphärischen Luftmenge (bestehend aus etwa 79 R.-T. Stickstoff, 21 R.-T. Sauerstoff + Wasserdampf, Kohlensäure u. s. w.), bei 0° C und 760 mm Quecksilber-Druckhöhe, ist das **spezifische Gewicht des Gases (Dampfes)**.

Da das Mischungsverhältnis der Luft nicht konstant ist, so erscheint es richtiger, das spezifische Gewicht der Gase und Dämpfe auf chemisch reinen Wasserstoff = 1 zu beziehen. Die S. 617 angegebenen Zahlen sind hierzu mit 14,43 zu multiplizieren.

Ist V (bezw. V') der Rauminhalt eines Körpers (bezw. Gases) in l,

G („ G') das Gewicht eines Körpers (bezw. Gases) in kg,

so ist

$G = V \sigma$ bezw. $G' = 0,001293 V' \sigma'$;

d. h.:

1 l des Körpers wiegt σ kg,

1 cbm „ „ 1000 σ kg = σ Tonnen (t),

1 l „ Gases „ 0,001293 σ' kg = 1,293 σ' g,

1 cbm „ „ „ 1,293 σ' kg.

Die nachfolgend angegebenen Werte von σ und σ' sind Mittel-
bezw. Grenzzahlen.

a. Spezifische Gewichte fester Körper.

Wasser (bei 4° C) = 1.

Ueber spec. Gewichte von **Baustoffen** s. auch S. 269.

Achat	2,5 — 2,8	Aluminiumbronze	7,7
Aetzkali, trocken	2,1	Amalgam, natürl.	13,7 — 14,1
Aetznatron		Anthracit	1,4 — 1,7
mit 22,2 $\frac{0}{0}$ H ₂ O	2,0	Antimon	6,7
Alabaster	2,7	Antimonglanz	4,6 — 4,7
Alaun, Kali-	1,7	Apatit	3,16 — 3,22
Aluminium, chem. r.	2,6	Aragonit	3,0
„ gehämmert	2,75	Argentan	8,4 — 8,7
„ gegossen	2,56	Arsen	5,7 — 5,8

Arsenige Säure	3,69 — 3,72	Diamant	3,5 — 3,6
Asbest, natürlicher	1,5 — 2,3	Dolomit	2,9
Asbestpappe	1,2	Eis	0,88 — 0,91
Asphalt (Erdpech)	1,1 — 1,5	Eisen, chem. rein	7,79
Auripigment	3,4 — 3,5	Eisenvitriol	1,80 — 1,98
Basalt	2,7 — 3,2	Elfenbein	1,83 — 1,92
Bergkristall, rein	2,6	Erde, lehmige, festge-	
Bernstein	1,0 — 1,1	stampft, frisch	2,0
Beton	1,8 — 2,2	„ „ trocken	1,6 — 1,9
Bimsstein, natürl.	0,37 — 0,9	Erde, magere, trocken	1,34
„ Wiener	2,2 — 2,5	Fahlerze	4,36 — 5,36
Bittersalz, kristall.	1,7 — 1,8	Feldspat (Orthoklas)	2,53 — 2,58
„ wasserfrei	2,6	Fett	0,92 — 0,94
Blätterkohle	1,2 — 1,5	Feuerstein	2,6 — 2,8
Blei	11,25 — 11,37	Flufseisen	7,85
Bleiglätte, künstl.	9,3 — 9,4	Flufsspat	3,1 — 3,2
„ natürl.	7,83 — 7,98	Flufsstahl*)	7,86
Bleiglanz	7,3 — 7,6	Gabbro	2,9 — 3,0
Bleiweiß	6,7	Galmei	4,1 — 4,5
Bleizucker	2,4	Gerste, geschüttet	0,51 — 0,64
Blutlaugensalz, gelb	1,83	Gips, gebrannt	1,81
Bolus	2,2 — 2,5	„ gegossen, trocken	0,97
Bor	2,68	„ gesiebt	1,25
Boracit	2,9 — 3,0	Glanzkohle	1,2 — 1,5
Borax	1,7 — 1,8	Glas, Fenster-	2,65
Boraxglas	2,6	„ Flaschen-	2,60
Brauneisenstein	3,4 — 3,95	„ Flint-	3,15 — 3,90
Braunkohle	1,2 — 1,5	„ grünes	2,64
Braunstein (Pyrolusit)	3,7 — 4,6	„ Kristall-	2,9 — 3,0
Bronze (bei 79 bis 14%)		„ Spiegel- od. Kron-	
Zinngehalt)	7,4 — 8,9	Spiegel	2,45 — 2,72
Butter	0,95	Glaubersalz	1,4 — 1,5
Cadmium	8,60	Glimmer	2,65 — 3,2
Calcium	1,58	Glockenmetall	8,81
Cement, lose, gepulv.	1,15 — 1,7	Gneis	2,4 — 2,7
„ gepulv. eingedr.	1,85	Gold, gediegen	19,33
„ erhärtet	2,7 — 3,0	„ gegossen	19,25
Chamottesteine	1,85	„ gehämmert	19,30 — 19,35
Chilialpeter	2,26	Granat	3,4 — 4,3
Chlorbarium, kristall.	3,7	Granit	2,51 — 3,05
Chromgelb	6,0	Graphit	1,9 — 2,3
Chroms. Kali, dopp.	2,70	Grauspiefsglanz	4,6 — 4,7
Cölestin	3,9	Grobkohle	1,2 — 1,5
Deltametall	8,6	Grünstein	2,9 — 3,0
		Gummi, arabisches	1,31 — 1,45

*) Bei einem C-Gehalt von 0,09
 $\sigma = 7,8705$

0,20	0,37	0,51	0,81	0,97%
7,8609	7,8433	7,8398	7,8248	7,8155

Gummi (Kautschuk)			Kanonengut . . .	8,44
roh	0,92 —	0,96	Kaolin (Porzellanerde)	2,2
Gummifabrikate . . .	1,0 —	2,0	Kartoffel	1,06 — 1,13
„ im Mittel	1,45		Kautschuk, roh . . .	0,92 — 0,96
Gummigutt	1,20		Kies, trocken	1,8
Gufseisen	7,25		„ nafs	2,0
Guttapercha	0,96 —	0,99	Kieselerde	2,66
Hafer, geschüttet . . .	0,43		Kieselsäure, kristall.	2,6
Harz	1,07		„ amorph.	2,2
Holzarten:	lufttr.	frisch	Knochen	1,7 — 2,0
Ahorn	0,53 — 0,81	0,83 — 1,05	Kobalt	8,51
Akazie	0,58 — 0,85	0,75 — 1,00	„ pulverig bis	9,5
Apfelbaum	0,66 — 0,84	0,95 — 1,26	Kobaltglanz	6,0 — 6,1
Birke	0,51 — 0,77	0,80 — 1,09	Kochsalz, gesotten .	2,17
Birnbaum	0,61 — 0,73	0,96 — 1,07	Kohlen und Koks	
Buchsbaum	0,91 — 1,16	1,20 — 1,26	s. S. 446 u. 447 .	—
Ceder	0,57	—	Kolophonium	1,07
Ebenholz	1,26	—	Korund	3,9 — 4,0
Eberesche	0,69 — 0,89	0,87 — 1,13	Kreide	1,8 — 2,6
Eiche	0,69 — 1,03	0,93 — 1,28	Kunstsandstein . . .	2,03
Erle	0,42 — 0,68	0,63 — 1,01	Kupfer, gegossen . .	8,8
Esche	0,57 — 0,94	0,70 — 1,14	„ gewalzt und	
Fichte	0,35 — 0,60	0,40 — 1,07	gehämmert	8,9 — 9,0
Guajak (Pockholz) . .	1,17 — 1,39	—	„ als Draht	8,8 — 9,0
Hickory	0,60 — 0,90	—	„ elektrolyt.	8,9 — 8,95
Kiefer	0,31 — 0,76	0,38 — 1,08	Kupferglanz	5,5 — 5,8
Kirschbaum	0,76 — 0,84	1,05 — 1,18	Kupferkies	4,1 — 4,3
Lärche	0,47 — 0,56	0,81	Kupfervitriol, krist.	2,2 — 2,3
Linde	0,32 — 0,59	0,58 — 0,87	Lagermetall Weissmet.	7,1
Mahagoni	0,56 — 1,06	—	Lava, basaltisch . . .	2,8 — 3,0
Nußbaum	0,60 — 0,81	0,91 — 0,92	„ trachytisch	2,0 — 2,7
Pappel	0,39 — 0,59	0,61 — 1,07	Leder, gefettet . . .	1,02
Pechtanne (Pitche-			„ trocken	0,86
pine)	0,83 — 0,85	—	Lehm, trocken	1,52
Pflaumenbaum	0,68 — 0,90	0,87 — 1,17	„ frisch gegraben	1,67 — 2,85
Rofkastanie	0,58	—	Leim	1,27
Rotbuche	0,66 — 0,83	0,85 — 1,12	Magnesia	3,20
Steineiche	0,71 — 1,07	—	Magnesit	3,0
Tanne	0,37 — 0,75	0,77 — 1,23	Magnesium	1,74
Ulm (Rüster)	0,56 — 0,82	0,78 — 1,18	Magneteisenstein . .	4,9 — 5,2
Weide	0,49 — 0,59	0,79	Magnetkies	4,54 — 4,64
Weißbuche	0,62 — 0,82	0,92 — 1,25	Malachit	3,7 — 4,1
Holzkohle, Nadelholz	0,28 —	0,44	Mangan	7,15 — 8,03
„ Eichenholz	0,57		Manganerz, rot . . .	3,46
Hornblende	3,0		„ schwarz	3,9 — 4,1
Jod	4,95		Marmor, gewöhnlicher	2,52 — 2,85
Kalium	0,865		„ carrariseher	2,72
Kalk, gebrannter . . .	2,3 —	3,2		
„ gelöschter	1,3 —	1,4		
Kalkmörtel, trocken	1,65			
„ frisch	1,78			
„ im Mittel	1,7			
Kalkspat	2,6 —	2,8		
Kalkstein	2,46 —	2,84		

Mauerwerk . . .	0,85 — 2,7	Schiefpulver, lose . . .	0,9
Meerschaum . . .	0,99 — 1,28	„ gestampft . . .	1,75
Mehl, Weizen- . . .	0,41 — 0,8	Schlacke, Hochofen- . . .	2,5 — 3,0
„ Roggen- . . .	0,5 — 0,57	Schmirgel . . .	4,0
Melaphyr . . .	2,6	Schnee . . .	0,125
Mennige, Blei- . . .	8,6 — 9,1	Schwefel, amorph . . .	1,93
Mergel, erdig . . .	2,3	„ kristall. . .	1,96 und 2,07
„ hart . . .	2,5	„ gediegen . . .	2,07
Messing, gewalzt . . .	8,52 — 8,62	Schwefelkies (Pyrit) . . .	4,9 — 5,2
„ gegossen . . .	8,4 — 8,7	Schweifseisen . . .	7,80
„ gezogen . . .	8,43 — 8,73	„ als Draht . . .	7,60 — 7,75
Mühlstein-Quarz . . .	1,25 — 1,6	Schwerspat . . .	4,5
Natrium . . .	0,978	Schweisstahl . . .	7,86
Neusilber . . .	8,4 — 8,7	Serpentin . . .	2,6
Nickel . . .	8,9 — 9,2	Silber, gegossen . . .	10,42 — 10,53
Ocker . . .	3,5	„ gehämmert . . .	10,5 — 10,6
Opal . . .	2,2	Smaragd, grün . . .	2,68 — 2,73
Papier . . .	0,7 — 1,15	Soda, geglüht . . .	2,5
Paraffin . . .	0,87 — 0,91	„ kristallisiert . . .	1,45
Pech . . .	1,07	Spateisenstein . . .	3,7 — 3,9
Phenol (bei 0° C) . . .	1,08 — 1,09	Speckstein . . .	2,6 — 2,8
Phosphor, weiß . . .	1,82	Speiskobalt . . .	6,37 — 7,3
„ roth . . .	2,18	Stärke . . .	1,53
„ kristall. . .	2,34	Stahl . . .	7,86
Phosphorbronze . . .	8,8	Steinkohle i. Stück . . .	1,2 — 1,5
Platin, gehämmert . . .	21,3 — 21,5	Steinsalz . . .	2,28 — 2,41
„ gegossen . . .	21,15	Strontianit . . .	3,7
Polierschiefer . . .	2,1	Strontium . . .	2,5
Porphyr . . .	2,6 — 2,9	Syenit . . .	2,6 — 2,8
Porzellan, chinesisches . . .	2,4 — 2,5	Talg . . .	0,913
„ Berliner . . .	2,29	Talk . . .	2,7
Pottasche . . .	2,26	Thon . . .	1,8 — 2,6
Preßkohle . . .	0,5 — 0,7	Thonschiefer . . .	2,76 — 2,88
Quarz . . .	2,5 — 2,8	Topas . . .	3,51 — 3,57
Roggen, geschüttet . . .	0,68 — 0,79	Torf, Erd- . . .	0,64
Roheisen, weißes . . .	7,58 — 7,68	„ Pech- . . .	0,84
„ graues . . .	6,6 — 7,3	Trachyt . . .	2,6
Roteisenstein . . .	4,5 — 4,9	Trafs, gemahlen . . .	0,95
Rot, englisches . . .	3,5 — 3,8	Tuffstein . . .	1,3
Rotgiltigerz . . .	5,5 — 5,85	Tungstein . . .	5,9 — 6,2
Salmiak . . .	1,5 — 1,6	Turmalin . . .	2,94 — 3,24
Salpeter, Kali- . . .	1,95 — 2,08	Umbrä . . .	2,2
Sand, fein u. trocken . . .	1,40 — 1,65	Wachs . . .	0,95 — 0,98
„ fein u. feucht . . .	1,90 — 2,05	Walrat . . .	0,88 — 0,94
„ grob . . .	1,4 — 1,5	Weißmetall . . .	7,1
Sandstein . . .	2,2 — 2,5	Weizen, geschüttet . . .	0,7 — 0,8
Schiefer, Dach- . . .	2,65 — 2,7	Wismut, gediegen . . .	9,78

Wismut, gegossen	9,82		Zinkspat (Galmei)	4,1 — 4,5
Wolfram	17,5		Zinkvitriol, kristall.	2,04
Ziegel, gewöhnl.	1,4	—2,20	Zinn, gehämmert oder	
„ Klinker	1,53	—2,30	gewalzt	7,29
Zink, gegossen	6,86		Zinn, gegossen	7,18
„ gewalzt	7,125	—7,2	Zinnstein	6,4 — 7,0
Zinkblende	3,9	—4,2	Zinnober	8,12
Zinkchlorid	2,75		Zucker, weißer	1,61

b. Spezifische Gewichte von Flüssigkeiten.

Name der Flüssigkeiten.	Spec. Gewicht.	bei Gr. C.	Name der Flüssigkeiten.	Spec. Gewicht.	bei Gr. C.
Aceton	0,792	20 ⁰	Milch	1,03	0 ⁰
Aether (Aethyläther)	0,736	0 ⁰	Mineralschmieröle	0,9—0,925	20 ⁰
Aldehyd	0,801	0 ⁰	Mohnöl	0,924	15 ⁰
Alkohol (wasserfrei)	0,793	15 ⁰	Naphtha, Petroleum	0,758	19 ⁰
Amylalkohol	0,810	20 ⁰	Oelsäure	0,898	15 ⁰
Anilin	1,035	0 ⁰	Olivenöl, (Baumöl, Pro-		
Anisöl	0,996	16 ⁰	venceröl)	0,918	15 ⁰
Baldrianöl	0,965	16 ⁰	Palmöl	0,905	15 ⁰
Baumwollensamenöl	0,926	15 ⁰	Petroleumäther	0,665	15 ⁰
Benzin	0,68—0,70	15 ⁰	Petroleum, Leucht-	0,795—0,805	15 ⁰
Benzol	0,899	0 ⁰	Photogen	0,78 — 0,85	15 ⁰
Bernsteinöl	0,800	15 ⁰	Putzöl	0,74 — 0,75	15 ⁰
Bier	1,02—1,035	—	Quecksilber	13,596	0 ⁰
Brom	3,187	0 ⁰	Rapsöl, roh	0,915	15 ⁰
Buttersäure	0,96	15 ⁰	„ raffiniert	0,913	15 ⁰
Chloroform	1,480	18 ⁰	Ricinusöl	0,969	15 ⁰
Citronenöl	0,844	16 ⁰	Rüböl, roh	0,915	15 ⁰
Eiweiß	1,041	15 ⁰	„ raffiniert	0,912	15 ⁰
Glycerin (wasserfrei)	1,26	0 ⁰	Salpetersäure (49,8 ⁰ B.)	1,530	15 ⁰
Harzöl	0,955	15 ⁰	Salzsäure (40 ⁰ /100 HCl)	1,192	15 ⁰
Holzgeist	0,80	0 ⁰	Schwefelkohlenstoff	1,293	15 ⁰
Kampheröl	0,910	—	Schwefelsäure (66 ⁰ B.)	1,842	15 ⁰
Karbolsäure, roh	0,95—0,965	15 ⁰	„ rauchende	1,89	15 ⁰
Kienöl	0,85—0,86	15 ⁰	Schwefl.Säure (verdicht.)	1,491	20 ⁰
Klauenfett	0,916	15 ⁰	Seewasser	1,025	15 ⁰
Kochsalzlauge, gesättigt	1,21	17 ⁰	Specköl	0,92	15 ⁰
Kokosnufsöl	0,925	15 ⁰	Teer, Steinkohlen-	1,195	—
Kreosotöl	1,04—1,10	15 ⁰	Terpentinöl	0,873	16 ⁰
Lavendelöl	0,877	16 ⁰	Thran	0,918—0,925	15 ⁰
Leinöl, gekochtes	0,942	15 ⁰	Wasser (destilliert)	1,000	4 ⁰
Methylalkohol	0,814	4 ⁰	Wein, Rhein-	0,992—1,002	—

Äriometer. Das specifische Gewicht σ einer Flüssigkeit beträgt für n°

$$\text{Baumé: } \sigma = \frac{144,3}{144,3 - n};$$

$$\text{Twaddle: } \sigma = 1 + 0,005 n,$$

c. Specifische Gewichte von Gasen und Dämpfen

bei 0° C und 760 mm Quecksilbersäule. (Vergl. S. 612.)

Atmosphärische Luft = 1.

Aetherdampf	2,586	Salzsäuregas	1,25
Aethylen(C_2H_4), älbild.G.	0,974	Sauerstoff	1,1056
Alkoholdampf	1,601	Schwefeldampf	6,617
Ammoniak	0,5920	Schwefelkohlenstoff	2,644
Chlor	2,47	Schwefelwasserstoff	1,175
Chlorwasserstoff	1,2612	Schweflige Säure	2,250
Flufssäure	2,37	Stickstoff	0,9714
Grubengas (Sumpfgas)	0,559	Steinkohlengas	0,34—0,45
Kohlenoxyd	0,9673	Wasserdampf, bei 0° C	0,6225
Kohlensäure	1,5291	„ bei 100° C	0,4686
Quecksilberdampf	6,94	Wasserstoff	0,06927

Das specifische Gewicht der trockenen Luft ist bei 0° C und 760 mm Barometerstand, bezogen auf destilliertes Wasser von 4° C, = 0,001293 = 1 : 773,4. (Vergl. Abteil. I. S. 253 u. S. 607.)

Gewichte von 1 cbm Gas oder Dampf s. Abteil. I. S. 251.

C. Gewichte geschichteter Körper.

1 cbm wiegt kg:

Basalt	3200	Kohle, niederschlesische	820—870
Beton, mit Ziegelbrocken	1800	„ Saar-	720—800
„ „ Kalksteinbrocken	2000	„ Ruhr-	800—860
„ „ Granitbrocken	2200	Koks, Gas-	330
Buchenholz in Scheiten	400	„ Zechen-	420
Cement, Portland- } pulver. {	1450	Mörtel (Kalk und Sand)	1700—1800
„ Roman- }	1300—1900	Nadelholz in Scheiten	330
Chilialpeter, aufgeschüttet	1000	Sand, Lehm, Erde, trocken	1600
Eichenholz in Scheiten	420	„ „ „ nafs	2000
Fettkalk, gebrannt und pulverig	500	Siedesalz (NaCl), grobkörnig	745
Fichtenholz in Scheiten	320	„ „ feinkörnig	785
Formsand, aufgeschüttet	1200	Steinsalz (NaCl), gemahlen	1015
„ eingestampft	1650	Thon, Kies, trocken	1800
Granit	2700	„ „ nafs	2000
Holzkohlen, weiches Holz	150	Trafs, gemahlen	950
„ hartes „	220	Wasserkalk, gepulvert	550
Kalk- und Sandsteine	2400	Weifstannenholz in Scheiten	340
Kohle, Zwickauer	770—800	Ziegelsteine, gewöhnliche, bis	2100
„ oberschlesische	760—800		

(Vergl. auch S. 269 u. 271.)

II. METALLE.

Allgemeines.

a. Gewicht von 1000 m Draht in kg.

Spec. Gewichte: Schweiseseisen 7,65, *) Stahl 7,956, *) Kupfer 9,00, **)
Messing 8,687. **)

Dieke.	Schweis- eisen.	Stahl.	Kupfer.	Messing.	Dieke.	Schweis- eisen.	Stahl.	Kupfer.	Messing.
mm	kg	kg	kg	kg	mm	kg	kg	kg	kg
0,14	0,118	0,122	0,139	0,134	1,4	11,78	12,25	13,86	13,37
0,16	0,154	0,160	0,181	0,175	1,6	15,38	16,00	18,10	17,46
0,18	0,195	0,202	0,229	0,221	1,8	19,47	20,25	22,90	22,11
0,20	0,240	0,250	0,283	0,273	2,0	24,03	25,00	28,28	27,29
0,22	0,291	0,302	0,342	0,330	2,2	29,08	30,24	34,21	33,03
0,24	0,346	0,360	0,407	0,393	2,5	37,55	39,05	44,18	42,65
0,26	0,406	0,422	0,478	0,461	2,8	47,10	48,99	55,42	53,47
0,28	0,471	0,490	0,554	0,535	3,1	57,74	60,05	67,93	65,55
0,31	0,577	0,600	0,679	0,656	3,4	69,46	72,23	81,71	78,85
0,34	0,695	0,722	0,817	0,789	3,8	86,76	90,02	102,1	98,52
0,37	0,823	0,855	0,968	0,934	4,2	105,99	110,23	124,7	120,3
0,40	0,961	1,000	1,131	1,092	4,6	127,14	132,22	149,6	144,4
0,45	1,217	1,265	1,431	1,382	5,0	150,21	156,22	176,7	170,6
0,50	1,502	1,562	1,767	1,706	5,5	181,75	189,02	213,8	206,4
0,55	1,817	1,890	2,138	2,064	6,0	216,30	224,95	254,5	245,6
0,60	2,163	2,249	2,545	2,456	6,5	253,85	264,01	298,6	288,3
0,70	2,944	3,062	3,464	3,343	7,0	294,41	306,19	346,4	334,3
0,80	3,845	3,999	4,524	4,367	7,6	347,04	360,92	408,3	394,1
0,90	4,867	5,061	5,726	5,526	8,2	404,00	420,16	475,3	458,8
1,00	6,008	6,249	7,069	6,823	8,8	465,28	483,89	547,4	528,4
1,10	7,270	7,561	8,553	8,256	9,4	530,89	552,13	624,6	602,9
1,20	8,652	8,998	10,18	9,825	10,0	600,83	624,86	706,9	682,3
1,30	10,154	10,560	11,95	11,53					

Bleidraht s. S. 664.

Bronzedraht s. S. 665.

*) Nach Angaben von Felten & Guilleaume, Mülheim (Rhein).

**) Nach Angaben von C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld, für hart gezogenen, ungeglühten Draht; für geglühten Draht weichen die Zahlen nur unbedeutend ab.

b. Gewichtstafel für verschiedene Metallbleche.

Gewicht in kg f. d. qm.

Dicke. mm	Schweißeisen.	Flusseisen.	Flussstahl und gewalzter Stahl.	Gusseisen.	Kupfer.	Messing.	Bronze.	Zink.	Blei.
1	7,8	7,85	7,86	7,25	8,9	8,55	8,6	7,2	11,37
2	15,6	15,70	15,72	14,50	17,8	17,10	17,2	14,4	22,74
3	23,4	23,55	23,58	21,75	26,7	25,65	25,8	21,6	34,11
4	31,2	31,40	31,44	29,00	35,6	34,20	34,4	28,8	45,48
5	39,0	39,25	39,30	36,25	44,5	42,75	43,0	36,0	56,85
6	46,8	47,10	47,16	43,50	53,4	51,30	51,6	43,2	68,22
7	54,6	54,95	55,02	50,75	62,3	59,85	60,2	50,4	79,59
8	62,4	62,80	62,88	58,00	71,2	68,40	68,8	57,6	90,96
9	70,2	70,65	70,74	65,25	80,1	76,95	77,4	64,8	102,33
10	78,0	78,50	78,60	72,50	89,0	85,50	86,0	72,0	113,70
11	85,8	86,35	86,46	79,75	97,9	94,05	94,6	79,2	125,07
12	93,6	94,20	94,32	87,00	106,8	102,60	103,2	86,4	136,44
13	101,4	102,05	102,18	94,25	115,7	111,15	111,8	93,6	147,81
14	109,2	109,90	110,04	101,50	124,6	119,70	120,4	100,8	159,18
15	117,0	117,75	117,90	108,75	133,5	128,25	129,0	108,0	170,55
16	124,8	125,60	125,76	116,00	142,4	136,80	137,6	115,2	181,92
17	132,6	133,45	133,62	123,25	151,3	145,35	146,2	122,4	193,29
18	140,4	141,30	141,48	130,50	160,2	153,90	154,8	129,6	204,66
19	148,2	149,15	149,43	137,75	169,1	162,45	163,4	136,8	216,03
20	156,0	157,00	157,20	145,00	178,0	171,00	172,0	144,0	227,40
21	163,8	164,85	165,06	152,25	186,9	179,55	180,6	151,2	238,77
22	171,6	172,70	172,92	159,50	195,8	188,10	189,2	158,4	250,14
23	179,4	180,55	180,78	166,75	204,7	196,65	197,8	165,6	261,51
24	187,2	188,40	188,64	174,00	213,6	205,20	206,4	172,8	272,88
25	195,0	196,25	196,50	181,25	222,5	213,75	215,0	180,0	284,25
26	202,8	204,10	204,36	188,50	231,4	222,30	223,6	187,2	295,62
27	210,6	211,95	212,22	195,75	240,3	230,85	232,2	194,4	306,99
28	218,4	219,80	220,08	203,00	249,2	239,40	240,8	201,6	318,36
29	226,2	227,65	227,94	210,25	258,1	247,95	249,4	208,8	329,73
30	234,0	235,50	235,80	217,50	267,0	256,50	258,0	216,0	341,10

Spec. Gewichte obiger Metalle, bezogen auf:

Gusseisen	} 1,076	1,083	1,084	1	1,228	1,179	1,186	0,993	1,568
Schweißeisen		1	1,006	1,008	0,929	1,141	1,096	1,103	0,923	1,458

A. Eisen.

(Vergl. Dreizehnter Abschnitt, Eisenhüttenkunde, S. 445).

a. Einteilung und Eigenschaften.

Festigkeit s. S. 649, sowie Abteil. I. S. 307.

Nach Herstellungsweise, Verwendungszweck und Kohlenstoff-Gehalt unterscheidet man:

1. **Roheisen**, leicht schmelzbar, nicht schmiedbar. Hochofenerzeugnis (Holzkohlen- und Koksroheisen), 1,5 bis 6% C-Gehalt. Graues Roheisen für Gießereizwecke, bei 1200 bis 1300° C sehr dünnflüssig, füllt die Formen gut aus, weil weich, mit Feile und Meißel bearbeitbar. C teils chemisch gebunden, teils als Graphit. Weißes Roheisen, zum Puddel-, Bessemer-, Thomas- und Martinprozefs angewandt, bei 1100 bis 1200° C strengflüssig, im Bruch kristallinisch, spröde und hart. C chemisch gebunden. Spiegeleisen mit 10 bis 20% Mn (Siegener) und Ferromangan mit 25 bis 70% Mn. Halbiertes Roheisen, aus grauem und weißem Roheisen gattiert.

2. **Gufseisen**. Im Kupol-, Flamm- und Tiegelofen aus grauem (weichem) oder halbiertem (hartem) Roheisen umgeschmolzen, als Herd-, Massen-, Lehm- oder Sandgufs (Kern- oder Vollgufs), in eisernen Formen als Hartgufs; bei Zusatz von Stahlabfällen als Stahlgufs, bei nachträglichem längeren Glühen mit O-reichen Erzen als schmiedbarer oder Tempergufs.

Für Hartgufsstäbe ist nach Versuchen des Gruson-Werkes $K_b = 3700$ bis 4400, $K_z = 2200$ bis 2800 kg f. d. qem. *) Stahlgufs von Krupp (mittelweich) für Maschinenteile (Zahnstangen u. dergl.) mit $K_z = 4500$ kg f. d. qem und $\varphi = 20\%$ Dehnung.

3. **Schweißeseisen**, schweiß- und schmiedbar, nur wenig härtbar, durch Frischen von Roheisen auf Herden oder in Flammöfen (Puddelprozefs) in teigigem Zustande gewonnen. C-Gehalt 0,5 bis 0,1%; Schmelzpunkt bei 1800 bis 2250° C. Sehniges Schweißeseisen mit geringerem C-Gehalt und mattgrauem, hackigem oder langfaserigem Bruch und Feinkorneisen mit größerem C-Gehalt und lichtgrauem, feinkörnigem Bruch. Eingesetztes Schweißeseisen durch längeres Glühen mit C-reichen Körpern (Cementieren) äußerlich verstäht.

Schweißeseisen als Blech, (Walz- und Zug-) Draht, Stab- und Walzeisen gebraucht.

Abnahme der Festigkeit bei steigender Temperatur (Zugfestigkeit bei 20° C = 100 gesetzt):

Temperatur	20	100	200	300	400	500	600	700	800° C**)
Zugfestigkeit $K_z = 100$	100	104	112	116	96	76	42	25	15.

4. **Schweißstahl**, härtbar, schweiß- und schmiedbar (auch mit Schweißeseisen), teigig, aus manganhaltigem Roheisen als Puddelstahl, aus Schweißeseisen durch längeres Glühen mit C-reichen Körpern

*) S. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 730.

**) Genauere Angaben s. Rudeloff, Neuere Untersuchungen über den Einfluss höherer Wärmegrade u. s. w., Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 388 u. f.

als Cementstahl (Blasenstahl). Aus beiden durch weitere Verarbeitung (Packetieren, Ausschweissen) Gerb- oder Raffinierstahl. C-Gehalt 1,5 bis 0,5 ‰; Schmelzpunkt bei 1300 bis 1800° C. Durch plötzliches Abkühlen im Bruche feinkörniger, hart und spröde; bei nochmaligem Erwärmen tritt mit steigender Temperatur die vor dem Härten vorhandene Zähigkeit und Weichheit wieder ein, hierbei erscheinen folgende Anlaufsfarben:

Erwärmung auf 220° C blafs gelb, 232° strohgelb, 243° goldgelb, 250° purpur, 266° violett, 278° dunkelpurpur, 293° hellblau, 316° dunkelblau. (Bei Schweisseisen treten diese Farben erst bei höherer Temperatur auf, bei grauem Roheisen noch später.)

Schweisstahl zu Blech und Draht, sowie zum Verstählen eiserner Werkzeuge (Stählstahl).

5. Flusseisen, schmiedbar, schlecht schweisbar, nicht härtbar. Im flüssigen Zustande als Bessemer-, Thomas- oder Martin-Flusseisen in Form von Blöcken (Ingots) gewonnen. C-Gehalt 0,25 bis 0,05 ‰; Schmelzpunkt bei 1300 bis 1800° C. Bruch hellgrau, gleichmäfsig feinkörnig. Festigkeit gewöhnlich gröfser als die des Schweisseisens. Als Flusswaren in fertige Form gegossen; sonstige Verwendung wie Schweisseisen.*)

6. Flussstahl, schmiedbar, schlecht schweisbar, härtbar. Im flüssigen Zustande als Tiegel-, Bessemer-, Thomas- oder Martin-Flussstahl in Form von Flussstahlblöcken gewonnen. C-Gehalt 1,5 bis 0,25 ‰; Schmelzpunkt bei 1300 bis 1800° C. Bruch mattgrau, gleichmäfsig feinkörnig. Fester wie die übrigen Eisensorten. Zu besseren Werkzeugen nur Tiegelflussstahl und Wolframstahl. Grenze zwischen Flussstahl und Flusseisen bei 5000 kg f. d. qcm Zugfestigkeit.

Verunreinigungen des Eisens.

Silicium macht schmiedbares Eisen (im kalten und warmen Zustande) faulbrüchig und vermindert dessen Schweisbarkeit.

Phosphor macht Roheisen dünnflüssig und härter, schmiedbares Eisen (im kalten Zustande) kaltbrüchig und erhöht dessen Schweisbarkeit.

Schwefel (und Kupfer) vermindert die Festigkeit des Roheisens und die Schweisbarkeit des schmiedbaren Eisens und macht letzteres (im warmen Zustande) rotbrüchig.

Mangan erhöht den Schmelzpunkt des Roheisens (daher zweckmäfsig beim Puddelprozefs) und vermehrt die Härte des Roh- und schmiedbaren Eisens.

b. Handelsfabrikate des Eisens.

1. Säulen aus Gußeisen. Am besten stehend zu giefsen. Kleinste Wandstärke 10 mm, gröfste Wandstärke nicht über 35 mm. Gröfste Länge für gewöhnliche Bauzwecke nicht über 6 bis 7 m. (Vergl. Tafel, Abteil. I. S. 326.)

Bei durchlaufenden Säulensträngen (von nicht mehr als 20 m Gesamtlänge) sind die Stofsflächen der Säulen abzdrehen und letztere mittelst angegossener, in-

*) Neuere Litteratur über Flusseisen: Mehrtons, Stahl und Eisen 1891, Nr. 9; R. Krohn, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 1087; Dürre, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 1337.

einandergreifender Ringe zu centrieren. Für die Auflagerung der Deckenträger sind seitlich Konsolen anzugießen und die Deckenträger durch umgreifende oder durchgehende Laschen mit einander zu verbinden. Bei großer Säulenbelastung, für welche der Säulenschaft größer als 800 mm im Quadrat ausfällt, ist die Säulenschaftplatte besonders zu gießen.

Säulen in Räumen, wo Menschen verkehren, > 150 mm Durchm. und ≥ 15 mm Wandstärke. Bei Berechnung ist der ungünstigste Belastungszustand (1 Feld voll belastet, das Gegenfeld ohne Nutz- und Eigenlast) zu berücksichtigen. Die Deckenträger sind so zu legen, daß sie die Last so gut als erreichbar centrisch auf die Säule übertragen. Oertliche Ueberlastung des Halses durch Rippen zu vermeiden.

2. **Rohre aus Gußeisen.** Vergl. Tafel, Abteil. I. S. 470, 471.

3. **Unterlagsplatten** für I-Träger, meist aus Gußeisen 20 bis 30 mm dick, aus Eisenblech 10 bis 15 mm dick. Auflagerfläche (rechteckig oder quadratisch) richtet sich nach Auflast und zulässiger Beanspruchung des unterstützenden Mauerwerks. In Cementmörtel zu verlegen.

4. **Rohre aus Schweißeseisen.** Vergl. S. 352 und Abteil. I. S. 476.

5. **Mannesmannrohre**, gewalzt und nahtlos, aus Martin- und Tiegelflufsstahl von $k' = 4100$, $K_z = 6200$ kg f. d. qcm, $\varphi = 17$ bis $23 \frac{1}{2}^*$ (vergl. Abteil. I. S. 478). Die Deutsch-Oesterreichischen Mannesmannröhren-Werke stellen her: Lokomotiv-Siederohre, Kesselrohre mit abnehmender Wandstärke, Muffen- und Flanschenrohre (zum Ersatz der gußeisernen) für Gas-, Wasser- und Petroleum-Niederdruck-Leitungen, Hochdruckleitungsrohre (für Betriebsdrücke von 50 bis 1000 Atm.), Telegraphenstangen, Gewehrläufe, Geschützrohre, Kohlensäureflaschen, Wagendeichseln, Bracken und Ortscheite, Spannschlösser für Zugstangen, blanke kalibrierte Rohre, Werkzeugstahl-Rohre für hohle Werkzeuge aller Art, u. s. w.

6. **Stabeisen.** (Rund-, Quadrat-, Flacheisen u. s. w.); aus Schweißeseisen, ausgewalzt oder ausgeschmiedet, in Stäben von 3 bis 6 m Länge, seltener aus Flufeseisen (wegen geringerer Schweißbarkeit). Nach der Güte des Materials wird das gewöhnliche Handeseisen und das bessere Qualitätseisen unterschieden. (Vergl. S. 653 u. 658.) Flacheisen, rechteckiges Stabeisen von 10 bis 180 mm Breite, auf kalibrierten Walzen hergestellt; größere Breiten (bis zu 600 mm — darüber sind Bleche billiger) bei Stärken von 5 mm an aufwärts (am besten 10 bis 20 mm) als Universaleisen. (Vergl. S. 470.) Dünnes Flacheisen unter 5,5 mm Stärke und bis 250 mm Breite, welches bundweise und in größerer Länge (nicht in Stäben) verkauft wird, heißt Bändeisen. Gewichtstafeln von Stabeisen s. S. 623 bis 627.










7. **Walzeisen** (Formeisen). Winkeleisen (gleich- und ungleichschenkelig), T, I, Z, C-Eisen, Quadrant- und Belageisen, Handleisten- und Wulsteisen; Sechskant-, Halbrund-, Oval-, Sprossen-, Schlagleisteneisen u. s. w. Gewöhnlich wird ein sehnüßiges Schweißeseisen verwalzt; neuerdings auch andere Qualitäten und Flufeseisen. Den Eisen-Konstruktionen sind thunlichst die deutschen Normalprofile zu grunde zu legen, welche in den Tafeln auf S. 628 bis 638 enthalten sind und jetzt fast sämtlich (die für Schiffbauzwecke festgestellten Winkel- und Wulsteisen nur teilweise) von deutschen Walzwerken geliefert werden.

(Fortsetzung a. S. 642.)

*) S. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 1360.

Gewichtstafel für Quadrat-, Sechskant- und Rundeisen.

1 cbm Walzeisen (Schweißeseisen) wiegt 7800 kg.

Dicke d. mm	Gewicht f. d. lfd. m in kg.			Dicke d. mm	Gewicht f. d. lfd. m in kg.			Dicke d. mm	Gewicht f. d. lfd. m in kg.		
	d_1	d_2	d_3		d_1	d_2	d_3		d_1	d_2	d_3
											
5	0,195	0,169	0,153	50	19,500	16,888	15,315	180	252,720	218,862	198,486
6	0,281	0,243	0,221	52	21,091	18,266	16,565	185	266,955	231,190	209,666
7	0,382	0,331	0,300	54	22,745	19,668	17,864	190	281,580	243,850	221,152
8	0,499	0,432	0,392	56	24,461	21,184	19,211	195	296,595	256,859	232,945
9	0,632	0,547	0,496	58	26,239	22,724	20,608	200	312,000	270,200	245,044
10	0,780	0,676	0,613	60	28,080	24,318	22,054	205	327,795	283,879	257,450
11	0,944	0,817	0,741	62	29,983	25,966	23,549	210	343,980	297,806	270,161
12	1,123	0,973	0,882	64	31,949	27,668	25,093	215	360,555	312,250	283,179
13	1,318	1,142	1,035	66	33,977	29,425	26,685	220	377,520	326,942	296,504
14	1,529	1,324	1,201	68	36,067	31,235	28,327	225	394,875	341,972	310,134
15	1,755	1,520	1,378	70	38,220	33,100	30,018	230	412,620	357,340	324,071
16	1,997	1,729	1,568	72	40,435	35,018	31,758	235	430,755	373,045	338,314
17	2,254	1,952	1,770	74	42,713	36,990	33,547	240	449,280	389,088	352,864
18	2,527	2,189	1,985	76	45,053	39,017	35,384	245	468,195	405,469	367,720
19	2,816	2,439	2,212	78	47,455	41,097	37,271	250	487,500	422,188	382,882
20	3,120	2,702	2,450	80	49,920	43,232	39,207	255	507,195	439,244	398,350
21	3,440	2,979	2,702	85	56,355	48,805	44,261	260	527,280	456,638	414,125
22	3,775	3,269	2,965	90	63,180	54,716	49,621	265	547,755	474,370	430,206
23	4,126	3,573	3,241	95	70,395	60,964	55,288	270	568,620	492,440	446,593
24	4,493	3,891	3,529	100	78,000	67,550	61,261	275	589,875	510,847	463,287
25	4,875	4,222	3,829	105	85,995	74,474	67,540	280	611,520	529,592	480,287
26	5,273	4,566	4,141	110	94,380	81,736	74,126	285	633,555	548,675	497,593
27	5,686	4,924	4,466	115	103,155	89,335	81,018	290	655,980	568,096	515,206
28	6,115	5,296	4,803	120	112,320	97,272	88,216	295	678,795	587,854	533,124
29	6,560	5,681	5,152	125	121,875	105,547	95,720	300	702,000	607,950	551,350
30	7,020	6,080	5,513	130	131,820	114,160	103,531	305	725,595	628,384	569,881
32	7,987	6,917	6,273	135	142,155	123,110	111,648	310	749,580	649,156	588,719
34	9,017	7,809	7,082	140	152,880	132,398	120,072	315	773,955	670,265	607,863
36	10,109	8,754	7,939	145	163,995	142,024	128,801	320	798,720	691,712	627,313
38	11,263	9,754	8,846	150	175,500	151,988	137,837	325	823,875	713,497	647,070
40	12,480	10,808	9,802	155	187,395	162,289	147,180	330	849,420	735,620	667,133
42	13,759	11,916	10,806	160	199,680	172,928	156,828	335	875,355	758,080	687,502
44	15,101	13,078	11,866	165	212,355	183,905	166,783	340	901,680	780,878	708,178
46	16,505	14,294	12,953	170	225,420	195,220	177,044	345	928,395	804,014	729,160
48	17,971	15,564	14,115	175	238,875	206,872	187,612	350	955,500	827,488	750,448

Anmerkung. Die angegebenen Dicken des Quadrat- und Sechskanteisens entsprechen dem Durchmesser des eingeschriebenen Kreises. Das Gewicht von Sechskanteisen beträgt $0,8238 \sim \frac{5}{6}$ des Gewichtes von Rundeisen, welches den äußeren Durchmesser des Sechskanteisens hat.

Gewichtstafel

Gewicht von
1 cbm Walzeisen

Dicke in mm.	Breite in mm.										
	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	26
1	0,078	0,094	0,109	0,117	0,125	0,140	0,156	0,172	0,187	0,195	0,203
2	0,156	0,187	0,218	0,234	0,250	0,281	0,312	0,343	0,374	0,390	0,406
3	0,234	0,281	0,328	0,351	0,374	0,421	0,468	0,515	0,562	0,585	0,608
4	0,312	0,374	0,437	0,468	0,499	0,562	0,624	0,686	0,749	0,780	0,811
5	0,390	0,468	0,546	0,585	0,624	0,702	0,780	0,858	0,936	0,975	1,014
6	0,468	0,562	0,655	0,702	0,749	0,842	0,936	1,030	1,123	1,170	1,217
7	0,546	0,655	0,764	0,819	0,874	0,983	1,092	1,201	1,310	1,365	1,420
8	0,624	0,749	0,874	0,936	0,998	1,123	1,248	1,373	1,498	1,560	1,622
9	0,702	0,842	0,983	1,053	1,123	1,264	1,404	1,544	1,685	1,755	1,825
10	0,780	0,936	1,092	1,170	1,248	1,404	1,560	1,716	1,872	1,950	2,028
11	0,858	1,030	1,201	1,287	1,373	1,544	1,716	1,888	2,059	2,145	2,231
12	0,936	1,123	1,310	1,404	1,498	1,685	1,872	2,059	2,246	2,340	2,434
13	1,014	1,217	1,420	1,521	1,622	1,825	2,028	2,231	2,434	2,535	2,636
14	1,092	1,310	1,529	1,638	1,747	1,966	2,184	2,402	2,621	2,730	2,839
15	1,170	1,404	1,638	1,755	1,872	2,106	2,340	2,574	2,808	2,925	3,042
16	1,248	1,498	1,747	1,872	1,997	2,246	2,496	2,746	2,995	3,120	3,245
17	1,326	1,585	1,889	2,028	2,167	2,416	2,666	2,916	3,165	3,315	3,465
18	1,404	1,685	1,966	2,106	2,246	2,527	2,808	3,089	3,370	3,510	3,650
19	1,482	1,778	2,075	2,223	2,371	2,666	2,961	3,256	3,551	3,705	3,853
20	1,560	1,872	2,184	2,340	2,496	2,808	3,120	3,432	3,744	3,900	4,056
21	1,638	1,966	2,293	2,457	2,621	2,948	3,276	3,604	3,931	4,095	4,259
22	1,716	2,059	2,402	2,574	2,746	3,089	3,432	3,775	4,118	4,290	4,462
23	1,794	2,153	2,512	2,691	2,870	3,229	3,588	3,947	4,306	4,485	4,664
24	1,872	2,246	2,621	2,808	2,995	3,370	3,744	4,118	4,493	4,680	4,867
25	1,950	2,340	2,730	2,925	3,120	3,510	3,900	4,290	4,680	4,875	5,070
26	2,028	2,434	2,839	3,042	3,245	3,650	4,056	4,462	4,867	4,970	5,273
27	2,106	2,527	2,948	3,159	3,370	3,791	4,212	4,633	5,054	5,165	5,476
28	2,184	2,621	3,058	3,276	3,494	3,931	4,368	4,805	5,242	5,360	5,678
29	2,262	2,714	3,167	3,393	3,619	4,072	4,524	4,976	5,429	5,555	5,881
30	2,340	2,808	3,276	3,510	3,744	4,192	4,680	5,148	5,616	5,750	6,084
31	2,418	2,902	3,385	3,627	3,869	4,352	4,836	5,320	5,803	6,045	6,287
32	2,496	3,005	3,494	3,744	3,994	4,493	4,992	5,491	5,990	6,230	6,470
33	2,574	3,089	3,604	3,861	4,118	4,633	5,148	5,663	6,178	6,435	6,692
34	2,652	3,182	3,713	3,978	4,243	4,774	5,304	5,834	6,365	6,630	6,895
35	2,730	3,276	3,822	4,095	4,368	4,914	5,460	6,006	6,552	6,825	7,098
36	2,808	3,370	3,931	4,212	4,493	5,054	5,616	6,178	6,739	7,020	7,300
37	2,886	3,463	4,040	4,329	4,618	5,195	5,772	6,349	6,926	7,215	7,500
38	2,964	3,557	4,150	4,446	4,742	5,335	5,928	6,521	7,114	7,410	7,706
39	3,042	3,650	4,259	4,563	4,867	5,476	6,084	6,692	7,301	7,605	7,909
40	3,120	3,744	4,368	4,680	4,992	5,616	6,240	6,864	7,488	7,800	8,112
41	3,198	3,838	4,477	4,797	5,117	5,756	6,396	7,036	7,675	7,995	8,315
42	3,276	3,931	4,586	4,914	5,242	5,892	6,532	7,172	7,862	8,190	8,518
43	3,354	4,025	4,714	5,031	5,366	6,037	6,708	7,379	8,050	8,385	8,720
44	3,432	4,118	4,805	5,148	5,491	6,178	6,864	7,550	8,237	8,580	8,923
45	3,510	4,212	4,914	5,265	5,616	6,318	7,020	7,722	8,424	8,775	9,126

Anmerkung: Nach der metrischen Dimensionsskala des Zollvereins. Eisen-
von 40 bis 70 mm um je 2 oder 4 mm, von 70 bis 100 mm und darüber um je 10 mm.

für Flacheisen.

1 lfd. m in kg.

(Schweißeseisen) wiegt 7800 kg.

Dicke in mm.	Breite in mm.														Dicke in mm.
	28	30	32	34	35	36	38	40	42	44	45				
1	0,218	0,234	0,250	0,265	0,273	0,281	0,290	0,312	0,328	0,343	0,351	0,361	0,371	0,381	1
2	0,437	0,468	0,499	0,530	0,546	0,562	0,569	0,624	0,655	0,686	0,702	0,718	0,734	0,750	2
3	0,655	0,702	0,749	0,796	0,819	0,842	0,889	0,936	0,983	1,030	1,053	1,076	1,100	1,123	3
4	0,874	0,936	0,998	1,061	1,092	1,123	1,186	1,248	1,310	1,373	1,404	1,427	1,450	1,473	4
5	1,092	1,170	1,248	1,326	1,395	1,404	1,482	1,560	1,638	1,716	1,755	1,794	1,833	1,872	5
6	1,310	1,404	1,498	1,591	1,638	1,685	1,778	1,872	1,966	2,059	2,106	2,153	2,200	2,247	6
7	1,529	1,638	1,747	1,856	1,911	1,966	2,075	2,184	2,293	2,402	2,457	2,504	2,551	2,600	7
8	1,747	1,872	1,997	2,122	2,184	2,246	2,371	2,496	2,621	2,746	2,808	2,860	2,912	2,964	8
9	1,966	2,106	2,246	2,387	2,457	2,527	2,668	2,808	2,949	3,089	3,159	3,211	3,263	3,315	9
10	2,184	2,340	2,496	2,652	2,730	2,808	2,964	3,120	3,276	3,432	3,492	3,544	3,596	3,650	10
11	2,402	2,574	2,746	2,917	3,003	3,089	3,260	3,432	3,604	3,775	3,861	3,913	3,965	4,017	11
12	2,621	2,808	2,995	3,182	3,276	3,370	3,557	3,744	3,931	4,118	4,212	4,264	4,316	4,368	12
13	2,839	3,042	3,245	3,448	3,549	3,650	3,833	4,056	4,259	4,462	4,563	4,615	4,667	4,719	13
14	3,058	3,276	3,494	3,713	3,822	3,931	4,118	4,368	4,586	4,805	4,914	4,966	5,018	5,070	14
15	3,276	3,510	3,744	3,978	4,095	4,212	4,462	4,680	4,914	5,148	5,265	5,317	5,370	5,423	15
16	3,494	3,744	3,985	4,243	4,368	4,493	4,742	4,992	5,242	5,491	5,616	5,668	5,720	5,772	16
17	3,713	3,978	4,243	4,508	4,641	4,774	5,039	5,304	5,569	5,834	5,967	6,020	6,072	6,124	17
18	3,931	4,212	4,493	4,774	4,914	5,054	5,335	5,616	5,897	6,178	6,318	6,371	6,423	6,475	18
19	4,150	4,446	4,742	5,039	5,187	5,335	5,622	5,909	6,224	6,521	6,661	6,714	6,766	6,818	19
20	4,368	4,680	4,992	5,304	5,460	5,616	5,928	6,240	6,552	6,864	7,004	7,057	7,109	7,161	20
21	4,586	4,914	5,242	5,569	5,733	5,897	6,224	6,552	6,880	7,207	7,347	7,400	7,452	7,504	21
22	4,805	5,148	5,491	5,834	6,006	6,178	6,521	6,864	7,207	7,550	7,690	7,743	7,795	7,847	22
23	5,023	5,385	5,747	6,109	6,279	6,458	6,817	7,176	7,535	7,894	8,034	8,087	8,139	8,191	23
24	5,242	5,616	5,990	6,365	6,535	6,729	7,114	7,488	7,862	8,237	8,424	8,477	8,529	8,581	24
25	5,460	5,850	6,240	6,630	6,825	7,020	7,410	7,800	8,190	8,580	8,775	8,828	8,880	8,932	25
26	5,678	6,084	6,481	6,895	7,098	7,301	7,886	8,112	8,518	8,923	9,126	9,179	9,231	9,283	26
27	5,897	6,318	6,739	7,160	7,371	7,582	8,003	8,424	8,845	9,266	9,477	9,530	9,582	9,634	27
28	6,115	6,552	6,989	7,426	7,644	7,862	8,299	8,736	9,173	9,610	9,828	9,881	9,933	9,985	28
29	6,334	6,786	7,238	7,691	7,917	8,143	8,580	9,048	9,509	9,953	10,171	10,224	10,276	10,328	29
30	6,552	7,020	7,488	7,956	8,190	8,424	8,892	9,360	9,828	10,300	10,518	10,571	10,623	10,675	30
31	6,770	7,254	7,738	8,221	8,463	8,705	9,188	9,672	10,155	10,640	10,858	10,911	10,963	11,015	31
32	6,988	7,488	7,987	8,486	8,736	8,986	9,485	9,984	10,483	10,982	11,190	11,243	11,295	11,347	32
33	7,207	7,722	8,237	8,752	9,009	9,266	9,765	10,300	10,815	11,320	11,538	11,591	11,643	11,695	33
34	7,426	7,955	8,486	9,017	9,282	9,547	10,080	10,615	11,114	11,613	11,831	11,884	11,936	11,988	34
35	7,644	8,190	8,736	9,282	9,555	9,828	10,377	10,926	11,425	11,924	12,142	12,195	12,247	12,299	35
36	7,862	8,424	8,977	9,547	9,828	10,111	10,681	11,251	11,750	12,249	12,467	12,520	12,572	12,624	36
37	8,081	8,658	9,235	9,812	10,100	10,390	10,971	11,552	12,133	12,632	12,850	12,903	12,955	13,007	37
38	8,299	8,892	9,485	10,080	10,370	10,660	11,251	11,842	12,433	13,034	13,252	13,305	13,357	13,409	38

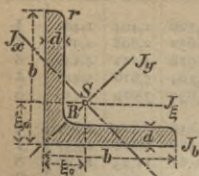
Dicke in mm.	Breite in mm.										
	46	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1	0,359	0,374	0,390	0,429	0,468	0,507	0,546	0,585	0,624	0,663	0,702
2	0,718	0,749	0,780	0,858	0,936	1,014	1,092	1,170	1,248	1,326	1,404
3	1,076	1,123	1,170	1,287	1,404	1,521	1,638	1,755	1,872	1,989	2,106
4	1,435	1,498	1,560	1,716	1,872	2,028	2,184	2,340	2,496	2,652	2,808
5	1,794	1,872	1,950	2,145	2,340	2,535	2,730	2,925	3,120	3,315	3,510
6	2,153	2,246	2,340	2,574	2,808	3,042	3,276	3,510	3,744	3,978	4,212
7	2,512	2,621	2,730	3,003	3,276	3,549	3,822	4,095	4,368	4,641	4,914
8	2,870	2,995	3,120	3,432	3,744	4,056	4,368	4,680	4,992	5,304	5,616
9	3,229	3,370	3,510	3,861	4,212	4,563	4,914	5,265	5,616	5,967	6,318
10	3,588	3,744	3,900	4,290	4,680	5,070	5,460	5,850	6,240	6,630	7,020
11	3,947	4,118	4,290	4,719	5,148	5,577	6,006	6,435	6,864	7,293	7,722
12	4,306	4,493	4,680	5,148	5,616	6,084	6,552	7,020	7,488	7,956	8,424
13	4,664	4,867	5,070	5,577	6,084	6,591	7,098	7,605	8,112	8,619	9,126
14	5,023	5,242	5,460	6,006	6,552	7,098	7,644	8,190	8,736	9,282	9,828
15	5,382	5,616	5,850	6,435	7,020	7,605	8,190	8,775	9,360	9,945	10,530
16	5,741	5,990	6,240	6,864	7,488	8,112	8,736	9,360	9,984	10,611	11,234
17	6,100	6,365	6,630	7,293	7,956	8,619	9,282	9,945	10,611	11,277	11,943
18	6,458	6,739	7,020	7,722	8,424	9,126	9,828	10,530	11,234	11,937	12,640
19	6,817	7,114	7,410	8,131	8,902	9,683	10,464	11,245	12,026	12,807	13,588
20	7,176	7,488	7,800	8,580	9,360	10,140	10,920	11,700	12,480	13,260	14,040
21	7,535	7,862	8,190	9,009	9,828	10,651	11,474	12,297	13,120	13,943	14,766
22	7,894	8,237	8,580	9,438	10,301	11,164	12,027	12,890	13,753	14,616	15,479
23	8,252	8,611	8,970	9,867	10,764	11,661	12,558	13,455	14,352	15,249	16,146
24	8,611	8,986	9,360	10,301	11,243	12,187	13,131	14,074	15,018	15,961	16,905
25	8,970	9,360	9,750	10,722	11,700	12,678	13,656	14,634	15,612	16,590	17,568
26	9,329	9,734	10,140	11,115	12,117	13,118	14,200	15,282	16,364	17,446	18,528
27	9,688	10,111	10,530	11,558	12,600	13,642	14,740	15,838	16,936	18,034	19,132
28	10,05	10,48	10,92	12,01	13,10	14,20	15,30	16,38	17,47	18,56	19,65
29	10,40	10,86	11,31	12,42	13,57	14,70	15,83	16,96	18,10	19,23	20,36
30	10,76	11,23	11,70	12,87	14,04	15,21	16,38	17,55	18,72	19,89	21,06
31	11,12	11,61	12,09	13,30	14,51	15,72	16,93	18,13	19,34	20,55	21,76
32	11,48	11,98	12,48	13,73	14,98	16,22	17,47	18,72	19,97	21,22	22,46
33	11,84	12,35	12,87	14,16	15,44	16,73	18,02	19,30	20,59	21,88	23,17
34	12,20	12,73	13,26	14,59	15,91	17,24	18,56	19,89	21,22	22,54	23,87
35	12,56	13,10	13,65	15,01	16,38	17,74	19,11	20,47	21,84	23,20	24,57
36	12,92	13,48	14,04	15,44	16,85	18,25	19,66	21,06	22,46	23,87	25,27
37	13,27	13,85	14,43	15,87	17,32	18,76	20,20	21,64	23,09	24,53	25,97
38	13,63	14,23	14,82	16,30	17,78	19,27	20,75	22,23	23,71	25,19	26,68
39	13,99	14,60	15,21	16,71	18,25	19,77	21,29	22,81	24,34	25,86	27,38
40	14,35	14,98	15,60	17,16	18,72	20,28	21,84	23,40	24,96	26,52	28,08
41	14,71	15,35	15,99	17,59	19,19	20,79	22,39	23,98	25,58	27,18	28,78
42	15,07	15,72	16,38	18,02	19,66	21,20	22,93	24,57	26,21	27,85	29,48
43	15,43	16,10	16,77	18,45	20,12	21,80	23,48	25,15	26,83	28,51	30,19
44	15,79	16,47	17,16	18,88	20,59	22,31	24,02	25,74	27,46	29,17	30,89
45	16,15	16,85	17,55	19,30	21,06	22,81	24,57	26,32	28,08	29,83	31,59

Dicke in mm.	Breite in mm.										
	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
1	0,741	0,780	0,858	0,936	1,014	1,092	1,170	1,248	1,326	1,404	1,482
2	1,482	1,560	1,716	1,872	2,028	2,184	2,340	2,496	2,652	2,808	2,964
3	2,223	2,340	2,574	2,808	3,042	3,276	3,510	3,744	3,978	4,212	4,446
4	2,964	3,120	3,432	3,744	4,056	4,368	4,680	4,992	5,304	5,616	5,928
5	3,705	3,900	4,290	4,680	5,070	5,460	5,850	6,240	6,630	7,020	7,410
6	4,446	4,680	5,148	5,616	6,084	6,552	7,020	7,488	7,956	8,424	8,892
7	5,187	5,460	6,006	6,552	7,098	7,644	8,190	8,736	9,282	9,828	10,374
8	5,928	6,240	6,864	7,488	8,112	8,736	9,360	9,984	10,611	11,234	11,858
9	6,669	7,020	7,722	8,424	9,126	9,828	10,530	11,234	11,937	12,640	13,344
10	7,410	7,800	8,580	9,360	10,140	10,920	11,700	12,480	13,260	14,040	14,820
11	8,151	8,580	9,438	10,301	11,164	12,027	12,890	13,753	14,591	15,444	16,300
12	8,892	9,360	10,301	11,234	12,177	13,120	14,063	14,981	15,911	16,854	17,788
13	9,633	10,14	11,15	12,17	13,18	14,20	15,21	16,22	17,24	18,25	19,27
14	10,374	10,92	11,91	13,10	14,20	15,29	16,38	17,47	18,56	19,65	20,75
15	11,115	11,70	12,87	14,04	15,21	16,38	17,55	18,72	19,89	21,06	22,23
16	11,86	12,48	13,73	14,98	16,22	17,47	18,72	19,97	21,22	22,46	23,71
17	12,60	13,26	14,59	15,91	17,24	18,56	19,89	21,22	22,54	23,87	25,19
18	13,34	14,04	15,44	16,85	18,25	19,66	21,06	22,46	23,87	25,27	26,68
19	14,08	14,82	16,30	17,78	19,27	20,75	22,23	23,71	25,19	26,68	28,16
20	14,82	15,60	17,16	18,72	20,28	21,84	23,40	24,96	26,52	28,08	29,64
21	15,56	16,38	18,02	19,66	21,29	22,93	24,57	26,21	27,85	29,48	31,12
22	16,30	17,16	18,88	20,59	22,31	24,02	25,74	27,46	29,17	30,89	32,60
23	17,04	17,94	19,73	21,53	23,32	25,14	26,91	28,70	30,50	32,29	34,09
24	17,78	18,72	20,59	22,46	24,34	26,21	28,08	29,95	31,82	33,70	35,57
25	18,52	19,50	21,45	23,40	25,35	27,30	29,25	31,20	33,15	35,10	37,05
26	19,27	20,28	22,31	24,34	26,36	28,30	30,42	32,45	34,48	36,50	38,53
27	20,01	21,06	23,17	25,27	27,38	29,48	31,59	33,70	35,80	37,91	40,01
28	20,75	21,84	24,02	26,21	28,39	30,58	32,76	34,94	37,13	39,31	41,50
29	21,49	22,62	24,88	27,14	29,41	31,67	33,93	36,19	38,45	40,72	42,98
30	22,23	23,40	25,74	28,08	30,42	32,76	35,10	37,44	39,78	42,12	44,46
31	22,97	24,18	26,60	29,02	31,43	33,85	36,27	38,69	41,11	43,52	45,94
32	23,71	24,96	27,46	29,95	32,45	34,94	37,44	39,94	42,43	44,93	47,42
33	24,45	25,74	28,31	30,89	33,40	36,04	38,61	41,18	43,76	46,33	48,91
34	25,19	26,52	29,17	31,82	34,48	37,13	39,78	42,43	45,08	47,74	50,39
35	25,93	27,30	30,93	32,76	35,49	38,22	40,95	43,68	46,41	49,14	51,87
36	26,68	28,08	30,89	33,70	36,50	39,31	42,12	44,93	47,74	50,54	53,35
37	27,41	28,86	31,75	34,63	37,52	40,40	43,29	46,18	49,06	51,95	54,83
38	28,16	29,64	32,60	35,57	38,53	41,50	44,46	47,42	50,39	53,35	56,32
39	28,90	30,42	33,46	36,50	39,55	42,50	45,63	48,67	51,71	54,76	57,80
40	29,64	31,20	34,32	37,44	40,56	43,68	46,80	49,92	53,04	56,16	59,28
41	30,38	31,98	35,18	38,38	41,57	44,77	47,91	51,17	54,37	57,56	60,71
42	31,12	32,76	36,04	39,31	42,59	45,86	49,14	52,42	55,69	58,97	62,24
43	31,86	33,54	36,89	40,25	43,60	46,96	50,31	53,66	57,02	60,37	63,73
44	32,60	34,32	37,75	41,18	44,62	48,05	51,48	54,91	58,34	61,78	65,21
45	33,34	35,10	38,61	42,12	45,63	49,14	52,65	56,16	59,67	63,18	66,69

Deutsche Normalprofile für Walzeisen.

Die angegebenen Gewichte sind auf Schweifeseisen (spec. Gewicht = 7,8) bezogen.

Abbild. 320.



1. Gleichschenklige Winkeleisen.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Abrundung im Winkeleck $R = 0,5 (d_{\min} + d_{\max})$.

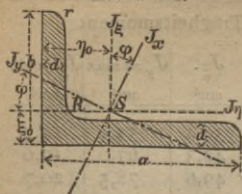
Abrundung der Schenkelen den $r = 0,5 R$.

Zwischenprofile mit 1 mm größerer Schenkeldicke und gleicher Schenkelbreite sind erhältlich.

Profil-Nr.	Breite <i>b</i> , mm	Dicke <i>d</i> , mm	Quer- schnitt, qcm	Gewicht f. d. lfd. m, kg	Abstand d. Schwer- punktes s_0 mm	Trägheitsmoment			
						J_b , cm ⁴	J_{s_0} , cm ⁴	$J_y = \max$, cm ⁴	$J_x = \min$, cm ⁴
1½	15	3	0,81	0,63	4,8	0,350	0,159	0,252	0,066
		4	1,04	0,81	5,2	0,473	0,195	0,309	0,081
2	20	3	1,11	0,87	6,1	0,815	0,404	0,640	0,169
		4	1,44	1,12	6,5	1,100	0,500	0,792	0,209
2½	25	3	1,41	1,10	7,4	1,58	0,821	1,30	0,342
		4	1,84	1,44	7,7	2,13	1,04	1,64	0,432
3	30	4	2,24	1,75	9,0	3,63	1,85	2,93	0,77
		6	3,24	2,53	9,8	5,58	2,53	4,01	1,05
3½	35	4	2,64	2,06	10,2	5,78	3,03	4,80	1,26
		6	3,84	3,00	11,0	8,78	4,18	6,62	1,74
4	40	4	3,04	2,37	11,5	8,60	4,63	7,33	1,93
		6	4,41	3,46	12,3	13,1	6,44	10,2	2,68
		8	5,76	4,49	13,0	17,6	8,02	12,7	3,34
4½	45	5	4,25	3,32	13,1	15,4	8,08	12,8	3,37
		7	5,81	4,53	13,9	21,7	10,7	16,9	4,45
		9	7,29	5,69	14,6	28,3	12,9	20,4	5,38
5	50	5	4,75	3,7	14,4	21,0	11,2	17,8	4,68
		7	6,51	5,1	15,1	29,8	14,8	23,5	6,18
		9	8,19	6,4	15,9	38,8	18,1	28,6	7,53
5½	55	6	6,24	4,9	15,9	33,5	17,8	28,2	7,43
		8	8,16	6,4	16,7	45,3	22,5	35,7	9,38
		10	10,00	7,8	17,4	57,0	26,9	42,6	11,2
6	60	6	6,84	5,3	17,2	43,8	23,4	37,0	9,74
		8	8,96	7,0	17,9	58,5	29,8	47,2	12,4
		10	11,00	8,6	18,6	73,5	35,6	56,3	14,8

Profil-Nr.	Breite <i>b</i> , mm	Dicke <i>d</i> , mm	Quer- schnitt, qem	Gewicht f. d. lfd. m., kg	Abstand d. Schwer- punktes $\frac{z}{2}$, mm	Trägheitsmoment			
						J_b , cm ⁴	J_z , cm ⁴	$J_y = \max$, cm ⁴	$J_x = \min$, cm ⁴
6 $\frac{1}{2}$	65	7	8,61	6,7	18,8	64,7	34,4	54,4	14,3
		9	10,9	8,5	19,5	83,7	42,3	67,0	17,6
		11	13,1	10,2	20,2	103	49,6	78,5	20,7
7	70	7	9,31	7,3	20,1	80,9	43,3	68,5	18,0
		9	11,8	9,2	20,8	105	53,6	84,8	22,3
		11	14,2	11,1	21,5	128	63,1	99,8	26,3
7 $\frac{1}{2}$	75	8	11,4	8,9	21,7	114	60,0	95,0	25,0
		10	14,0	10,9	22,4	143	72,7	115,0	30,3
		12	16,6	12,9	23,1	172	84,0	133,0	35,0
8	80	8	12,2	9,5	22,9	137	73,9	117	30,8
		10	15,0	11,7	23,7	173	89,1	141	37,1
		12	17,8	13,9	24,4	209	103	162	42,7
9	90	9	15,4	12,0	25,8	221	118	187	49,2
		11	18,6	14,5	26,5	271	140	222	58,4
		13	21,7	16,9	27,2	321	160	254	66,8
10	100	10	19,0	14,8	28,7	337	180	285	75,0
		12	22,6	17,6	29,4	405	210	333	87,7
		14	26,0	20,3	30,1	474	239	378	99,5
11	110	10	21,0	16,4	31,2	448	243	385	101
		12	25,0	19,5	31,9	538	284	450	118
		14	28,9	22,5	32,6	631	324	513	135
12	120	11	25,2	19,7	34,1	640	346	549	144
		13	29,5	23,0	34,8	758	400	634	167
		15	33,8	26,3	35,5	878	451	715	188
13	130	12	29,8	23,2	36,9	885	482	763	201
		14	34,4	26,9	37,6	1035	548	867	229
		16	39,0	30,5	38,3	1188	613	970	256
14	140	13	34,7	27,1	39,8	1200	647	1025	270
		15	39,8	31,0	40,5	1388	732	1160	305
		17	44,7	34,9	41,2	1578	814	1290	339
15	150	14	40,0	31,2	43	1590	859	1360	358
		16	45,4	35,4	43	1818	963	1525	401
		18	50,8	39,6	44	2050	1064	1685	443
16	160	15	45,8	35,7	45	2060	1111	1760	463
		17	51,5	40,2	46	2345	1244	1970	518
		19	57,2	44,6	47	2635	1365	2160	569

Abbild. 321.



2. Ungleichschenklige Winkeleisen.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Abrundung im Winkeleck $R = 0,5 (d_{\min} + d_{\max})$.

Abrundung der Schenkelen den $r = 0,5 R$.

Zwischenprofile mit 1 mm größerer Schenkeldicke und gleicher Schenkelbreite sind erhältlich.

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.			Querschnitt qcm	Gewicht f. d. lfd. m. kg	Abstand d. Schwerp. ξ_0 | η_0 .		tg φ .	Trägheitsmoment			
	b	a	d			ξ_0	η_0		J_{ξ} .	J_{η} .	$J_x = \max$	$J_y = \min$.

Schenkelverhältnis 2 : 3.

2/3	20	30	3	1,41	1,10	5,1	10,1	0,407	1,28	0,455	1,44	0,292
			4	1,84	1,44	5,5	10,5	0,382	1,66	0,523	1,79	0,392
3/4½	30	45	4	2,84	2,22	7,5	15,0	0,421	5,83	2,09	6,63	1,29
			5	3,50	2,73	7,9	15,4	0,400	7,01	2,51	7,91	1,64
4/6	40	60	5	4,75	3,71	9,9	19,9	0,426	17,4	6,26	19,9	3,79
			7	6,51	5,08	10,6	20,6	0,400	23,1	8,23	26,0	5,39
5/7½	50	75	7	8,26	6,4	12,6	25,1	0,417	46,9	16,8	53,2	10,5
			9	10,44	8,1	13,3	25,8	0,398	57,9	20,6	64,9	13,6
6½/10	65	100	9	14,04	11,0	16,2	33,7	0,399	142	47,9	160	30,1
			11	16,94	13,2	16,9	34,4	0,384	169	56,3	188	36,9
8/12	80	120	10	19,0	14,8	19,7	39,7	0,425	279	100	318	61,1
			12	22,56	17,6	20,5	40,5	0,412	326	116	368	73,8
10/15	100	150	12	28,56	22,3	24,5	49,5	0,426	656	237	749	143,6
			14	33,04	25,8	25,2	50,2	0,418	750	269	851	167,4

Schenkelverhältnis 1 : 2.

2/4	20	40	3	1,71	1,33	4,5	14,5	0,252	2,83	0,489	2,99	0,331
			4	2,24	1,75	4,9	14,9	0,231	3,62	0,614	3,79	0,445
3/6	30	60	5	4,25	3,32	6,9	22,0	0,242	15,7	2,70	16,5	1,89
			7	5,81	4,53	7,7	22,7	0,215	20,8	3,50	21,7	2,66
4/8	40	80	6	6,84	5,34	9,0	29,0	0,249	45,2	7,83	47,7	5,36
			8	8,96	7,00	9,7	29,7	0,229	57,9	9,81	60,6	7,16
5/10	50	100	8	11,36	8,9	11,4	36,4	0,246	117	20,1	123	13,9
			10	14,00	10,9	12,1	37,1	0,231	141	24,0	148	17,4
6½/13	65	130	10	18,50	14,4	14,7	47,2	0,241	322	55,6	340	38,0
			12	21,96	17,1	15,4	47,9	0,236	377	64,4	396	45,9
8/16	80	160	12	27,36	21,3	17,9	57,9	0,249	725	125	764	85,9
			14	31,64	24,7	18,7	58,7	0,240	829	141	870	99,6
10/20	100	200	14	40,04	31,2	22,0	72,0	0,252	1672	289	1757	196
			16	45,44	35,4	22,8	72,7	0,246	1870	323	1970	223

3. T-Eisen.

Abbild. 322.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Abrundungen in den Winkelecken $R = d$.

„ am Fufs $r = 0,5 d$.

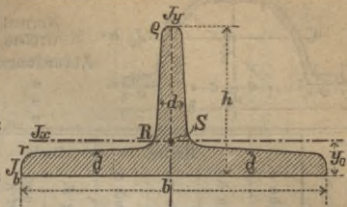
„ „ Steg $\rho = 0,25 d$.

Neigungen bei breitfüßigen T-Eisen:

Steg je 4‰; Fufs je 2‰.

Neigungen bei hochstegigen T-Eisen:

Steg und Fufs je 2‰.



Profil-Nr.	Breite <i>b.</i>	Höhe <i>h.</i>	Dicke <i>d.</i>	Quer- schnitt. f. d. lfd.	Gew- icht m.	Ab- stand des Schw- erpunktes <i>y₀</i>	Trägheitsmoment		
							<i>J_b</i>	<i>J_x</i>	<i>J_y</i>
	mm	mm	mm	qem	kg	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴

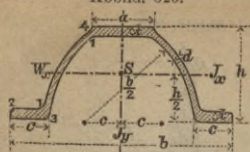
Breitfüßige T-Eisen. $b : h = 2 : 1$.

6/3	60	30	5,5	4,64	3,6	7,0	5,18	2,91	9,98
7/3½	70	35	6	5,94	4,6	8,1	9,02	5,12	17,3
8/4	80	40	7	7,91	6,2	9,3	15,7	8,87	30,1
9/4½	90	45	8	10,16	7,9	10,5	25,5	14,4	49,0
10/5	100	50	8,5	12,02	9,4	11,6	37,4	21,2	71,3
12/6	120	60	10	17,0	13,3	13,8	75,5	43,2	145
14/7	140	70	11,5	22,8	17,8	16,1	138,2	79,1	265
16/8	160	80	13	29,5	23,0	18,3	233,8	134	446
18/9	180	90	14,5	37,0	28,9	20,5	368,4	213	709
20/10	200	100	16	45,4	35,4	22,8	559	323	1073

Hochstegige T-Eisen. $b : h = 1 : 1$.

2/2	20	20	3	1,11	0,9	6,1	0,813	0,403	0,204
2½/2½	25	25	3,5	1,63	1,3	7,5	1,85	0,931	0,463
3/3	30	30	4	2,24	1,7	9,0	3,67	1,86	0,914
3½/3½	35	35	4,5	2,95	2,3	10,4	6,53	3,34	1,63
4/4	40	40	5	3,75	2,9	11,8	10,77	5,56	2,70
4½/4½	45	45	5,5	4,65	3,6	13,3	16,97	8,74	4,23
5/5	50	50	6	5,64	4,4	14,7	25,3	13,1	6,33
6/6	60	60	7	7,91	6,2	17,6	50,9	26,4	12,8
7/7	70	70	8	10,6	8,2	20,4	92,5	48,4	23,1
8/8	80	80	9	13,6	10,6	23,3	155,3	81,5	38,8
9/9	90	90	10	17,0	13,3	26,2	245,6	129	61,4
10/10	100	100	11	20,8	16,2	29,0	370,9	195	92,7
12/12	120	120	13	29,5	23,0	34,8	746	389	189
14/14	140	140	15	39,8	31,0	40,5	1387	734	347

Abbild. 323.



4. Belag-Eisen.

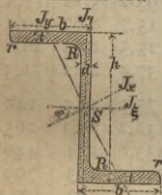
Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Abrundungen bei 1 mit Halbmesser = t ." " 2 " " = d ." " 3 " " = $d - 0,5$ mm." " 4 " " = $0,6 d + 1,3$ mm.

Profil-Nr.	Höhe h . mm	Breite			Dicke		Querschnitt. qem	Gewicht t. d. lfd. m. kg	Trägheitsmoment		Widerstandsmoment W_x . ccm
		untere b . mm	obere a . mm	am Fuß c . mm	Steg d . mm	Fuß und Kopf t . mm			J_y . cm ⁴	J_x . cm ⁴	
5	50	120	33	21	3	5	6,8	5,3	84	24	9,6
6	60	140	38	24	3,5	6	9,5	7,3	161	47,7	15,9
7 ^{3/4}	75	170	45,5	28,5	4	7	13,4	10,3	353	106	28,3
9	90	200	53	33	4,5	8	17,9	13,8	647	206	45,8
11	110	240	63	39	5	9	24,2	18,6	1272	419	76,2

Abbild. 324.



5. Z-Eisen.

Normallänge = 8 m.

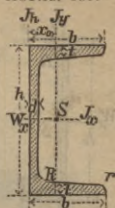
Größte Länge = 12 m.

Abrundungen am Steg $R = t$." an den Flanschen $r = 0,5 t$.

Profil-Nr.	Höhe h . mm	Breite b . mm	Dicke		Querschnitt. qem	Gewicht t. d. lfd. m. kg	tg φ .	Trägheitsmoment			
			Steg d . mm	Flansch t . mm				J_z . cm ⁴	J_y . cm ⁴	J_x . cm ⁴	J_y . cm ⁴
3	30	38	4	4,5	4,26	3,3	1,69	5,95	13,9	18,3	1,61
4	40	40	4,5	5	5,35	4,2	1,20	13,4	17,9	28,3	3,00
5	50	43	5	5,5	6,68	5,2	0,96	26,0	24,4	45,2	5,17
6	60	45	5	6	7,80	6,1	0,80	44,2	30,8	67,9	7,07
8	80	50	6	7	10,96	8,6	0,61	107,8	48,7	142,9	13,6
10	100	55	6,5	8	14,26	11,1	0,52	218,6	74,5	272	21,1
12	120	60	7	9	17,94	14,0	0,46	396,5	107,6	474	30,0
14	140	65	8	10	22,60	17,6	0,42	663,8	153,8	773	44,6
16	160	70	8,5	11	27,13	21,2	0,39	1043,3	208,5	1193	58,8
18*)	180	75	9,5	12	32,82	25,6	0,36	1572,8	274,5	1695	75,6
20*)	200	80	10	13	38,20	29,8	0,34	2260,3	367,2	2421	112,2

*) Diese Nummern sind im Normalprofilbuch nicht enthalten, werden aber von mehreren Walzwerken gewalzt; vergl. A. Meyerhof, Biegungsspannungen der Z-Eisen, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 696. Hier findet sich eine Tafel verbesserter (mit Rücksicht auf die Profil-Abrundungen berechneter) Werte für die Z-Eisen.

Abbild. 325.



6. C-Eisen.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Neigung der inneren Flanschflächen = 8°/0.

Abrundungshalbmesser $R = t$." " $r = 0,5 t$.

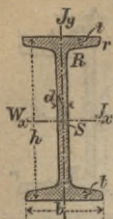
α. Neue C-Eisen.

Profil-Nr.	Höhe <i>h</i> .	Breite <i>b</i> .	Dicke		Querschnitt.	Gewicht f. d. lfd. m.	Abstand des Schwer- punktes x_0 .	Trägheitsmoment			Widerstands- moment W_x .	Profil-Nr.
			Steg <i>d</i> .	Flansch <i>t</i> .				J_h .	J_y .	J_x .		
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	ccm	
3	30	33	5	7	5,42	4,2	14,4	16,4	5,2	6,5	4,3	3
4	40	35	5	7	6,20	4,8	14,6	20,5	7,3	14,2	7,1	4
5	50	38	5	7	7,12	5,6	14,8	25,6	10,0	26,7	10,7	5
6 _{1/2}	65	42	5,5	7,5	9,05	7,1	15,4	37,3	15,7	58,2	17,9	6 _{1/2}
8	80	45	6	8	11,04	8,6	15,7	48,9	21,7	107	26,7	8
10	100	50	6	8,5	13,5	10,5	16,9	71,7	33,1	207	41,4	10
12	120	55	7	9	17,04	13,3	17,4	100,7	49,2	368	61,3	12
14	140	60	7	10	20,4	15,9	19,1	145,6	71,2	609	87,0	14
16	160	65	7,5	10,5	24,1	18,8	20,1	194,8	97,4	932	117	16
18	180	70	8	11	28,0	21,9	21,0	253,5	130	1364	152	18
20	200	75	8,5	11,5	32,3	25,2	22,0	327,3	171	1927	193	20
22	220	80	9	12,5	37,6	29,3	23,4	431,9	226	2712	247	22
26	260	90	10	14	48,4	37,8	25,8	687,3	365	4857	374	26
30	300	100	10	16	58,8	45,9	29,5	1076	564	8064	538	30

β. Aeltere C-Eisen (für den Eisenbahn-Wagenbau).

Profil-Nr.	Höhe <i>h</i> .	Breite <i>b</i> .	Dicke		Querschnitt.	Gewicht f. d. lfd. m.	Abstand des Schwer- punktes x_0 .	Trägheitsmoment.			Widerstands- moment W_x .	Profil-Nr.
			Steg <i>d</i> .	Flansch <i>t</i> .				J_h .	J_y .	J_x .		
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	ccm	
10 _{1/2}	105	65	8	8	17,5	13,7	20,9	147,9	71,4	292	55,7	10 _{1/2}
11 _{3/4}	117,5	65	10	10	22,8	17,8	20,7	186,2	88,6	454	77,3	11 _{3/4}
14 _{1/2}	145	60	8	8	19,9	15,5	16,5	117,1	63,0	594	81,9	14 _{1/2}
23 _{1/2}	235	90	10	12	42,7	33,3	25,2	589,1	318	3466	295	23 _{1/2}
26	260	90	10	10	42,0	32,8	22,1	493,0	288	3965	305	26
30	300	75	10	10	43,0	33,5	16,3	290,4	176	4980	332	30

Abbild. 326.



7. I-Eisen.

Normallänge = 10 m.

Größte Länge = 14 m.

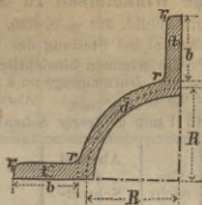
Neigung der inneren Flanschflächen = 14%.

Abrundungshalbmesser zwischen Steg und Flansch $R = d$.Abrundungshalbmesser der inneren Flanschanten $r = 0,6 d$.

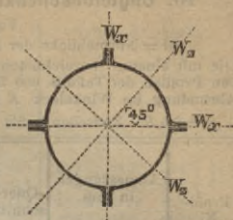
Die durch Klammern zusammengefaßten Profil-Nr. haben den gleichen Grundpreis.

Profil-Nr.	Höhe		Dicke		Quer-schnitt.	Ge-wicht f. d. lfd. m.	Trägheitsmoment		Widerstands-moment W_x .	Profil-Nr.
	h .	b .	Steg d .	Flansch t .			J_y .	J_x .		
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	cm ⁴	cm ⁴	ccm	
8	80	42	3,9	5,9	7,61	6,0	7,35	78,4	19,6	8
9	90	46	4,2	6,3	9,05	7,1	10,4	118	26,2	9
10	100	50	4,5	6,8	10,69	8,3	14,3	172	34,4	10
11	110	54	4,8	7,2	12,36	9,6	18,9	241	43,8	11
12	120	58	5,1	7,7	14,27	11,1	25,2	331	55,1	12
13	130	62	5,4	8,1	16,19	12,6	32,2	441	67,8	13
14	140	66	5,7	8,6	18,35	14,3	41,3	579	82,7	14
15	150	70	6,0	9,0	20,5	16,0	51,8	743	99,0	15
16	160	74	6,3	9,5	22,9	17,9	64,4	945	118	16
17	170	78	6,6	9,9	25,4	19,8	78,8	1177	139	17
18	180	82	6,9	10,4	28,0	21,9	95,9	1460	162	18
19	190	86	7,2	10,8	30,7	24,0	115,2	1779	187	19
20	200	90	7,5	11,3	33,7	26,2	138	2162	216	20
21	210	94	7,8	11,7	36,6	28,5	163	2587	246	21
22	220	98	8,1	12,2	39,8	31,0	192	3090	281	22
23	230	102	8,4	12,6	42,9	33,5	224	3642	317	23
24	240	106	8,7	13,1	46,4	36,2	261	4288	357	24
26	260	113	9,4	14,1	53,7	41,9	341	5798	446	26
28	280	119	10,1	15,2	61,4	47,9	429	7658	547	28
30	300	125	10,8	16,2	69,4	54,1	530	9888	659	30
32	320	131	11,5	17,3	78,2	61,0	652	12622	789	32
34	340	137	12,2	18,3	87,2	68,0	789	15827	931	34
36	360	143	13,0	19,5	97,5	76,1	956	19766	1098	36
38	380	149	13,7	20,5	107,5	83,9	1138	24206	1274	38
40	400	155	14,4	21,6	118,3	92,3	1349	29446	1472	40
42½	425	163	15,3	23,0	133,0	103,7	1672	37266	1754	42½
45	450	170	16,2	24,3	147,7	115,2	2004	46204	2054	45
47½	475	178	17,1	25,6	163,6	127,6	2424	56912	2396	47½
50	500	185	18,0	27,0	180,2	140,5	2871	69245	2770	50

Abbild. 327.



Abbild. 328.



8. Quadranteisen.

Normallänge = 8 m.

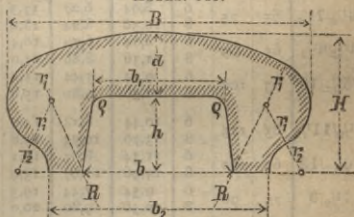
Größte Länge = 12 m.

Abrundung $r = 0,12 R$.

„ $r_1 = 0,06 R$.

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.				Querschnitt des vollen Rohres. qcm	Gewicht des vollen Rohres f. d. lfd. m. kg	Trägheitsmoment des vollen Rohres. cm ⁴	Widerstandsmoment des vollen Rohres	
	R	b	d	t				$W_z = \text{max.}$ ccm	$W_x = \text{min.}$ ccm
5	50	35	4	6	29,8	23,4	573	90	66
5	50	35	8	8	48,0	37,5	901	135	101
7 $\frac{1}{2}$	75	40	6	8	54,9	42,9	2046	235	173
7 $\frac{1}{2}$	75	40	10	10	80,2	62,8	2957	329	246
10	100	45	8	10	88,1	68,9	5434	499	365
10	100	45	12	12	120,4	94,0	7395	660	490
12 $\frac{1}{2}$	125	50	10	12	129,3	101,0	11970	907	665
12 $\frac{1}{2}$	125	50	14	14	168,8	131,6	15591	1155	857
15	150	55	12	14	178,9	139,6	23206	1497	1100
15	150	55	18	17	248,6	194,0	32283	2030	1509

Abbild. 329.



9. Handleisten-Eisen.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.										Querschnitt. qcm	Gewicht f. d. lfd. m. kg	
	B	H	b	h	R	d	r_1	r_2	ρ	b_1			b_2
4	40	18	20	10	40	8	6	4	2	18	30	4,2	3,3
6	60	27	30	15	60	12	9	6	3	27	45	9,4	7,36
8	80	36	40	20	80	16	12	8	4	36	60	16,7	13,0
10	100	45	50	25	100	20	15	10	5	45	75	26,1	20,4
12	120	54	60	30	120	24	18	12	6	54	90	37,5	29,3

10. Ungleichschenklige Winkeleisen zu Schiffbauzwecken.

Vergl. Abbild. 321 a. S. 630.

 $(d = \text{Normaldicke der Schenkel bei Stellung der Walzen bis 3 mm.})$

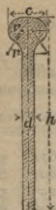
Die mit einem * bezeichneten Profile stimmen hinsichtlich ihrer Schenkellängen mit den Profilen der Tafel S. 630 überein. Normallänge = 8 m. Größte Länge = 12 m. Abrundung im Winkeleck $R = 0,5 (d + d_{\text{max}})$. Abrundung der Schenkelfenden $r = 0,5 R$. Zwischenprofile mit 1 mm größerer Schenkeldicke sind erhältlich.

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.			Querschnitt. qcm	Gewicht f. d. lfd. m. kg	Abstand des Schwerpunktes.		tg φ .	Trägheitsmoment			
	b	a	d			ξ_0	η_0		J_z	J_y	$J_x = \text{max.}$	$J_y = \text{min.}$
3/4	30	40	3	2,01	1,57	7,5	12,5	0,555	3,255	1,59	4,00	0,846
*3 1/2	30	45	3	2,16	1,68	7,1	14,6	0,445	4,523	1,64	5,23	0,933
*3/6	30	60	3	2,61	2,04	6,2	21,2	0,270	9,948	1,77	10,6	1,12
3 1/2 1/2	35	45	3	2,31	1,80	8,8	13,8	0,598	4,755	2,54	5,99	1,31
4/5	40	50	3	2,61	2,04	10,0	15,0	0,634	6,65	3,83	8,56	1,92
*4/6	40	60	4	3,84	3,00	9,5	19,5	0,445	14,27	5,18	16,5	2,95
*4/8	40	80	4	4,64	3,62	8,2	28,2	0,271	31,44	5,6	33,5	3,54
4 1/2 5 1/2	45	55	4	3,84	3,00	11,6	16,6	0,661	11,64	6,08	15,2	3,52
4 1/2 6 1/2	45	65	4	4,24	3,31	10,7	20,7	0,479	17,69	7,23	21,8	4,12
5/6	50	60	5	5,25	4,10	13,2	18,2	0,684	18,75	11,89	24,8	5,84
5/6 1/2	50	65	5	5,50	4,29	12,7	20,2	0,583	23,48	12,17	29,3	6,35
*5/7 1/2	50	75	5	6,00	4,68	11,9	24,4	0,445	34,85	12,65	40,3	7,20
*5/10	50	100	7	7,25	5,66	10,3	35,3	0,271	76,67	13,66	81,7	8,63
			7	10,01	7,81	11,0	36,0	0,265	103,99	18,02	110,4	11,61
5 1/2 6 1/2	55	65	5	5,75	4,49	14,5	19,5	0,707	24,16	15,98	32,4	7,74
			7	7,91	6,17	15,2	20,2	0,702	32,34	21,26	43,2	10,40
5 1/2 7 1/2	55	75	5	6,25	4,88	13,5	23,5	0,533	35,98	16,64	43,7	8,92
			7	8,61	6,72	14,2	24,2	0,527	48,42	22,08	58,5	12,00
5 1/2 8 1/2	55	85	5	6,75	5,27	12,7	27,7	0,627	50,77	28,43	65,3	13,9
			7	9,31	7,26	13,4	28,4	0,618	68,64	38,16	87,4	19,4
6 1/2 7 1/2	65	75	6	8,04	6,27	17,3	22,3	0,742	45,11	31,99	61,2	15,9
			8	10,56	8,24	18,0	23,0	0,738	57,43	39,97	78,2	19,2
6 1/2 8 1/2	65	85	6	8,64	6,74	16,4	26,4	0,578	63,42	32,48	78,9	17,0
			8	11,36	8,86	17,0	27,0	0,577	81,87	41,63	102	21,5
*6 1/2 10	65	100	6	9,54	7,44	15,1	32,6	0,426	99,48	34,02	114	19,5
			8	12,56	9,80	15,8	33,3	0,421	128,7	43,5	147	25,2
6 1/2 11 1/2	65	115	6	10,44	8,14	14,0	39,0	0,333	145,3	35,1	159	21,4
			8	13,76	10,73	14,8	39,8	0,329	188,6	45	206	27,6
*6 1/2 13	65	130	6	11,34	8,85	13,1	45,6	0,249	203,1	52,8	213	45,9
			8	14,96	11,67	13,9	46,4	0,245	264,6	71,7	277	59,3
7 1/2 9	75	90	6	9,54	7,44	19,3	26,8	0,687	77,7	49,5	103	24,2
			8	12,56	9,80	20,0	27,5	0,683	100,7	63,7	133	31,4
7 1/2 10	75	100	7	11,76	9,17	18,8	31,3	0,557	119,4	58,5	147	30,9
			10	16,50	12,87	19,8	32,3	0,550	163,4	79,3	200	42,7
7 1/2 11	75	110	7	12,46	9,72	17,8	35,3	0,465	155,7	60	182	33,7
			10	17,50	13,65	18,9	36,4	0,458	213,8	81,4	249	46,2
7 1/2 12	75	120	8	14,96	11,67	17,4	39,9	0,395	223,4	69	252	40,4
			10	18,50	14,43	18,2	40,7	0,390	271,8	83,5	306	49,3
7 1/2 13	75	130	9	17,64	13,76	17,1	44,6	0,341	309,2	78,1	340	47,3
			11	21,34	16,65	17,9	45,4	0,337	449,7	10,8	404	56,5
7 1/2 14	75	140	9	18,54	14,46	16,5	49,0	0,300	379,4	78,9	409	49,3
			11	22,44	17,50	17,3	49,8	0,296	453,3	93,4	487,75	59,0
7 1/2 15	75	150	9	19,44	15,16	16,0	53,5	0,268	458,6	79,4	487,79	51,5
			11	23,54	18,36	16,7	54,2	0,264	548,2	95	582	61,2

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.			Querschnitt,	Gewicht f. d. lfd. m.	Abstand des Schwerpunktes.		tg φ .	Trägheitsmoment			
	b	a	d			qcm	kg		ξ_0	η_0	J_z	J_y	$J_x =$	$J_y =$
				mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	
7 ¹ / ₂ /17	75	170	9	21,24	16,57	15,0	62,5	0,218	645,8	82,8	674	54,6
			11	25,74	20,08	15,8	63,3	0,215	774,7	97,5	807	65,2
*8/12	80	120	9	17,19	13,41	19,4	30,4	0,443	253,4	91,9	293	52,3
*8/16	80	160	9	20,79	16,22	16,8	56,8	0,269	560,3	98,3	596	62,6
9/10	90	100	9	16,29	12,71	24,5	29,6	0,801	158,8	122,1	225	55,9
			12	21,36	16,66	25,7	30,7	0,797	203,0	155,5	286	72,5
9/11	90	110	9	17,19	13,41	23,6	33,6	0,659	207,2	125,4	270	62,6
			12	22,56	17,60	24,7	34,7	0,654	265,9	160	345	80,9
9/12	90	120	9	18,09	14,11	22,6	37,6	0,555	263,7	128,7	324	68,4
			12	23,76	18,53	23,7	38,7	0,550	339,0	164,5	415	88,5
9/18	90	130	9	18,99	14,81	21,8	41,8	0,477	329,3	131,9	388	73,2
			12	24,96	19,47	22,9	42,9	0,471	425	167,7	498	94,7
9/14	90	140	9	19,89	15,51	21,0	46,0	0,416	402,2	132,2	459	75,4
			12	26,16	20,40	22,1	47,1	0,411	521,8	171,1	593	99,9
9/15	90	150	9	20,79	16,22	20,3	50,3	0,368	488,4	136,9	544	81,3
			11	25,19	19,65	21,0	51,0	0,365	494,6	162,5	650	97,1
			13	29,51	23,02	21,7	51,7	0,361	676,6	186,4	751	112
9/16	90	160	9	21,69	16,92	19,6	54,6	0,330	584	138,6	638	84,6
			11	26,29	20,51	20,3	55,3	0,326	699,7	164,3	763	101
			13	30,81	24,03	21,1	56,1	0,323	811,0	188,7	882	117
9/17	90	170	9	22,59	17,62	19,0	59,0	0,298	688,2	141,3	742	87,5
			11	27,39	21,36	19,8	59,8	0,294	690	304	889	105
			13	32,11	25,05	20,5	60,5	0,291	957,8	192,2	1029	121
9/20	90	200	9	25,29	19,73	17,5	72,5	0,228	1074,3	145,9	1125	95,2
			11	30,69	23,94	18,2	73,2	0,225	1292,5	172,5	1351	114
			13	36,01	28,09	19,0	74,0	0,222	1499	200	1567	132
9/22 ¹ / ₂	90	225	9	27,54	21,48	16,4	83,9	0,189	1478	151	1529	100
			11	33,44	26,08	17,2	84,7	0,186	1781	178	1839	120
			13	39,26	30,62	18,0	85,5	0,184	2071,6	206,4	2139	139
9/25	90	250	9	29,79	23,24	15,5	95,5	0,160	1970,1	154,9	2020	105
			11	36,19	28,23	16,3	96,3	0,158	2376	182	2433	125
			13	42,51	33,16	17,1	97,1	0,156	2768	210	2832	146
10/12	100	120	9	18,99	14,81	26,1	36,1	0,686	270,7	177	355	92,5
			12	24,96	19,47	27,0	37,0	0,681	351,4	221,6	463	110
10/13	100	130	10	22,00	17,16	25,5	40,5	0,583	375,2	194,8	468	102
			13	28,21	22,00	26,5	41,5	0,578	471,5	242,5	586	128
10/14	100	140	10	23,00	17,94	24,6	44,6	0,506	460,7	199,3	551	109
			13	29,51	23,02	25,7	45,7	0,500	579,8	248,2	691	137
*10/15	100	150	10	24,00	18,72	23,8	48,8	0,445	557,8	202,2	645	115
			13	30,81	24,03	24,9	49,9	0,439	703,8	252,2	811	145
10/16	100	160	10	25,00	19,50	23,0	53,0	0,396	666,8	206,2	752	121
			13	32,11	25,05	24,1	54,1	0,391	840,2	257,8	946	152
*10/20	100	200	10	29,00	22,62	20,5	70,5	0,271	1224,6	220,4	1307	138
			12	34,56	26,96	21,3	71,3	0,268	1450	254	1542	162
			10	27,50	21,45	27,0	54,5	0,459	826,3	312,7	963	176
11 ¹ / ₂ /17	115	170	12	32,76	25,55	27,7	55,2	0,456	973,7	365,3	1133	206
			14	37,94	29,59	28,4	55,9	0,453	1115,9	417,1	1296	237

Außerdem die Profile 2/8 (3 mm), 2/4 (4 mm), 8/12 (12 mm), 8/16 (12 mm), 10/20 (14 mm) von S. 630.

Abbild. 330.



11. Wulsteisen zu Schiffbauzwecken.

Normallänge = 8 m.

Größte Länge = 12 m.

Die fettgedruckten Werte d geben die Stegdicken der Fertigprofile, die übrigen Werte d diejenigen Stegdicken an, welche auf besonderes Verlangen durch Stellung der Walzen geliefert werden können.

Profil-Nr.	Abmessungen in mm.				Querschnitt. qcm	Gewicht f. d. lfd. m. kg	Profil-Nr.	Abmessungen in mm.				Querschnitt. qcm	Gewicht f. d. lfd. m. kg
	h	c	d	r				h	c	d	r		
13	130	25	7	9,1	11,71	9,13	24	240	47	13	16,8	40,39	31,50
			8		13,01	10,15				14		42,79	33,38
			9		14,31	11,16				15		45,19	35,26
14	140	27	7	9,8	12,90	10,06	26	260	51	14	18,2	47,22	36,83
			8		14,30	11,15				15		49,82	38,86
			9		15,70	12,25				16		52,42	40,89
16	160	31	9	11,2	18,36	14,32	28	280	55	16	19,6	57,20	44,62
			10		19,96	15,57				17		60,00	46,80
			11		21,56	16,82				18		62,80	48,98
18	180	35	10	12,6	22,96	17,91	30	300	59	17	21,0	65,29	50,93
			11		24,86	19,39				18		68,29	53,27
			12		26,56	20,87				19		71,29	55,61
20	200	39	11	14,0	28,31	22,08	32	320	63	19	22,4	76,90	59,98
			12		30,31	23,64				20		80,10	62,48
			13		32,31	25,20				21		83,30	64,97
22	220	43	12	15,4	34,08	26,58							
			13		36,28	28,30							
			14		38,48	30,02							

Anmerkung.

In der demnächst neu erscheinenden Ausgabe des deutschen Normal-Profilbuches werden außerdem folgende, bereits festgestellte Profile zu Schiffbau-Zwecken veröffentlicht werden:

1. 6 Winkel-Wulstprofile in Höhen von 130 bis 200 mm mit Breiten von 65 bis 85 mm und Schenkeldicken von 9,25 bis 13 mm, Wulstdurchmesser 26 bis 36 mm.
2. 10 Z-Profile in Höhen von 90 bis 200 mm mit Breiten von 70 bis 90 mm.
3. 13 T-Wulstprofile in Höhen von 150 bis 400 mm mit Breiten des Flansches von 120 bis 180 mm, des Wulstes von 38 bis 76 mm.

Besondere I-Eisen der Burbacher Hütte.

(Auszug. — Vergl. Abbild. 326 a. S. 634.)

Profil-Nr.	Höhe	Breite	Dicke		Querschnitt.	Gewicht f. d. lfd. m.	Trägheitsmoment J_x .	Widerstandsmoment W_x .
	<i>h</i> .		<i>b</i> .	Steg <i>d</i>.					Flansch t.
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	cm ⁴	ccm
34*	80	41	4,5	6,75	8,60	6,7	85,5	21,4
35*	100	42	5	7,5	10,65	8,3	161	32,1
3	80	80·50	8	8	16,00	12,4	198	35,9
4	80	82·52	10	8	17,60	13,7	206	38,5
I a	78,5	78,5	6,5	8	16,80	13,0	170	43,3
36*	120	44	5,5	8	12,86	10,0	273	45,5
37*	140	47	6	8,5	15,47	12,0	439	62,7
7a	125	75	6	8,25	18,78	14,5	476	76,2
38*	160	51	6,5	8,5	18,07	14,0	656	82,1
7c	121,5	82	8,5	10,75	26,4	20,5	613	101
39*	180	55	7	8,75	21,1	16,4	957	106
II a	150	80	7	9,5	24,2	18,5	882	118
9	130	85	8	11,5	28,4	22,0	770	118
40*	200	60	7,5	9,75	25,3	19,7	1427	143
II c	146	88	9	12	32,4	25,1	1087	149
12 a	176	91,5	8,5	9,75	31,1	24,0	1480	168
12 b	174	90	9,3	11,25	34,5	26,8	1611	185
41*	220	65	8	11,25	30,5	23,7	2108	192
13 a	200	100	9	11	38,3	29,5	2390	239
15*	235	91,5	8,5	10	36,7	28,5	2856	243
19	235	90	10	11,75	42,5	33,0	3426	292
13 c	196	106	11,5	14	49,3	38,3	2917	298
17 a*	235	96	10	12	44,4	33,8	3650	311
20*	235	91,5	13	13,5	51,8	40,2	4009	341
24	262	96	9,5	14	49,1	38,1	5152	393
22 a	250	115	11	13,5	55,8	43,3	5363	429
25 b	260	97,8	12,5	15	58,4	45,3	5673	436
27 a*	320	136	16	19	97,1	75,4	14711	919
28 a*	355	142	13	16	87,7	68,1	16715	942
28 c*	350	150	16	21,5	113,9	88,4	21284	1216
29 a*	400	140	16	18,75	110,5	85,8	25444	1272
29 b*	398	139	17	20	116,8	90,7	26379	1326
31*	450	168	17	22,5	147,2	114,3	43984	1955
32*	500	176	18	25,5	174,6	135,5	64150	2566
33	550	200	19	30	215,2	167,0	99838	3630

Anmerk. Die mit * bezeichneten I-Eisen werden nur noch gegen Vergütung der entstehenden Mehrkosten hergestellt, soweit überhaupt die Walzen noch vorhanden sind.

Besondere C-Eisen der Burbacher Hütte.

(Auszug. — Vergl. Abbild. 325 a. S. 638.)

Profil-		Höhe h.	Breite b.	Dicke		Quer- schnitt.	Ge- wicht f. d. lfd. m.	Träg- heits- moment J _x .	Wider- stands- moment W _x .
Blatt.	Nr.			Steg d.	Flansch t.					qcm	kg	cm^{4}	ccm
XVI.	1*	56	15	5	8,5	4,50	3,5	17,0	6,1
XXVI.	11	59,5	29,5	6	9,25	7,10	5,5	35,4	11,9
XVI.	2*	60	24	5	6,1	5,30	4,1	24,3	8,1
	3	57	38	6,5	7,25	8,28	6,4	38,5	13,5
XXVI.	12*	70	40	8	7,0	10,08	8,3	67,5	19,3
XVI.	5	75	30	7	7,1	8,60	6,7	62,4	16,6
	7	75	40	9	8,25	11,95	9,3	88,9	23,7
N. Bl. I.	7½ ^b	75	35	10	10	12,6	9,8	88,4	23,6
	7½ ^c	75	45	10	10	14,1	11,2	110	29,3
XXVI.	13*	75	50	10	10	15,35	11,6	120	32,1
XVI.	9*	80	40	6	7,75	10,18	7,9	94,6	23,7
	10*	100	40	8	8,75	13,76	10,7	184	36,7
	11*	105	66	9	11,5	22,65	17,6	375	71,4
	14	125	72	9,75	11,5	26,70	20,7	621	99,4
	15	130	45	7	8,25	15,45	12,0	361	55,5
	16*	136	25	8	7,5	13,51	10,5	273	40,2
	17	140	45	7	10,25	17,70	13,7	489	69,8
XVII.	18	144	78	12	13,5	35,20	27,3	1060	147,2
	19*	142	85,5	13	14,75	40,00	31,0	1100	166,2
	22	153	58	7	10,25	21,31	16,5	743	97,1
	23	151	63,5	8	10,75	24,15	18,7	817	108,3
	24	175	60	8	10,5	25,1	19,5	1097	125,4
	28*	194	82,5	14	19,75	54,6	42,4	2914	300,5
XVIII.	29	210	100	10	13	44,5	34,5	3045	290,0
	31*	215	87	14	16	53,6	41,6	3477	323,5
	33*	220	70	10	11,5	35,96	27,9	2389	217,1
	35	235	70	10	12,8	38,95	30,2	2980	253,6
	36*	233	77	11	13,75	43,87	34,0	3344	287,0
	37*	235	85	10	13,5	44,00	34,2	3403	289,6
	38*	233	90	11	14,5	48,80	37,9	3898	334,6
N. Bl. II.	13*	240	85	10	15	46,78	36,4	4004	333,7
XIX.	39	255	72	10	10,4	38,50	29,9	2562	200,9
	41	250	80	10	11,5	42,10	32,7	3593	287,5
	45	300	98,5	12	15,25	62,55	48,6	8053	536,9
	46*	298	105	12,75	15,50	67,00	52,0	8523	572,0

Anmerk. Bezüglich der mit * bezeichneten C-Eisen vergl. die Anmerk. a. v. S.

Feinblech- und Drahtlehren.

Nr. der Lehre.	Deutsche Milli- meter-Drahtlehre.	Deutsche Feinblechlehre.	Dillinger Feinblechlehre.	Westfälische Stift-Drahtlehre.	Engl. Feinblech- und Drahtlehre.	Französ. Feinblech- und Drahtlehre.	Nr. der Lehre.	Deutsche Milli- meter-Drahtlehre.	Deutsche Feinblechlehre.	Dillinger Feinblechlehre.	Westfälische Stift-Drahtlehre.	Engl. Feinblech- und Drahtlehre.	Französ. Feinblech- und Drahtlehre.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	.	5,50	5,50	0,6	7,62	0,6	22 $\frac{1}{2}$	.	.	0,50	.	.	.
2	0,2	5,00	5,00	0,7	7,21	0,7	23	.	0,562	0,40	5,5	0,63	5,9
2/2	0,22	.	.	.	.	.	24	.	0,500	0,30	6,0	0,56	6,4
2/4	0,24	.	.	.	.	.	25	2,5	0,438	.	7,0	0,51	7,0
2/6	0,26	.	.	.	.	.	26	.	0,375	.	7,6	0,46	7,6
2/8	0,28	.	.	.	.	.	27	.	.	.	8,8	0,41	8,2
3	.	4,50	4,50	.	6,58	0,8	28	2,8	.	.	9,4	0,36	8,8
3/1	0,31	.	.	.	.	.	29	.	.	.	10	0,33	9,4
3/4	0,34	.	.	.	.	.	30	.	.	.	.	0,30	10
3/7	0,37	.	.	.	.	.	31	3,1	Bergische Drahtlehre.		.	0,26	.
4	0,40	4,25	4,25	0,8	6,05	0,9	32	.	Nr.	mm	.	0,22	.
4/5	0,45	.	.	.	.	.	33	.	Ketten . . .		7,75	.	.
5	0,50	4,00	4,00	0,9	5,59	1,0	34	3,4	Schleppen . .		6,79	Französ. Fein- blech- und Drahtlehre.	
5/5	0,55	.	.	.	.	.	38	3,8	Grobrinken . .		6,00	Nr. mm	
6	0,60	3,75	3,50	1,0	5,15	1,1	42	4,2	Feinrinken . .		5,39	P. 1 0,45	
7	0,70	3,50	3,25	1,1	4,57	1,2	46	4,6	Malgen . . .		4,72	P. 2 0,40	
8	0,80	3,25	3,00	1,2	4,19	1,3	50	5,0	Grobmemel . .		4,12	P. 3 0,37	
9	0,90	3,00	2,75	1,3	3,76	1,4	55	5,5	Mittelmemel . .		3,85	P. 4 0,34	
10	1,0	2,75	2,50	1,4	3,40	1,5	60	6,0	Feinmemel . .		3,25	P. 5 0,31	
11	1,1	2,50	2,25	1,6	3,05	1,6	65	6,5	Klinkmemel . .		3,00	P. 6 0,28	
12	1,2	2,25	2,00	.	2,76	1,8	70	7,0	Natel		2,65	P. 7 0,26	
13	1,3	2,00	1,85	1,8	2,41	2,0	76	7,6	Mittel		2,35	P. 9 0,24	
14	1,4	1,75	1,70	2,0	2,10	2,2	82	8,2	3 Schillings .		1,91	P. 10 0,22	
15	.	1,50	1,55	2,2	1,83	2,4	88	8,8	4 Schillings .		1,75	P. 11 0,20	
16	1,6	1,375	1,40	2,5	1,65	2,7	94	9,4	1 Band		1,55	P. 6 0,28	
17	.	1,250	1,25	2,8	1,47	3,0	100	10	2 "		1,37	P. 7 0,26	
18	1,8	1,125	1,10	3,1	1,24	3,4			3 "		1,25	P. 9 0,24	
19	.	1,000	1,00	3,4	1,07	3,9			4 "		1,10	P. 10 0,22	
20	2,0	0,875	0,90	3,8	0,88	4,4			5 "		0,95	P. 11 0,20	
21	.	0,750	0,80	4,2	0,81	4,9	0	.	6 "		0,89	8,8 .	
21 $\frac{1}{2}$	.	0,680	0,70	.	.	.	2/0	.	7 "		0,84	9,4 .	
22	2,2	0,625	0,60	4,6	0,71	5,4							

Englische Lehre in England, meist auch in Norddeutschland für Blech, Draht und Bandisen, in Süddeutschland für Bandisen. Dillinger Lehre benutzen die Werke von Dillingen und Hayange. Französ. Drahtlehre in Frankreich allgemein für Draht und Drahtstifte, in Deutschland für Drahtstifte, in Süddeutschland meist auch für Draht. Bergische Lehre (älteste Lehre) nur noch bei Altena und Iserlohn üblich.

(Fortsetzung von S. 622.)

Es sind nur Fertigprofile aufgeführt; Vorprofile (Zwischenprofile) können u. U. durch veränderte Walzenstellung der Fertigprofile erhalten werden, sind jedoch nur bei L- und I-Eisen zweckmäßig anzuwenden.

Als Normlänge gilt diejenige, bis zu welcher ein Profil nach bestimmtem Grundpreis geliefert wird (meist 8 m, bei I-Eisen 10 m). Die größte Länge, bis zu welcher die einzelnen Profil-Nr. in der Regel ausgewalzt werden (größere Längen nur nach besonderer Uebereinkunft), bezieht sich ausschließlich auf Lagerprofile, d. h. sämtliche auf S. 628 bis 640 angeführte Profile, mit Ausnahme der Zwischenprofile *b* und *c*, die nur in Längen ausgeführt werden, welche das Gewicht des entsprechenden Lagerprofils in der größten Länge zulässt. Letztere beträgt gewöhnlich 12 m, bei I-Eisen 14 m. Längen zwischen normaler und größter Länge bedingen Preiszuschlag. Längen meist nur bis auf einen Spielraum von 5 cm genau geliefert; fixe Längen (bis auf ± 1 cm genau) und abgefräste Enden bedingen Ueberpreise.

8. **Draht**, aus Schweifs- und Flusseisen, sowie aus Flusstahl gewalzt und gezogen, mit kreisförmigem Querschnitt, dessen Durchmesser nach einer Drahtlehre (s. S. 641) angegeben wird. Gewichte von Drähten s. S. 618. Ist der Querschnitt des Drahtes nicht kreisförmig, sondern halbrund, oval, quadratisch, eckig, sternförmig u. s. w., so heißt der Draht Form- oder Dessin-Draht. Zugfestigkeit von Drähten s. Abteil. I, S. 308 und 314.

Es wiegen 1000 m Telegraphendraht, u. zw.:

verzinkter Eisendraht 5 mm dick 156 kg, 4 mm dick 105 kg, 3,5 mm dick 84 kg
Eisendraht gegläht und geölt, 5 mm dick 153 kg, 4 mm dick 97 kg.

Gewichtstafel für Feinbleche

der deutschen und Dillinger Lehre. (Vergl. S. 641.)

Gewicht in kg f. d. qm.

Dicke. mm	Schweisseisen.			Dicke. mm	Flusseisen.			Dicke. mm	Stahl.		
	Schweisseisen.	Flusseisen.	Stahl.		Schweisseisen.	Flusseisen.	Stahl.		Schweisseisen.	Flusseisen.	Stahl.
0,30	2,34	2,36	2,36	0,90	7,02	7,07	7,07	2,00	15,6	15,7	15,7
0,375	2,93	2,94	2,95	1,00	7,80	7,85	7,86	2,25	17,6	17,7	17,7
0,40	3,12	3,14	3,14	1,10	8,58	8,64	8,65	2,50	19,5	19,6	19,7
0,438	3,42	3,44	3,44	1,125	8,78	8,83	8,84	2,75	21,5	21,6	21,6
0,50	3,90	3,93	3,93	1,25	9,75	9,81	9,83	3,00	23,4	23,6	23,6
0,562	4,38	4,41	4,42	1,30	10,1	10,2	10,2	3,25	25,4	25,5	25,5
0,60	4,68	4,71	4,72	1,375	10,7	10,8	10,8	3,50	27,3	27,5	27,5
0,625	4,88	4,91	4,91	1,40	10,9	11,0	11,0	3,75	29,3	29,4	29,5
0,68	5,30	5,34	5,34	1,50	11,7	11,8	11,8	4,00	31,2	31,4	31,4
0,70	5,46	5,50	5,50	1,55	12,1	12,2	12,2	4,25	33,2	33,4	33,4
0,75	5,85	5,89	5,90	1,70	13,3	13,3	13,4	4,50	35,1	35,3	35,4
0,80	6,24	6,28	6,29	1,75	13,7	13,7	13,8	5,00	39,0	39,3	39,3
0,875	6,83	6,87	6,88	1,85	14,4	14,5	14,5	5,50	42,9	43,2	43,2

9. Glatte Bleche (Schwarzbleche) werden aus Platten und Blöcken aus Schweifs- und Flusseisen, sowie aus Flusstahl gewalzt (vergl. S. 469). Bis 5,5 mm Dicke heißen sie Fein- oder Sturzbleche, bei größeren Dicken Grob- oder Kesselbleche.

Feinbleche. Die Dicke wird nach der Nummer einer Blechlehre (S. 641) angegeben. Gewichte von Feinblechen s. vorstehende Tafel. Feinbleche in rechtwinkligen Tafeln, mit einem Spielraum von 50 mm in der Breite und 150 mm in der Länge werden in folgenden rechtwinkligen Handelsgrößen geliefert:

Nr. 1 bis 15	der deutschen Lehre,	Länge = 2500 mm,	Breite = 1250 mm,
„ 16 „ 22	„ „ „ „	= 2000 „	= 1000 „
„ 23 „ 26	„ „ „ „	= 1600 „	= 800 „

Der Grundpreis richtet sich nach der Blechnummer. Bleche von größeren Abmessungen, oder nach Form oder rechtwinklig auf fixe Länge und Breite geschnitten, runde oder halbrunde Feinbleche, ebenso die Qualität, bedingen Ueberpreise. Bund- oder Centnerbleche werden in Gebunden von 50 kg geliefert in Tafelgrößen von 470 · 630, 470 · 790, 630 · 790, 630 · 940 mm. Ein Gebund enthält je nach der Tafelgröße und der Blechnummer 3 bis 60 Tafeln.

Grob- oder Kesselbleche. Gewichte s. S. 619. Größte Breite rechtwinkliger Platten über 12 mm Stärke beträgt 2500 bis 3000 mm, größter Durchmesser runder Platten 2600 mm. (Weiteres s. S. 657 und Abteil. I. S. 753). Nach Form beschnittene Platten werden wie rechtwinklig voll berechnet und dabei wird der Abfall zum halben Grundpreis in Abzug gebracht. Platten von mehr als 26 mm Stärke (Lokomotivrahmen, Brücken- und Schiffsbleche) bedürfen besonderer Preis-Vereinbarung.

10. Tonnenbleche (vergl. S. 654) aus Schweifs- und Flusseisen zum Belegen von Brücken, nach Art der flachen Kappen mit $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Stich und längsseitigen, ebenen Rändern von 60 bis 80 mm Breite werden in allen vorkommenden Abmessungen (Länge = 500 bis 3000 mm, Breite = 500 bis 2000 mm) in rechteckiger Grundform bei 6 bis 10 mm Stärke geliefert. Gewicht aus Querschnitt und Länge zu bestimmen. Niete (zur Befestigung an die Träger) 16 mm Durchm. bei 100 bis 110 mm Teilung.

11. Buckelbleche (vergl. S. 654) aus Schweifseisen, besser aus Flusseisen, zum Belegen von Brücken u. s. w., nach Art der Klostergewölbe mit $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Stich und allseitigem, ebenem Rande von 60 bis 80 mm Breite werden in allen vorkommenden Abmessungen (Seitenlängen von 500 bis 2000 mm) in quadratischer, rechteckiger und trapezförmiger Form bei 6 bis 10 mm Stärke geliefert. Die Tragfähigkeit der Platten wird am besten durch Versuchsbelastungen festgestellt. Ist h der Stich des Buckels, so ist die für das Gewicht in Rechnung zu ziehende Fläche:

für rechteckige Buckelplatten (Abbild. 331):

$$F = LB + 2 \frac{l^2 + b^2}{lb} h^2,$$

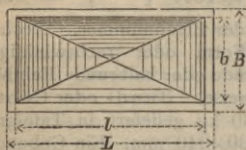
für quadratische Buckelplatten mit $L = B$ und $l = b$:

$$F = L^2 + 4h^2,$$

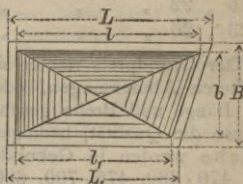
für trapezförmige Buckelplatten (Abbild. 332):

$$F = \frac{L + L_1}{2} B + \frac{(l + l_1)(l^2 + l_1^2 + 2b^2)}{2ll_1} h^2.$$

Abbild. 331.



Abbild. 332.



12. **Riffelblech** (vergl. S. 654) oder geripptes Blech aus Schweifs- und Flusseisen; Platten auf der einen Seite mit geradlinigen, sich rautenförmig kreuzenden, 2 bis 3 mm hohen, 5 mm breiten Erhöhungen versehen. Bleche bis zu 450 kg schwer, bis 1350 mm breit und in Stärken von 5 bis 25 mm ausschl. Rippe gewalzt. Benutzt zu Treppenstufen, zur Abdeckung von Kanälen, von Brücken-Fußwegen u. s. w.

13. Für viele Zwecke wird Feinblech (Schwarzblech) mit einem schwer oxydierenden metallischen Ueberzug von Zinn, Zink, Blei, Kupfer und Nickel versehen, u. zw. auf warmem Wege oder galvanisch.

Der Ueberzug muß das Eisen vollständig und gleichmäÙig bedecken und gut haftend sein.

Weißblech ist gutes Schwarzblech, gleichmäÙig stark verzinkt, kommt als Kreuzblech (bis 0,61 mm dick, Tafeln 379 · 264 mm für dünnere, 433 · 325 mm für dickere Bleche, oder mit der doppelten Länge oder Breite) und Pontonblech (0,41 bis 1,15 mm dick, Tafeln 433 · 325 mm) in Kisten in den Handel.

Verzinktes und **verbleites** Eisenblech in allen Stärken und Größen des Feinbleches; f. d. qm und beide Seiten des Bleches zusammen ist zu rechnen 0,5 kg Zink bzw. 0,8 bis 1,0 kg Blei.

Verkupferte Bleche mit ein- oder beiderseitigem Kupferüberzuge (galvanisch), der das 0,05- bis 0,1-fache des Eisengewichtes beträgt. Tafeln bis 1,0 m lang und bis 0,6 m breit.

Vernickelte Bleche. Auf eine oder beide Seiten des Eisenbleches werden dünne Nickelplatten geschweiÙt und das Ganze ausgewalzt. Der Nickelüberzug beträgt 5 bis 10 % des Eisengewichtes.

14. **Wellenbleche.** Querschnittsformen, Trägheits- und Widerstandsmoment s. Abteil. I. S. 324. Vergl. auch S. 318. Gewellt wird meist Feinblech aus Flußseisen in allen vorkommenden Tafelgrößen, welches dann schwarz, gestrichen, verbleit, meist aber verzinkt in den Handel gelangt. Die beiderseitige Verzinkung bedingt ein Mehrgewicht von 0,6 bis 1,0 kg f. d. qm Wellenblech, bei 1, 2, 3, 4, 5 mm Blechdicke etwa 14,2, 7,5, 5,5, 4,5, 3,8% Mehrgewicht. Man unterscheidet nach dem Verhältnis der Wellenhöhe h zur Wellenbreite b :

- α. Flaches Wellenblech mit $h : b \approx 0,5$ und $b = 60$ bis 300 mm,
 β. Jalousie-Wellenblech „ $h : b \approx 0,5$ und $b = 40$ „ 60 „ „
 γ. Träger-Wellenblech „ $h : b > 0,5$ und $b = 60$ „ 180 „ „

α. **Flaches Wellenblech** in Stärken, entsprechend den Nr. 17 bis 24 der deutschen Blechlehre (S. 641). Plattenbreite (0,65 bis 0,95 m) und Plattenlänge (2,0 bis 3,0 m) richten sich nach den benutzten Blechtafeln. Eine Anzahl gebräuchlicher Profilformen s. folgende Tafel. Die Widerstandsmomente, Querschnitte und Gewichte für kleinere und größere Blechstärken als 1 mm erhält man hierbei (annähernd) durch Multiplikation mit der betreffenden Blechdicke in mm. Bei den Gewichtsangaben ist Flußseisen-Schwarzblech im ungestrichenen, nicht verzinkten Zustande vorausgesetzt.

Flache Wellenbleche.

Wellenbreite b .	Wellenhöhe h .	Querschnitt f. 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellenblech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite	Wellenbreite b .	Wellenhöhe h .	Querschnitt f. 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellenblech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite			
										und f. 1 mm Blechstärke.		
										qcm	kg	ccm	qcm	kg	ccm
60	30	15,7	12,3	11,4	140	70	15,7	12,3	26,7			
60	25	14,1	11,1	8,9	150	60	13,8	10,8	20,6			
70	35	15,7	12,3	13,3	150	75	15,7	12,3	28,6			
75	30	13,8	10,8	10,3	160	65	13,9	10,9	22,6			
80	40	15,7	12,3	15,2	160	80	15,7	12,3	30,5			
85	35	14,0	11,0	12,4	170	85	15,7	12,3	32,4			
90	45	15,7	12,3	17,1	175	70	13,8	10,8	24,0			
100	40	13,8	10,8	13,8	180	90	15,7	12,3	34,4			
100	50	15,7	12,3	19,0	185	75	13,9	10,9	26,1			
110	45	14,0	11,0	15,8	190	95	15,7	12,3	36,3			
110	55	15,7	12,3	20,9	200	80	13,8	10,8	27,5			
120	60	15,7	12,3	22,9	200	100	15,7	12,3	38,2			
125	50	13,8	10,8	17,2	220	110	15,7	12,3	42,0			
130	65	15,7	12,3	24,8	240	120	15,7	12,3	45,8			
135	55	13,9	10,9	19,2	250	100	13,8	10,8	34,4			

β. Jalousie-Wellenblech in Stärken, entsprechend den Nr. 19 bis 26 der deutschen Blechlehre (S. 641), aus Flusseisen und Flußstahl. Hierfür gilt folgende Tafel; vergl. hierzu die Bemerkungen unter α .

Wellenbreite <i>b</i> .	Wellenhöhe <i>h</i> .	Querschnitt f. 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellenblech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite
		und f. 1 mm Blechstärke.		
mm	mm	qcm	kg	ccm
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	9,5

γ. Trägerwellenblech in Stärken, entsprechend den Nr. 1 bis 19 der deutschen Blechlehre (S. 641). Meist aus Flusseisen; für Dach- und Deckenkonstruktionen gerade oder gebogen (bombiert) benutzt. Gebogenes Wellenblech trägt bei ruhender gleichmäßiger Belastung und bei $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{10}$ Stich ungefähr das 8- bis 10-fache, bei beweglicher und einseitiger Belastung das 4- bis 6-fache des geraden Wellenbleches. Gewöhnliche Tafellänge 3 bis 4 m, größte Länge 6 m. Tafelbreite (0,45 bis 0,90 m) richtet sich nach dem Profil und den angewandten Sturzblechen. Baubreite einer Tafel gleich der Tafelbreite vermindert um eine halbe Wellenbreite. Für Ueberdeckung im Seiten- und Längenschnitt zusammen je nach dem Profil 7 bis 9 $\frac{0}{10}$, einschl. Befestigung auf der Unterkonstruktion 12 $\frac{0}{10}$ Gewichts-Zuschlag zu rechnen. Für die folgende Tafel vergl. die Bemerkungen unter α .

Trägerwellenbleche.

Wellenbreite <i>b</i> .	Wellenhöhe <i>h</i> .	Querschnitt f. 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellenblech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite	Wellenbreite <i>b</i> .	Wellenhöhe <i>h</i> .	Querschnitt f. 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellenblech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite
mm	mm	qcm	kg	ccm	mm	mm	qcm	kg	ccm
60	40	19,0	14,9	17,8	100	100	25,7	20,2	56,9
60	60	25,7	20,2	34,1	100	120	29,7	23,3	77,5
70	70	25,7	20,2	39,8	105	70	19,0	14,9	31,1
75	50	19,0	14,9	22,2	110	110	25,7	20,2	62,6
75	75	25,7	20,2	42,7	120	80	19,0	14,9	35,5
75	90	29,7	23,3	58,1	120	120	25,7	20,2	68,3
80	80	25,7	20,2	45,5	135	90	19,0	14,9	40,0
90	60	19,0	14,9	26,6	150	100	19,0	14,9	44,4
90	90	25,7	20,2	51,2	165	110	19,0	14,9	48,8
90	110	30,2	23,7	70,2	180	120	19,0	14,9	53,3

15. Werkzeugstahl. Zu gewöhnlichen Werkzeugen Bessemer- oder Martinstahl, zu besseren Tiegelstahl, zum Verstählen Stahlstahl (Schweisstahl) angewandt. Wolframstahl (Tiegelstahl mit Wolframzusatz) ist sehr hart, aber teuer und schwierig zu bearbeiten. Werkzeugstahl muß im Gefüge fest und vollkommen gleichmäÙig sein, muß durch Härten glashart, darf aber nicht rissig werden. Durch langsames, vorsichtiges Erwärmen nach dem Härten bis zum Hervortreten der Anlafsfarben (s. S. 621) muß er genügende Zähigkeit erlangen und sich schmieden lassen. Je nach dem Verwendungszweck sind Härte und Zähigkeit (durch den C-Gehalt bedingt) verschieden. Dem Zwecke entsprechend ist der Stahl nur in einem bestimmten Profil von bestimmten Abmessungen zu bestellen.

Werkzeugstahl.

(Bestimmung preussischer Staats-Eisenbahn-Verwaltungen.)

Nr.	Verwendungszweck.	Profile.	Abmessungen. mm	Härtegrad und Korn.	Kohlenstoff- gehalt. $\frac{0}{0}$	Zulässiger Wärmegrad beim Härten.	Farbe des aufzuklebenden Papierstreifens. (Zweck u. Firma.)
1.	Dreh- und Hobel- stähle.	quadratisch.	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.	sehr hart und sehr feinkörnig.	1,3	dunkel- kirsch- rot.	hellgelb.
2.	Gewindebohrer mit weichem Kern.	rund.	10, 12, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50.	hart und feinkörnig, innen weich.	1,2	kirsch- rot.	hellblau.
3.	Lochbohrer u. Fräser.	rund.	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.	hart und feinkörnig.	1,2	kirsch- rot.	dunkel- gelb.
4.	Handmeißel und Stemmer (für Schlosser).	flach mit runden Kanten.	13, 25, 15, 30.	mittelhart.	1,0	stark kirsch- rot.	karmin- rot.
5.	Kalt- und Schrot- meißel (für Schmiede).	quadratisch mit ge- brochenen Ecken.	30, 35, 40, 45, 50, 55.	weich, nicht zu feinkörnig.	0,9	stark kirsch- rot.	hell- violett.
6.	Döpper u. Hämmer.	regel- mäÙiges Achteck.	30, 35, 40, 45, 50, 55.	weich und grob- körnig.	0,8	dunkel- orange.	dunkel- blau.
7.	Schweisbarer Tiegelfußstahl.	nach Bedarf.		sehr weich und grob- körnig.	0,7	schweis- bar.	—

Bemerkungen. Beim Härten ist der Stahl in frisches, reines Brunnenwasser zu tauchen und, je nachdem das zu bearbeitende Stück mehr oder weniger hart ist, warm gelb bis blau anzulassen. Harter Stahl ist langsam zu erwärmen und vorsichtig zu schleifen.

16. Gewichtsbestimmung von Schrauben und Nieten.

α. Hierzu kann die Gewichtstafel für Rundeisen (S. 623) benutzt werden, indem man zur Länge des Schraubenbolzens zwischen Kopf und Mutter bzw. des Nietes zwischen den Köpfen hinzufügt:

6 Bolzendurchm. für die 6-eckige Mutter nebst 6-eckigem Kopf,
 7 " " " 6- " " " 4- " " "
 1,5 Schaftdurchmesser für zwei Nietköpfe.

β. Bezeichnet d den Nietdurchmesser in mm, so ist das Gewicht G von 100 Stück geschellten schweißeisernen **Nietköpfen** für feste Verbindungen (s. Abteil. I., S. 385, Abbild. 255a) in kg, wenn

$d =$	10	12	13	14	15	16	17	18 mm
$G =$	0,44	0,76	0,97	1,21	1,49	1,80	2,16	2,57 kg
$d =$	19	20	21	22	23	24	25	26 mm
$G =$	3,02	3,52	4,07	4,69	5,35	6,08	6,88	7,73 kg

Gewichte von schweißeisernen Muttern und Köpfen scharfgängiger Schrauben.

Zoll engl.	Bolzen- Durch- messer.		Gewicht der sechseckigen Mutter und des sechs- eckigen Kopfes.		Gewicht der sechseckigen Mutter und des quadra- tischen Kopfes.		Zoll engl.	Bolzen- Durch- messer.		Gewicht der sechseckigen Mutter und des sechs- eckigen Kopfes.		Gewicht der sechseckigen Mutter und des quadra- tischen Kopfes.	
	mm	kg	kg	mm	kg	kg		mm	kg	kg	kg	kg	
$\frac{1}{8}$	6,35	0,013	0,014	$1\frac{3}{8}$	34,9	0,983	1,059	$3\frac{1}{2}$	88,9	14,15	15,27		
$\frac{1}{4}$	7,94	0,022	0,023	$1\frac{1}{2}$	38,1	1,257	1,354	$3\frac{3}{4}$	95,2	17,28	18,64		
$\frac{3}{8}$	9,52	0,033	0,035	$1\frac{5}{8}$	41,3	1,575	1,697	4	101,6	20,88	22,52		
$\frac{1}{2}$	11,1	0,048	0,051	$1\frac{3}{4}$	44,4	1,931	2,080	$4\frac{1}{4}$	107,9	24,89	26,85		
$\frac{5}{8}$	12,7	0,067	0,072	$1\frac{7}{8}$	47,6	2,352	2,534	$4\frac{1}{2}$	114,3	29,46	31,79		
$\frac{3}{4}$	15,9	0,119	0,127	2	50,8	2,828	3,048	$4\frac{3}{4}$	120,6	34,47	37,19		
$\frac{7}{8}$	19,0	0,189	0,203	$2\frac{1}{4}$	57,1	3,941	4,248	5	127,0	40,12	43,29		
I	22,2	0,285	0,307	$2\frac{1}{2}$	63,5	5,353	5,770	$5\frac{1}{4}$	133,3	46,24	49,89		
I	25,4	0,411	0,442	$2\frac{3}{4}$	69,9	7,056	7,608	$5\frac{1}{2}$	139,7	53,07	57,27		
I	28,6	0,568	0,612	3	76,2	9,052	9,762	$5\frac{3}{4}$	146,0	60,42	65,20		
I	31,7	0,753	0,811	$3\frac{1}{4}$	82,5	11,39	12,29	6	152,4	68,55	73,98		

Ann. Diese Tafel ist berechnet auf grund der in Abteil. I. S. 379 gegebenen Abmessungen von Mutter und Kopf (nach dem Whitworthschen System), mit einem spec. Gewicht des Schweißeisens = 7,8. Der in der Mutter steckende Bolzenteil ist in den Gewichtszahlen der Tafel nicht enthalten.

c. Härtetafel für Martin-Flusseisen und -Flussstahl. (Nach Brandes & Co., Dortmund.)

Bezeichnung. Nr.	Benennung, Eigenschaften und Verwendungszweck.	Ruhende Bruchbelastung für Zug. K_2 . kg f. d. qmm	Dehnung. p. %	Ungefäher Kohlenstoff- Gehalt.
000	Weichstes Flusseisen, unhärtbar, gut schweißbar, für Kesselbleche, Hufnägeln, Niete, Draht	32—36	25—35	0,05
00	Weiches Flusseisen, schweißbar, unhärtbar, für Kesselbleche, Kasten- und Schiffsbleche, Feinbleche, Drahtstifte, Stabeisen, Niete	36—39	23—30	0,10
1/2	Flusseisen, schweißbar, unhärtbar, für Bleche, Stabeisen, Stanzbleche	39—42	21—28	0,12
1	Weichster Stahl, fast unhärtbar, für Bleche, gewalzte Wellen, Schmiedestücke	41—44	20—27	0,15
1 1/2	Weicher Stahl, sehr wenig härtbar, für Achsen, Schmiedestücke, Schaufeln	43—47	20—26	0,17
2	Weicher Stahl, sehr wenig härtbar, für Achsen, Schmiedestücke, gewöhnlichen Draht	46—50	20—25	0,20
2 1/2	Mittelweicher Stahl, wenig härtbar, für Achsen, Schmiedestücke, gewöhnlichen Draht	48—52	20—24	0,22
3	Mittelweicher Stahl, wenig härtbar, für Schienen, Radreifen, Achsen, Schmiedestücke	50—54	19—23	0,25
3 1/2	Mittelweicher Stahl, wenig härtbar, für Achsen, Schmiedestücke, Radreifen	52—56	18—22	0,28
4	Mittelharter Stahl, härtbar, für Achsen, Schmiedestücke, Radreifen, Gewehrläufe, Hengabeln	55—60	17—21	0,32
4 1/2	Mittelharter Stahl, härtbar, für Hengabeln, Raspen, Federn	60—65	16—20	0,35
5	Harter Stahl, gut härtbar, für Federn, Pflugscharen, Sensen, Messer	65—70	15—19	0,40
5 1/2	Harter Stahl, gut härtbar, für Federn, Feilen, Hämmer, Klingen	70—75	14—18	0,45
6	Harter Stahl, gut härtbar, für Federn, Feilen, Hämmer, Klingen, Hartdraht	75—80	11—16	0,50
6 1/2	Harter Stahl, gut härtbar, für Feilen, Steinbohrer, Sägen, Hartdraht, Korsettstahl	80—85	9—15	0,55
7	Sehr harter Stahl, für Meißel, Hartdraht, Feilen, Sägen, Regenschirmdraht	85—90	7—13	0,60
8	Sehr harter Stahl, für Hartwalzen, Meißel, Hartdraht, Reifen, Nadeln	95—110	1—6	0,7—0,8

d. Vorschriften für Lieferungen von Eisen und Stahl.

Aufgestellt vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 17. März 1889.

Auszug.

Bemerkung: Mit diesen Vorschriften sind, soweit angängig, in Uebereinstimmung:

1. Die „besonderen Vertragsbedingungen für die Anfertigung, Lieferung und Aufstellung von größeren zusammengesetzten Eisenkonstruktionen,“ vom 25. November 1891, aufgestellt vom preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten.*)

*) Zu beziehen von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W., Wilhelmstraße 90.

2. Die „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken- und Hochbau,“ aufgestellt vom Verbands Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, vom Verein Deutscher Ingenieure und vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 1886,*) abgeändert 1892.

3. Die „abgeänderten Würzburger Normen vom 12. bis 13. Juni 1890“ hinsichtlich der schweißeisernen Kesselbleche. Für flusseiserne Kesselbleche sind die Bestimmungen der Würzburger Normen aufgenommen.

K_z = Bruchbelastung für Zug, in kg f. d. qcm,

φ = Dehnung in $\frac{0}{10}$ der ursprünglichen Länge.

Allgemeine Bestimmungen.

Zur Erkennung der Brauchbarkeit der Materialien dienen folgende Proben:

1. Proben mit ungetheilten Gebrauchsstücken.

Kaltproben: Aufsenbesichtigung, Schlagprobe, Biegeprobe.

2. Proben mit abgetrennten Stücken.

a) Kaltproben. Gewöhnliche Biegeprobe, Biegeprobe durch wiederholtes Hin- und Herbiegen, Loch-, Bruch-, Zerreißs- und Verwindungsprobe.

β) Warmproben: Biege-, Härtungsbiege-, Loch-, Stauch-, Schweiß- und Ausbreit-(Schmiede-)probe.

Die Probestäbe, welche zerrissen, ausgedehnt oder gebogen werden sollen, müssen der Prüfung thunlichst in demselben Zustande unterworfen werden, in welchem das betreffende Material zur Verwendung gelangt. Es ist daher bei der Abtrennung der Probestücke von dem zu untersuchenden Erzeugnis jede Einwirkung auf das Gefüge zu vermeiden.

Ausglühen ist, wenn das Stück nicht ebenfalls vor seiner Verwendung oder im Gebrauche ausgeglüht wird, möglichst zu unterlassen. Ist ein Geraderichten der Probestreifen erforderlich, so sollen diese nur bis zu einem das Gefüge des Materials nicht verändernden Hitzegrad mäßig angewärmt und in diesem Zustande mittelst Hammerschläge oder unter einer Presse gerade gerichtet und alsdann gleichmäßig und allmählich abgekühlt werden. Alle Kaltproben sollen bei einer Temperatur von nicht unter 10° C vorgenommen werden. Die Bearbeitung der Probestäbe muß eine solche sein, daß die Wirkung des Scherenschnittes, Auslochens oder Aushatens zuverlässig beseitigt wird. Nicht makellose Stäbe dürfen in keinem Falle zu Probestäben benutzt werden.

Im besonderen ist noch zu beachten:

Bei den Biegeproben: Die Längskanten sind mittelst Feile vorsichtig abzurunden. Wenn möglich, sind die Probestreifen 400 mm lang und 30 bis 50 mm breit zu nehmen. Empfohlen wird die Anwendung von Pressen oder ähnlichen Vorrichtungen. Als Biegewinkel ist stets der Winkel zu betrachten, welchen ein Schenkel bei der Biegung aus dem gestreckten Zustande zu durchlaufen hat.

Bei der Härtungsbiegeprobe: Die Härtung wird derart bewirkt, daß die Probestreifen schwach rotglühend in Wasser von 28° C abgeschreckt werden.

Bei den Zerreißproben: Die Zurichtung der Zerreißproben in kaltem Zustande darf nur mit genau arbeitenden Maschinen bezw. durch geübte Arbeiter geschehen. Die Form der Probestäbe ist so zu wählen, daß derjenige Teil des Stückes, welcher den zu prüfenden Querschnitt hat, die sogen. Gebrauchslänge, 200 mm lang ist. Rundstäbe sollen je nach Bedarf und Möglichkeit auf der Gebrauchslänge einen Durchmesser von 10, 15, 20 oder 25 mm erhalten. Flachstäbe sollen auf der Gebrauchslänge einen Querschnitt von 300 bis 600 qmm haben. Die Breite soll dabei wenigstens 30 mm betragen.

Es empfiehlt sich, den auf der Gebrauchslänge hergerichteten Querschnitt nach jeder Seite noch um mindestens 10 mm weiterzuführen und erst von da ab die Verstärkungen für die Einspannungen beginnen zu lassen.

Wenn ein Probestab infolge von deutlich erkennbaren Bearbeitungs- oder Materialfehlern oder infolge von nachweisbar unrichtiger Einspannung eine ungenügende Zerreißprobe liefert, so ist letztere nicht maßgebend für die Beurteilung der Festigkeit und Dehnung. Wenn der Bruch außerhalb des mittleren Drittels der Gebrauchslänge stattfindet, so ist die Probe zwar für die Festigkeit, nicht aber für die Dehnung maßgebend. Wenn dabei die Größe der Dehnung ungenügend er-

*) Zu beziehen von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W., Wilhelmstraße 90.

scheint, so ist zu ihrer richtigen Bestimmung eine neue, im mittleren Drittel zum Bruch gelangende Probe zu machen.

Die Belastung des Probestückes darf nicht stofsweise erfolgen, sondern sie muß stetig und langsam vor sich gehen können. Die Einspannvorrichtung muß so beschaffen sein, daß die Mittelachse des Versuchsstabes genau mit der Zugrichtung zusammenfällt. Die Zerreißmaschine muß leicht und sicher auf ihre Richtigkeit geprüft werden können.

I. Eisenbahn-Material.

Die zu walzenden Profile werden bestimmt durch die vom Besteller einzusendenden Schablonen.

1. Schienen (Flufseisen bezw. Flufsstahl).

Profil. Abweichungen in der Fußbreite bis zu ± 1 mm, in der Höhe und in den übrigen Abmessungen bis zu $\pm 0,5$ mm sind zu gestatten.

Gewicht. Schienen, welche bis zu 20% weniger und solche, welche bis zu 30% mehr als das Normalgewicht haben, werden angenommen. Als Normalgewicht wird das aus dem Verwiegen von 50 Stück genau gewalzten Schienen erhaltene mittlere Gewicht angesehen.

Das Durchschnittsgewicht f. d. lfd. m bezw. für das Stück der Schienen wird am Schlusse der Lieferung aus den Summen wirklicher Gewichte der vorgenommenen Verwiegungen festgestellt. Uebersteigt dieses Durchschnittsgewicht das Normalgewicht um mehr als 10%, so wird nur dieses 10% mehr bezahlt.

Länge. Zulässige Abweichungen: Bei Normallängen bis zu 7,5 m ± 2 mm, bei Normallängen über 7,5 m ± 3 mm. Die Lieferung von Schienen, welche um 1 m kürzer sind als solche von normaler Länge, ist bis zu 50% gestattet.

Lochung. Die Löcher für die Laschenbolzen werden nach Zeichnung gebohrt. Abweichungen in Lage und Größe der Löcher sind bis zu ± 1 mm gestattet.

Richtung. Die Schienen werden nach Vorschrift gerichtet. Abweichungen bis zu 3 mm in der lotrechten und waagrechten Richtung auf 9 m Länge sind zulässig. Windschiefe Schienen, bei welchen die Verdrehung $\pm 1,5$ mm übersteigt, können verworfen werden.

Außere Beschaffenheit. Geringe äußere Fehler, welche die Haltbarkeit der Schienen nicht beeinträchtigen, sollen kein Hindernis für die Abnahme bilden. Das Wegweifen von Walzsplittern und Schalen ist gestattet.

Für die Prüfung der Schienen soll eine Menge bis zu $\frac{1}{2}$ % der gesamten Lieferung dem Abnehmer zur Verfügung stehen, jedoch sollen thunlichst die beim Walzen gefallenen kürzeren Stücke für die Proben Verwendung finden. Zur Anstellung der Zerreißproben werden Rundstäbe hergerichtet; für die Schlagproben werden Stücke von nicht über 2 m Länge ohne Löcher oder Klinkungen verwandt. Es soll $K_z \geq 4500$ kg f. d. qcm*) betragen.

Die Schlagproben werden auf einem geächten Schlagwerk bei 1 m Freilage mit einem Schlage, dessen lebendige Kraft für Schienen von nicht weniger als

130 mm Höhe und über 30 kg Eigengewicht f. d. lfd. m	3000 mkg,
120 " " " " 27,5 " "	2000 "
110 " " " " 23 " "	1500 "
100 " " " " 20 " "	1200 "

beträgt, begonnen und mit Schlägen von 1200 mkg so lange fortgesetzt, bis bei Schienen von 130 mm Profilhöhe eine Durchbiegung von 110 mm erreicht ist. Für andere Schienenhöhen soll die Durchbiegung im umgekehrten Verhältnis zu diesen Höhen bemessen werden. Die Proben sollen an dem betreffenden Stück nicht weiter fortgesetzt werden, wenn eine seitliche, das Ergebnis des Versuches beeinträchtigende Verbiegung der Schiene eintritt, bevor die Durchbiegung von 110 mm erreicht ist.

2. Schwellen (Flufseisen).

Profil. Abweichungen in der Dicke bis zu $\pm 0,5$ mm, in der Höhe und Breite bis zu ± 2 mm sind zu gestatten.

*) Neuerdings wird für Schienen $K_z = 5500$ kg f. d. qcm vorgeschrieben.

Gewicht. Schwellen, welche bis zu 3⁰/₁₀ mehr oder weniger als das Normalgewicht haben, werden angenommen. Uebersteigt das Durchschnittsgewicht das Normalgewicht (beide wie bei Schienen festzustellen) um mehr als 2⁰/₁₀, so werden nur diese 2⁰/₁₀ mehr bezahlt.

Längen-Abweichungen bis zu ± 25 mm sind gestattet.

Werden die Kopfschlüsse durch Umbiegen hergestellt, so sind Abweichungen in der Länge der Verschlußklappen bei gewöhnlichen Schwellen bis zu + 20 mm und - 5 mm, bei geprefsten Schwellen bis zu + 50 mm und - 5 mm gestattet.

Richtung der Schwellen erfolgt nach Vorschrift. Bei Langschwellen sind Abweichungen bis zu 3 mm in der lotrechten und wagerechten Richtung auf die ganze Länge zulässig. Windschlefe Langschwellen, bei welchen die Verdrehung $\pm 1,5$ mm übersteigt, können verworfen werden.

Die Lochung wird nach Zeichnung ausgeführt und sind Abweichungen in der Lage der Löcher bis zu ± 1 mm und in deren Größe bis zu $\pm 0,5$ mm gestattet. — Außere Beschaffenheit wie bei Schienen (S. 651).

Für die Prüfung der Schwellen soll eine Menge bis zu $\frac{1}{5}$ ⁰/₁₀ der gesamten Lieferung dem Abnehmer zur Verfügung gestellt werden. Zur Anstellung der Zerreißproben werden Flachstäbe verwendet; es sollen thunlichst die beim Walzen gefallenen kürzeren Stücke für die Proben benutzt werden. $K_2 \geq 4000$ kg f. d. qcm.

Bei Vornahme der Biegeproben soll die Schwelle unter einem Dampfhammer zunächst mit leichten Schlägen flach geschlagen und sodann derartig über den Rücken zusammengebogen werden, daß der Durchmesser des Kreises an der umgebogenen Stelle höchstens 75 mm beträgt, ohne daß ein Bruch erfolgt. Zu diesen Proben dürfen nur ungelochte Stücke genommen werden.

3. Laschen (Flusseisen).

Profil. Abweichungen in den Anlageflächen bis zu $\pm 0,25$ mm, in der Dicke bis zu $\pm 0,5$ mm und in den übrigen Abmessungen bis zu ± 1 mm sind zu gestatten. — Gewichtsbestimmung wie bei Schwellen.

Längen-Abweichungen sind bis zu ± 3 mm gestattet.

Die Laschen können nach Wahl des Lieferanten warm oder kalt mit der Säge oder Schere auf Länge geschnitten werden; es dürfen dabei jedoch keine für die Verwendung nachteilige Formveränderungen vorkommen, und müssen auch die Schnittflächen thunlichst rechtwinklig zur Längsachse liegen.

Bei der Lochung der Laschen sind Abweichungen in der Lage der Löcher bis zu ± 1 mm und in deren Größe bis zu + 1 mm und - 0,5 mm gestattet. Die durch das Lochen entstehenden Ausbauchungen dürfen 1 mm nicht übersteigen.

Bei den Klinkungen werden Abweichungen in der Lage bis zu ± 2 mm und in der Größe bis zu ± 1 mm gestattet.

Außere Beschaffenheit wie bei Schienen (S. 651).

Prüfung. Einfache Flachlaschen werden unter einer Presse um 45⁰ flach durchgebogen; bei Winkel- oder Z-Laschen wird dieselbe Biegeprobe mit einem kalt von solcher Lasche abgeschnittenen Schenkel durchgeführt. Bei diesen Proben darf das Material keine Brüche zeigen. Sonstige Bestimmungen (Zerreißproben) wie bei Schwellen.

4. Unterlagsplatten (Flusseisen).

Profil. Abweichungen in der Dicke und in der Breite zwischen den Ansätzen bis zu $\pm 0,5$ mm und in den übrigen Abmessungen bis zu ± 1 mm sind zu gestatten. — Gewichtsbestimmung wie bei Schwellen.

Längen-Abweichungen von ± 3 mm sind gestattet.

Lochung. Abweichungen in der Lage und Größe der Löcher wie oben bei Laschen. Etwaige beim Lochen entstandene seitliche Ausbauchungen dürfen 2 mm nicht übersteigen.

Außere Beschaffenheit wie bei Schienen.

Prüfung. Bei der Biegeprobe unter einer Presse soll die Platte sich um 45⁰ biegen lassen, ohne Brüche zu zeigen. Sonstige Bestimmungen (Zerreißproben) wie bei Schwellen.

5. Radreifen (Flussstahl bezw. Flußeisen).

Profil. Abweichungen in der Breite bis zu $+2$ mm und $-1,5$ mm, in der Dicke bis zu $+3$ mm sind zu gestatten.

Der innere Durchmesser der Radreifen darf gegen das vom Besteller vorgeschriebene Maß um 2 mm geringer und um 1,5 mm größer ausfallen, ohne daß dadurch die Abnahme behindert würde.

Abweichungen im Gewicht, welche sich aus den Abweichungen im Profil und Durchmesser ergeben, sind gestattet; das Gewicht innerhalb dieser Grenzen ist zu bezahlen.

Außere Beschaffenheit wie bei Schienen (S. 651).

Für die Prüfung des zu den Radreifen verwandten Materiales soll eine Menge bis zu 10/0 der gesamten Lieferung dem Abnehmer zur Verfügung gestellt werden.

Zur Anstellung der Zerreißproben werden Rundstäbe hergerichtet; für die Schlagproben werden ganze Radreifen ohne sichtbare äußere Fehler verwandt.

Es soll für Lokomotiv-Radreifen $K_z \geq 6000$ kg f. d. qcm,

„ „ „ „ „ „ „ „ $K_z \geq 4500$ „ „ „

Die Schlagproben werden auf einem geachteten Schlagwerk mit Schlägen von 3000 mkg so lange durchgeführt, bis die Radreifen sich um 120/0 ihres ursprünglichen inneren Durchmessers eingebogen haben. Das Material darf, so lange diese Einbiegung nicht überschritten ist, keine Risse zeigen.

6. Achsen (Flussstahl).

Die Schenkel der Achsen sind sauber zu schlichten und zu schmirgeln und die Körner vorschriftsmäßig an beiden Enden der Achsen kegelförmig einzudrehen.

Für die Prüfung des Achsen-Materiales steht eine Menge bis zu 10/0 der gesamten Lieferung dem Abnehmer zur Verfügung. Zur Anstellung der Zerreißproben werden Rundstäbe, für die Schlagproben roh geschmiedete ganze Achsen ohne sichtbare äußere Fehler benutzt.

Es soll $K_z \geq 5000$ kg f. d. qcm betragen.

Die Schlagproben werden auf einem geachteten Schlagwerk bei 1,5 m Freilage mit Schlägen von 3000 mkg so lange durchgeführt, bis bei Achsen von 130 mm Durchmesser eine Durchbiegung von 200 mm, zwischen den ursprünglich 1,5 m von einander entfernten Körnern gemessen, erreicht ist.

Bei Achsen von anderen Durchmessern soll die Durchbiegung im umgekehrten Verhältnis zu diesen Durchmessern bemessen werden.

II. Bauwerk-Eisen.

1. Schweiß Eisen.

Das Eisen soll dicht, gut stauch- und schweißbar und weder kalt- noch rotbrüchig sein; es soll keine Langrisse, offene Schweißnähte, Kantenrisse oder sonstige ungelange Stellen haben.

Herrichtung und Anzahl der Proben. Das zu prüfende Material darf nicht ausgeglüht werden. Von je 100 Stück Stäben oder Platten können 3 Proben (u. zw. thunlichst aus den Abfallenden) entnommen werden. Wenn diese den gestellten Vorschriften genügen, so gelten die 100 Stäbe oder Platten als angenommen. Genügt eine der 3 Proben nicht, so darf dafür aus der betreffenden Materialmenge eine neue entnommen werden. Entspricht diese auch nicht den Anforderungen, so kann das Material verworfen werden.

Zerreiß- und Dehnungsproben. Die Mindestwerte von K_z sind so, daß die Versuchsstücke die angegebenen Belastungen für die Dauer von 2 Minuten tragen müssen; die Mindestbeträge von φ so, daß die Versuchsstücke sich um den angegebenen Bruchteil der Gebrauchslänge von 200 mm ausdehnen müssen, wobei die Messung nach erfolgtem Bruche vorzunehmen ist. Nach Art der Beanspruchung sowie des Walzverfahrens Einteilung des Bauwerk-Eisens in 6 verschiedene Gruppen:

a) Flach-, Winkel-, Rund- und Vierkanteisen und solche Bleche

welche im wesentlichen nur in der Längsrichtung beansprucht werden. Zugfestigkeit in der Längsrichtung für Dicken von

5 bis 10 mm	betrage mindestens	$K_z = 3600$ kg f. d. qcm,	} $\varphi = 12\%$
10 " 15 " "	"	$K_z = 3500$ " "	
15 " 25 " "	"	$K_z = 3400$ " "	

β) Bleche mit ausgesprochener Längsrichtung, welche vorwiegend Biegungs-
spannungen aufzunehmen haben (z. B. Stegbleche von Blechträgern, Kragträgern,
Eckversteifungen).

In der Längsrichtung: $K_z = 3500$ kg f. d. qcm, $\varphi = 10\%$;

" " Querrichtung: $K_z = 2300$ " " $\varphi = 3\%$.

γ) Bleche ohne ausgesprochene Längsrichtung, welche vorwiegend durch
Spannungen in verschiedenen Richtungen beansprucht werden (z. B. An-
schlussbleche).

In der Hauptwalzrichtung: $K_z = 3500$ kg f. d. qcm, $\varphi = 10\%$;

" " Querrichtung: $K_z = 3000$ " " $\varphi = 4\%$.

δ) Eisen für Niete und solche Schrauben, welche auf Abscheren bean-
sprucht werden, für Durchmesser

bis zu 25 mm: $K_z = 3800$ kg f. d. qcm, $\varphi = 18\%$;

von 25 bis 40 mm: $K_z = 3600$ " " $\varphi = 15\%$.

ε) Trägereisen, nämlich I-, L-, Z-, T- und ähnliche Formeisen.

Für die Flanschen: die Zugfestigkeit in der Längsrichtung für Dicken von

5 bis 10 mm	mindestens	$K_z = 3600$ kg f. d. qcm,	} $\varphi = 12\%$
10 " 15 " "	"	$K_z = 3500$ " "	
15 " 25 " "	"	$K_z = 3400$ " "	

Für die Stege: Zugfestigkeit in der Längsrichtung für Dicken von

5 bis 10 mm	mindestens	$K_z = 3500$ kg f. d. qcm,	} $\varphi = 10\%$
10 " 15 " "	"	$K_z = 3400$ " "	
15 " 25 " "	"	$K_z = 3300$ " "	

ζ) Belageisen, u. zw.:

1. Tonnenbleche in der Hauptwalzrichtung (Biegerichtung) für Dicken von
5 bis 10 mm: $K_z = 3600$ kg f. d. qcm, $\varphi = 12\%$.

2. Buckelbleche für Dicken von 5 bis 10 mm: $K_z = 3000$ kg f. d. qcm,
 $\varphi = 4\%$.

3. Belag-Walzeisen: $K_z = 3300$ kg f. d. qcm, $\varphi = 6\%$.

4. Riffelbleche. Es genügt die Güte des gewöhnlichen Handelseisens, welches
auch ein schärferes Auswalzen der Riffel ermöglicht.

Sonstige Proben. α) Bei Flach-, Winkel-, Rund- und Vierkant-
eisen, Blechen und Trägereisen.

Biegeproben. Ausgeschnittene Längsstreifen von 30 bis 50 mm Breite
(Kanten mittelst der Feile abgerundet) oder Rund- und Vierkantisen müssen über
eine Rundung von 13 mm Halbmesser winkeltörnig gebogen werden können, ohne
dass sich an der Biegungsstelle ein Bruch im metallischen Eisen zeigt. Der Biege-
winkel α für den kalten, bezw. α_1 für den dunkelkirschroten Zustand beträgt:

bei Dicken von 8 bis 12 mm $\alpha = 50^\circ$, bei Dicken von 12 bis 16 mm $\alpha = 35^\circ$,

" " 16 " 21 " $\alpha = 25^\circ$, " " 21 " 25 " $\alpha = 15^\circ$,

" bei Dicken bis 25 mm $\alpha_1 = 120^\circ$, bei Dicken über 25 mm $\alpha_1 = 90^\circ$.

Ausbreitprobe. In rotwarmem Zustande muß ein auf kaltem Wege ab-
getrennter, 30 bis 50 mm breiter Streifen eines Flach-, Winkel-, Rund- oder Vier-
kantiseisens oder eines Bleches mit der parallel zur Faser geführten, nach einem
Halbmesser von 15 mm abgerundeten Hammerflanke bis auf das 1,5-fache seiner
Breite ausgebreitet werden können, ohne Spuren von Trennung im Eisen zu zeigen.

β) Bei Nieteisen.

Biegeprobe. Nieteisen soll, kalt gebogen, eine Schleife mit einem lichten
Durchmesser gleich der halben Dicke des Rundeseisens bilden können, ohne Spuren
einer Trennung an der Biegungsstelle zu zeigen.

Stauchproben. Ein Stück Nieteisen, dessen Länge gleich dem doppelten Durchmesser ist, soll sich im warmen, der Verwendung entsprechenden Zustande bis auf ein Drittel dieser Länge zusammenstauchen lassen, ohne Risse zu zeigen.

Spielraum für Maß und Gewicht. Wird Bauwerkseisen auf genaue Länge verlangt, so sind folgende Abweichungen zulässig:

- bei Flach-, Winkel-, Rund- und Vierkanteisen, Mehrlängen bis zu 20 mm,
- „ Blechen, Mehrlängen und Mehrbreiten bis zu 20 mm,
- „ Trägereisen, Mehrlängen bis zu 50 mm.

Die Normalgewichte werden aus den Abmessungen und dem spezifischen Gewichte abgeleitet. Hiervon sind folgende Abweichungen zulässig:

- bei Flach-, Winkel-, Rund- und Vierkanteisen, im ganzen ein Mehrgewicht bis zu 3%, für einzelne Stübe ein Mehrgewicht bis zu 5% und ein Mindergewicht bis zu 2%,

bei Blechen, im ganzen $\pm 3\%$, bei einzelnen Platten $\pm 5\%$,

- bei Trägereisen, $\pm 6\%$ mit der Maßgabe, daß bei größeren Bestellungen desselben Profils eine größere Genauigkeit vereinbart werden kann.

2. Flußseisen.

(Die [eingeklammerten] Angaben sind den „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen“, auf S. 650 unter Nr. 2, entnommen.)

Das Eisen soll glatt gewalzt, ohne Schiefer und Blasen sein, und darf weder Kantensrisse noch unganze Stellen haben.

Herrichtung und Anzahl der Proben. Das zu prüfende Material darf nicht besonders ausgeglüht werden, und sind daher auch die Versuchsstücke von dem zu untersuchenden Eisen kalt abzutrennen und kalt zu bearbeiten.

Es können von je 100 Stück Stäben oder Platten 5 Proben entnommen werden; weiteres wie bei Schweißseisen (S. 653).

Zerreiß- und Dehnungs-Proben. Für Längs- und Querrichtung [und bei Materialstärken von 7 bis 28 mm] soll $K_z = 3700$ bis 4400 kg f. d. qcm, $\varphi \leq 20\%$, [$\varphi \leq 17\%$ für Querrichtung] betragen. Weiteres wie bei Schweißseisen (S. 653).

Sonstige Proben bei Flach-, Winkel-, Rund- und Vierkanteisen, Blechen und Trägereisen:

Biegeproben. Streifen von 30 bis 50 mm Breite mit abgefeilten runden Kanten oder Rund- oder Vierkanteisen sollen, kalt gebogen, eine Schleife mit einem lichten Durchmesser gleich der halben Dicke des Versuchsstückes bilden können, ohne irgend welche Risse zu zeigen.

Stauchproben. Ein Stück Rundeisen, dessen Länge gleich dem doppelten Durchmesser ist, soll sich im warmen, der Verwendung entsprechenden Zustande bis auf ein Drittel dieser Länge zusammenstauchen lassen, ohne Risse zu zeigen. (Bei den Warmproben ist der schwarzwarmer Zustand zu vermeiden, weil die Bearbeitung in diesem Zustande schädlich wirkt. Aus diesem Grunde muß eine Bearbeitung des Flußeisens im schwarzwarmen Zustande durchaus vermieden werden.)

Spielraum für Maß und Gewicht wie bei Schweißseisen (s. o.).

[3. Flußstahl.]

[Für die aus Flußstahl gegossenen oder geschmiedeten Teile (Auflagerteile) sei $K_z = 5000$ bis 6000 kg f. d. qcm und $\varphi \geq 10\%$]

III. Bleche.

Allgemeines.

Zulässige Abweichungen in Länge, Breite, Dicke und Gewicht bei Blechen von mehr als 5 mm Dicke (Grobbleche) s. Abteil. I, S. 754 u. 755.

Bei Blechen unter 5 mm Dicke gelten in bezug auf Dicke und Gewicht bei Dicken von 2 bis 5 mm: Abweichungen bis $\pm 5\%$, von 1 bis 2 mm: $\pm 7\%$ und von 0,5 bis 1 mm: $\pm 9\%$, wobei jedoch vorausgesetzt wird, daß die Dicken, Breiten und Längen der Bleche folgende Grenzen nicht überschreiten:

Dicke. mm	Breite. mm	Größte Länge. mm	Größte Breite. mm
von 0,5 bis 0,75	unter 800	2000	—
	von 800 bis 1000	1800	1000
" 0,75 bis 1,0	unter 900	2500	—
	" 900 bis 1150	2250	1150
" 1,0 bis 1,5	unter 1000	3000	—
	" 1000 bis 1250	2600	—
" 1,5 bis 2,0	" 1250 bis 1400	2300	1400
	unter 1000	3800	—
" 2,0 bis 3,0	" 1000 bis 1300	2800	—
	" 1300 bis 1500	2500	1500
" 3,0 bis 5,0	unter 1000	4000	—
	" 1000 bis 1250	3500	—
" 3,0 bis 5,0	" 1250 bis 1400	3200	—
	" 1400 bis 1700	2800	} 1700
bei allen Breiten bis 1700	4000		

Bei vorkommenden größeren Abmessungen sind die Bleche so anzunehmen, wie sie fallen, wenn die dünnste Stelle der geforderten Dicke entspricht.

Proben. Zur Erkennung der Brauchbarkeit der aus Schweiß- oder Flußeisen gefertigten Bleche sind auszuführen: Zerreiße- und Dehnungsproben, Biege- bzw. Härtings-Biegeproben, Schmiede- und Lochproben. (Näheres s. S. 650.)

Die Probestreifen, welche zerreißen, ausgedehnt und gebogen werden sollen, sind sämtlich warm gerade zu richten und vorsichtig auszuglühen. Nicht makellose Streifen dürfen nicht genommen werden. Die Probestreifen sind etwa 400 mm lang und so breit zu nehmen, daß sie in rohem Zustand mindestens 50 mm breit sind. Die Streifen zu allen Prüfungen müssen an den Kanten mittelst Maschine oder von Hand derart bearbeitet werden, daß die Wirkung des Scherenschnittes, Auslochens oder Aushauens zuverlässig beseitigt ist. Die Walzhaut muß unter allen Umständen am Probestück verbleiben. Die Streifen zu Zerreiße- und Dehnungsproben sind in einer Länge von 200 mm auf den Kanten sehr sauber zu bearbeiten und so breit zu lassen, daß der zur Zerreißeung vorbereitete Querschnitt mindestens 300 qmm, höchstens 600 qmm beträgt. Die Streifen zu den Biegeproben müssen an den Kanten etwas abgerundet sein und dürfen über den zur Biegung angewendeten Dorn in der Breite nicht hervorragten.

Abnahme. Die Bleche sind im Walzwerk im unbeschnittenen Zustand zu besichtigen und die Probestreifen von den Kanten zu entnehmen. Die Wahl der Stücke, von welchen Probestreifen entnommen werden sollen, bleibt dem Abnehmer vorbehalten.

Finden sich nach dem Zerreißen oder Biegen anscheinend guter Probestücke Fehlstellen, so werden die Prüfungsergebnisse aus solchen Stücken bei der Entscheidung über die Erfüllung der Lieferungsbedingungen nicht berücksichtigt. — Ein gebogener Streifen gilt als gebrochen, wenn sich auf der konvexen Seite in der Mitte der Biegungsstelle ein deutlicher Bruch im metallischen Eisen zeigt. Bei der warmen Biegeprobe sind die Stücke um eine gebrochene Kante zu biegen, u. zw. in kirschrotem Zustande. Das Material darf nicht brechen, reißen oder ausfransen. Bei der kalten Biegeprobe werden die Streifen um einen Dorn von 25 mm Durchmesser, bei Blechdicken von mehr als 25 mm um einen Dorn gleich der Blechdicke gebogen. Bei der Härtingsbiegeprobe wird je ein Streifen längs und quer der Walzrichtung zur niedrigen Kirschrothitze erwärmt, im Wasser von 28° C abgekühlt und dann um einen Dorn gebogen.

Die Bleche müssen frei von Walzfehlern sein und dürfen keine unganzen Stellen enthalten.

1. Bleche aus Schweifseisen.

α. Schiffsbleche.

Es sind Bleche von zweierlei Güte zu unterscheiden, welche als Qualität I und II bezeichnet werden.

Qualität I. Längs der Faser: $K_z = 3500$, quer zur Faser: $K_z = 2850$ kg f. d. qcm,

φ „ „ „ : $70/0_1$ „ „ „ : $50/0_2$

Qualität II. „ „ „ : $K_z = 3150$, „ „ „ : $K_z = 2750$ kg f. d. qcm,

φ „ „ „ : $50/0_1$ „ „ „ : $30/0_2$

Bei der Warmbiegeprobe müssen die Probestreifen vor dem Bruche eine Biegung aushalten bis zu folgenden Winkeln:

längs der Faser $\alpha = 125^\circ$ bei Qual. I, $\alpha = 90^\circ$ bei Qual. II;
quer zur „ $\alpha = 90^\circ$ „ „ I, $\alpha = 60^\circ$ „ „ II.

Bei der Kaltbiegeprobe müssen diese Winkel sein:

bei einer Blechdicke mm	Qualität I		Qualität II		bei einer Blechdicke mm	Qualität I		Qualität II	
	längs	quer	längs	quer		längs	quer	längs	quer
von 5 u. weniger	90 ⁰	40 ⁰	75 ⁰	30 ⁰	von 17 bis 20	25 ⁰	10 ⁰	20 ⁰	5 ⁰
„ 6 bis 9	70	30	55	20	„ 20 „ 23	20	5	15	—
„ 9 „ 12	50	20	45	15	„ 23 „ 25	15	5	10	—
„ 12 „ 17	35	15	30	10					

β. Kesselbleche

in drei Sorten: Feuerblech, Bördelblech und Mantelblech.

Aus Feuerblech müssen alle diejenigen Teile der Kesselwandung gefertigt werden, welche die erste strahlende Hitze des Feuerherdes aufzunehmen haben. Zu den Flammrohrschüssen und zu den Teilen, welche gebördelt oder gekrempt werden, wie z. B. Böden, Dome, Stützen u. dergl., ist Bördelblech zu verwenden. Alle anderen Teile der Kesselwandung dürfen aus Mantelblech gefertigt werden.

Zerreißprobe. K_z darf bei allen drei Qualitäten 4000 kg f. d. qcm nicht überschreiten. Die Zerreißprobe soll folgende Mindestzahlen bei Blechen bis zu 25 mm Dicke ergeben:

Qualität:	Feuerblech		Bördelblech		Mantelblech	
	längs	quer	längs	quer	längs	quer
K_z in kg f. d. qmm	36	34	35	33	33	30
φ in %	18	12	12	8	7	5
Qualitätsziffer	54	46	47	41	40	35

Jede Ziffer der Festigkeit oder Dehnung darf um die Zahl 1 kleiner sein als die betreffende Mindestzahl, wenn die zugehörige andere Ziffer um soviel größer ist, daß also ihre Summe wenigstens die normale Qualitätsziffer ergibt.

Bei Blechen von mehr als 25 mm Dicke verringert sich die Mindestzahl der Festigkeit bei Vergrößerung der Dicke um je 2 mm stets um je 0,5 kg f. d. qmm.

Demgemäß wird man bei Verwendung solcher Bleche den Ausfall an Festigkeit durch Wahl einer besseren Blechqualität oder durch Erhöhung der Blechdicken auszugleichen haben.

Biegeproben. Die Blechstreifen müssen sich bis zu folgenden Winkeln biegen lassen:

kalt	bei einer Blechdicke von mm		bei Feuerblech		bei Bördelblech		bei Mantelblech		kalt	bei einer Blechdicke von mm		bei Feuerblech		bei Bördelblech		bei Mantelblech	
	6 bis 8	8 „ 10	130 ⁰	110 ⁰	110 ⁰	90 ⁰	70 ⁰	45 ⁰		18 bis 20	20 „ 22	70 ⁰	50 ⁰	55 ⁰	30 ⁰	40 ⁰	17 ⁰
„	10	12	120	100	100	80	65	40	„	22 „ 24	60	40	50	25	35	15	
„	12	14	110	90	90	70	60	35	„	24 „ 26	55	30	45	20	30	12	
„	14	16	100	80	80	60	55	30	„	24 „ 26	50	20	40	15	25	10	
„	16	18	90	70	70	50	50	25	warm	von beliebiger Größe	180	180	180	150	150	100	

Schmiede- und Lochprobe. Blechstreifen von etwa 100 mm Breite müssen im rotwarmen Zustande quer zur Walzrichtung mindestens auf das 1,5-fache ihrer Breite ausbreitet werden können, ohne an den Kanten oder auf der Fläche Risse zu erhalten. Blechstreifen in rotwarmem Zustande mit Lochstempel gelocht in einer Entfernung vom Rande, die gleich der halben Dicke des Streifens ist, dürfen vom Loch nach der Kante nicht aufreißen.

2. Bleche aus Flußeisen.

α. **Schiffsbleche.** Eine Qualität mit $K_2 = 3500$ bis 4500 kg f. d. qcm, $\varphi \geq 20\%$.
 β. **Kesselbleche***) in 3 Sorten: Feuerblech, Mantelblech I, Mantelblech II

Aus Mantelblech II dürfen nur solche Teile des Kesselmantels gefertigt werden, welche von den Feuergasen nicht berührt werden, wie z. B. die Mäntel der Schiffskessel. Aus Mantelblech I dürfen nur solche Teile des Kesselmantels gefertigt werden, welche nicht im ersten Feuerzuge liegen. Alle übrigen Teile der Kesselwandung einschl. derjenigen, welche gebördelt werden, wie z. B. Böden, Stutzen, Dome u. s. w., sind aus Feuerblech herzustellen.

Es soll betragen:	bei Feuerblech längs und quer	bei Mantelblech I längs und quer	bei Mantelblech II längs und quer
K_2 in kg f. d. qmm	34—40	36—42	39—45
$\varphi \geq$	25 ⁰ / ₀	22 ⁰ / ₀	20 ⁰ / ₀
die Qualitätsziffer	62	61	60

Biegeproben. Bei der Kaltbiegeprobe muß der Biegewinkel 180° betragen. Bei der Warmbiegeprobe müssen die Probestreifen sich glatt aufeinander schlagen lassen. Die Härtungsbiegeprobe erfolgt bei Feuerblechen um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der zweifachen Blechdicke ist, bis zum Winkel von 180°, bei Mantelblechen um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der dreifachen Blechdicke ist.

Schmiede- und Lochproben wie bei den Kesselblechen aus Schweißseisen.

IV. Handelseisen.

1. Schweißseisen.

Die nachstehend als maßgebend bezeichneten Festigkeits- und Dehnungszahlen gelten für Flach- und Winkeleisen nur bis zu 16 mm Dicke, für Rund- und Vierkanteisen nur bis zu 25 mm Dicke. Werden Proben von dickeren Stücken verlangt, so sind diese durch Walzen oder Schmieden auf die obigen Abmessungen herabzuarbeiten. Die Zahlen für K_2 und φ sind Mindestwerte. Die Dehnung ist auf einer Länge von 200 mm zu beobachten.

*) Gemäß den Bestimmungen der Würzburger Normen 1890.

Es sind folgende drei Qualitäten zu unterscheiden: Nieteisen-Qualität (best-best), Hufstabeisen-Qualität (best), gewöhnliches Handelseisen und Bauträger.

α. Nieteisen-Qualität. Verlangt $K_z = 3700$ kg f. d. qcm, $\varphi = 15\%$.

Ausgeschnittene Stücke aus Flach- oder Winkelseisen von 30 bis 50 mm Breite, nicht über 16 mm dick, Vierkant- und Rundeisen bis 25 mm dick, die Kanten mit der Feile abgerundet, sollen sich kalt zu einer Schleife biegen lassen mit einem leichten Durchmesser gleich der Dicke des Eisens, ohne Spuren einer Trennung zu zeigen. Im warmen Zustande sollen Probestücke, wie vorstehend angegeben, sich ganz zusammenlegen lassen, und soll ein Stück Rundeisen von der doppelten Länge seines Durchmessers auf die Hälfte seiner Länge zusammengestaucht werden können, ohne Risse zu zeigen.

β. Hufstabeisen-Qualität. Verlangt $K_z = 3500$ kg f. d. qcm, $\varphi = 12\%$.

Ausgeschnittene Stücke wie vorhin unter α. sollen sich kalt zu einer Schleife biegen lassen mit einem leichten Durchmesser gleich der doppelten Dicke des Eisens, ohne Spuren einer Trennung zu zeigen. Im warmen Zustande sollen Probestücke, wie vorstehend angegeben, sich zu einer Schleife biegen lassen mit einem leichten Durchmesser gleich der Dicke des Eisens, ohne Risse zu zeigen.

γ. Gewöhnliches Handelseisen und Bauträger. Proben nicht erforderlich.

2. Flusseisen.

α. Niet- und Hufstabeisen-Qualität. Das Eisen soll glatt gewalzt, ohne Schiefer und Blasen sein und darf weder Kantenrisse noch unganze Stellen haben. Verlangte $K_z = 3400$ bis 4400 kg f. d. qcm, $\varphi = 20\%$ [$K_z = 3600$ bis 4200 kg f. d. qcm, $\varphi = 22\%$].

β. Gewöhnliches Handelseisen und Bauträger. Wie oben unter γ.

V. Draht.

Allgemeine Qualitätsbedingungen sind nicht feststellbar, da je nach Verwendungszweck die Anforderungen an die Qualität sehr schwanken.

1. **Gezogene Stiftdrähte, Zaundrähte u. dergl.** Der Draht darf nicht langrissig oder splittig sein. Weichheit oder Härte richtet sich nach der Verwendungsart. Abweichen von $\pm 2,5\%$ der Dicke ist gestattet.

2. **Verzinkter, geglühter Telegraphendraht (Flusseisen).** $K_z \geq 4000$ kg f. d. qcm.

Verwindungsprobe. Der Draht ist auf Drehungsfestigkeit unter Anwendung einer entsprechenden Vorrichtung bei einer freien Länge von 15 cm zu prüfen.

Draht von 5	4	3	2,5	2	1,7 mm Durchmesser
soll aushalten 15	18	21	25	27	30 Windungen.

Biegeprobe. Der Draht wird unter Anwendung einer entsprechenden Vorrichtung zwischen Klemmbacken von 10 bzw. 5 mm Halbmesser eingespannt und dann mittelst eines Hebels um 180° bis zum Zerbrechen hin und her gebogen. Als einzelne Biegung um 180° wird die Biegung — abwechselnd nach rechts und links — um 90° und wieder in die Anfangsstellung zurück, angesehen.

Draht von 5	4	3	2,5	2	1,7 mm Durchmesser
soll aushalten 6	7	6	9	13	15 Biegungen
bei Klemmbacken von 10				5	mm Halbmesser.

3. **Verzinkter Telephondraht (Flussstahl).** $K_z = 13000$ bis 14000 kg f. d. qcm, $\varphi = 5\%$ an einer eingespannten und bis zum Zerreißen belasteten Drahtlänge von 500 mm.

Biegungen wie bei Telegraphendraht über 5 mm Halbmesser:

Draht von 2,5	2,2	2	1,8	1,6 mm Durchmesser
soll aushalten 4	6	7	8	10 Biegungen.

VI. Gußeisen.

Die Vorschriften gelten für Bau-, Maschinen- und Röhrenguß.

Die Gußstücke sollen (wenn nicht Hartguß oder andere Gattierungen ausdrücklich vorgeschrieben sind) aus grauem, weichem Eisen sauber und fehlerfrei gegossen sein. Es muß möglich sein, mittelst eines gegen eine rechtwinklige Kante des Gußstückes mit dem Hammer geführten Schlages einen Eindruck zu erzielen, ohne daß die Kante abspringt. Das Eisen der Röhre muß feinkörnig und zäh sein und sich mit Meißel und Feile bearbeiten lassen.

Verlangt wird $K_z \geq 1200$ kg f. d. qcm. Ein unbearbeiteter quadratischer Stab von 30 mm Seite, auf zwei, 1 m von einander entfernten Stützen liegend, muß eine allmählich bis zu 450 kg zunehmende Belastung in der Mitte aufnehmen können, bevor er bricht.

1. **Röhre.** Hierfür Abteil. I. S. 470, 471 maßgebend.

2. **Säulen.** Der Unterschied der Wanddicken eines Querschnittes, dessen vorgeschriebener Flächeninhalt mindestens eingehalten sein muß, darf bei Säulen bis zu 400 mm mittleren äußeren Durchmessers und 4 m Länge die Größe von 5 mm nicht übersteigen. Bei Säulen von größerem Durchmesser und größerer Länge wird der zulässige Unterschied für jede 100 mm Mehrdurchmesser und für jedes m Mehrlänge um 0,5 mm erhöht. Die Wandstärke soll jedoch in keinem Fall weniger als 10 mm betragen.

Sollen Säulen aufrecht gegossen werden, so unterliegt dies besonderer Vereinbarung.

e. Bestimmungen über das bei Dampfkesseln zu verwendende Material.

(Abgeänderte Würzburger Normen, angenommen durch den Internationalen Verband [der Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine am 12. und 13. Juni 1890.]

[Auszug.]

1. **Kesselbleche** aus Schweißseisen (s. S. 657) bezw. Flußeisen (s. S. 658).

2. **Winkelisen** aus Schweißseisen (bezw. Flußeisen; Angaben für letzteres sind in folgendem eingeklammert).

In der Längsfaser sei mindestens $K_z = 36$ (37 bis 44) kg f. d. qmm, $\varphi = 16$ (20)^{0/100}, die stets zu erreichende Qualitätsziffer = 52 (60).

Kalte Biegeprobe: Beide Schenkel müssen sich unter der Presse um mindestens 180° (40°) auseinander biegen lassen. Biegewinkel für Längsstreifen s. S. 658 unter α ; (für Flußeisen $\alpha = 180^\circ$).

Warme Biegeprobe: Die Schenkel müssen sich sowohl vollständig zusammenbiegen als auch derart auseinanderbreiten lassen, daß sie eine ebene Fläche bilden (ebenso für Flußeisen).

Härtungs-Biegeprobe (nur für Flußeisen): Längsstreifen müssen sich um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der dreifachen Schenkeldicke ist, bis zu 180° biegen lassen. — Bei allen Biegeproben dürfen sich in der Kehle und in den Schenkeln nur Anfänge von Rissen zeigen.

Schmiede- und Lochprobe wie bei Blechstreifen, S. 658; (dasselbe gilt für Flußeisen).

3. **Nieteisen.** $K_z \geq 38$ (34 bis 40) kg f. d. qmm, $\varphi \geq 20$ (25)^{0/100}, die stets zu erreichende Qualitätsziffer = 58 (62).

Biege- und Stauchproben (auch für Flußeisen): Kalt muß das Nieteisen ohne Risse zu erhalten so gebogen und platt aufeinander geschlagen werden können, daß die beiden Enden der Länge nach parallel laufen. Kalt muß sich ein Stück Nieteisen mit zweifachem Durchmesser zur Höhe auf die halbe Höhe zusammenstauchen lassen, ohne daß die Oberfläche reißt. Warm muß sich ein gleiches Stück auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Höhe niederstauchen und dann lochen lassen, ohne aufzureißen (vergl. auch S. 655).

Härtungs-Biegeprobe (nur für Flußeisen): Biegung um einen Dorn, dessen Durchmesser gleich der zweifachen Stärke des Nieteisens ist, bis zu 180°.

B. Zink.

Meist aus Zinkspat (Galmei) gewonnen, kommt als (schlesisches oder belgisches) Zinkblech und Schmelzzink in den Handel. Bruch kristallinisch, körnig oder blätterig, bläulichweifs. Spec. Gewicht s. S. 616. Zwischen 100 bis 175° C geschmeidig und zu verarbeiten, sonst spröde; Schmelzpunkt (vor dem Glühen) bei 412° C; füllt, weil sehr dünnflüssig, die Formen gut aus. Verunreinigungen des Handelzinks: Blei und Cadmium. Bei hellroter Glühhitze verdampft es und verbrennt bei Luftzutritt mit bläulicher Flamme zu Zinkoxyd (Zinkweifs).

1. **Glattes Zinkblech**, in 26 Stärken nach einer Lehre gewalzt, verwandt zu Dach- und Gesimsdeckungen, Dachrinnen und Abfallrohren (Nr. 13 bis 15), Wand- und Deckentäfelungen, architektonischen Zinkarbeiten (gestanzt) u. s. w. Für Bauzwecke meist in den Stärken Nr. 12 bis 16, wetterbeständig durch Silikat-Anstrich zu schützen, leicht und billig. Bei 16° C ist längs der Faser $K_z = 1900$, quer $K_z = 2500$ kg f. d. qcm; dabei die Dehnung $\varphi = 18$ bzw. 15%. Bei 155° C ist φ am grössten: längs 100%, quer 80%; die Längsdehnung fällt bis zu 100 bzw. 175° C auf 40%. Das zu Leisten-Dachdeckungen benutzte Blech in Tafeln von meist 1,0 · 2,0 m, jedoch sind auch Tafeln 0,65 · 2,0 m, 0,80 · 2,0 m, 1,00 · 2,25 m, 1,00 · 2,50 m zu beziehen. Grösste Länge 3,0 m, grösste Breite 1,65 m.

Schlesische Zinkblechlehre.

Nr. der Lehre.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dicke in mm . . .	0,10	0,143	0,186	0,228	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,58	0,66	0,74
1 qm wiegt kg . .	9,72	1,03	1,34	1,64	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	4,18	4,75	5,33
Nr. der Lehre.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Dicke in mm . . .	0,82	0,95	1,08	1,21	1,34	1,47	1,60	1,78	1,96	2,14	2,32	2,50	2,68
1 qm wiegt kg . .	5,90	6,84	7,78	8,71	9,65	10,6	11,5	12,8	14,1	15,4	16,7	18,0	19,3

Bemerkung: Die belgische Lehre hat für die Nr. 1 bis 4 die Dicken 0,05, 0,10, 0,15, 0,20 mm, stimmt aber mit der schlesischen Lehre in den übrigen Nrn. überein.

2. **Zinkwellenblech** für Dachdeckungen, von der schlesischen Akt.-Ges. f. Bergb. u. Zinkhüttenbetrieb, in den nachstehenden fünf Profilen geliefert, wovon A bis D in Stärken bis Nr. 16 und E bis Nr. 12. Profil E nur auf Schalung oder Lattung, im Längsstofs Ueberdeckung mit zwei Wellen. Bei den übrigen Profilen ist für Ueberdeckung im Seiten- und Längsstofs einschl. Befestigung auf den Fellen 15 bis 18% Gewichtszuschlag zu rechnen. Vorkommende Tafelgrößen (gewellt) für A: 0,62 · 2,0 m, 0,89 · 3,0 m, 1,12 · 3,0 m; für B: 0,84 · 2,0, 1,08 · 3,0 m, 1,30 · 3,0 m; für C: 0,8 · 3,0 m; für D: 1,0 · 1,78 m, 1,5 · 2,67 m; für E: 1,6 · 2,64 m. Hierbei sind

A, B und C der Länge, D und E der Breite nach gewellt. Profil A auch gebogen (bombiert) nach Halbmessern von 1,5 m und darüber für gewölbte Dächer (Fettenteilung bis 2,0 m).

Schlesische Zinkwellenbleche.

Bezeichnung. Nr	Wellen-			Querschnitt für 1 m Tafelbreite	Gewicht f. d. qm Wellen- blech	Widerstands- moment f. 1 m Tafelbreite	Bemerkung.
	Breite b.	Höhe h.	Länge l.				
	mm	mm	mm	und für 1 mm Blechstärke. qcm	kg	ccm	
A	117	55	175	15,0	10,8	19,9	Die Querschnitte, Gewichte und Widerstandsmomente für kleinere und größere Blechstärken als 1 mm erhält man (annähernd) durch Multiplikation mit der betreffenden Blechdicke in mm.
B	100	32	123	12,3	8,86	9,9	
C	110	32	135	12,3	8,86	9,6	
D	60	14	68	11,3	8,14	3,9	
E	20	6	24,8	12,4	8,93	1,8	

3. **Schmelzzink**, meist in kleinen 4 cm starken Platten, zum Verzinken von Eisenblechen und Eisendraht, für Metalllegierungen (s. S. 664) Zinkgufswaren u. s. w. Gewichtsbestimmung von Gufsstücken s. S. 460. Zinkgufswaren durch Anstrich oder galvanischen Metallüberzug (z. B. Kupfer) gegen Rostbildung zu schützen.

C. Kupfer.

Rösten der Kupfererze liefert das unreine, spröde Roh- (Schwarz-) Kupfer, welches einem oxydierenden Schmelzprozefs in Herden bezw. Flammöfen unterworfen, dann als Rosettenkupfer (dünne Scheiben) und Schmelzkupfer (Blöcke von 5 bis 6 kg) in den Handel gelangt und in den Kupferwerken durch nochmaliges Reinigen hammergar gemacht wird. — Spec. Gewicht s. S. 614. Schmelzpunkt 1100 bis 1200° C. Je reiner, desto weicher und dehnbarer, sowohl kalt wie in Glühhitze; Verunreinigung durch Blei, Zink, Nickel, Silber. Durch Walzen und Hämmern wird es hart, durch Ausglühen (Art der Abkühlung ohne Einfluss) wieder weich; nicht schweisbar, zu Gufswaren ungeeignet, weil es blasige Güsse liefert. Grofse Wärmeleitungsfähigkeit. Benutzt als Draht, Blech, Stangen und Rohre, zu Legierungen und Farben.

1. **Kupferdraht**. Gewichte s. S. 618; Festigkeit, s. Abteil. I. S. 308 und 314. Wird meist bezogen, wie aus dem letzten Zuge hervorgegangen, also ungeglüht und blank, in grofsen mit Kupferdraht abgebundenen Ringen; mufs sehr biegsam und glatt sein und gleichmäfsigen, kreisförmigen Querschnitt haben.

2 **Kupferbleche**. Gewichte s. S. 619. Gutes Kupferblech mufs eine reine, glatte Oberfläche haben, sehr biegsam und im Bruch gleichmäfsig sein; bei mehr als 5 mm Dicke sei $K_z \geq 2000$ bis 2300 kg f. d. qcm, $\varphi \geq 38\%$ Benutzt zu Dachdeckungen (Tafeln in Gröfsen von 0,8 bis 3 qm bei höchstens 1 m Breite und 1,0 bis 1,25 mm

Stärke), Dachrinnen, Abfallrohren, getriebenen Bildwerken, zu Schiffsbekleidungen (Tafeln 1,9 bis 2,5 m lang, 0,8 m breit), zu Geschirren, Pfannen, zu Kesselblechen u. s. w. Dünnere Bleche werden gewalzt, in Breiten bis 2,4 m und Längen bis zu 10 m. Lagerbleche: 1,0 · 2,0 m bei 0,75 bis 1 mm Stärke, 1,0 · 3,0 m bei 1 bis 2 mm Stärke, 1,0 · 4,0 m bei 2 mm und mehr. Dicke Platten, z. B. Feuerkistenbleche (1,0 bis 2,4 m breit, 2 bis 4 m lang und bis 26 mm stark) werden gehämmert.

3. **Stangenkupfer** wird aus kleinen Blöcken gehämmert, gewalzt oder wie Draht gezogen; muß sich stauchen und biegen lassen, ohne rissig zu werden. $K_z > 2300$ kg f. d. qcm bei 60% Zusammenziehung des ursprünglichen Querschnitts. Man unterscheidet Quadrat- und Rundkupfer; ersteres unter 2,25 qcm Querschnitt und letzteres unter 1,5 cm Durchmesser gelten noch als Kupferdraht.

4. **Kupferrohre** entweder nahtlos gewalzt (Patent Mannesmann, s. Tafel Abteil. I. S. 479) oder aus einem Stück ohne Naht gezogen, oder aus Blechstreifen durch Zusammenbiegen über eine Rundeisenstange, Zusammenlöten mit Schlaglot und nachherigem Ziehen herstellt, Kupferrohre sollen sich um einen Dorn von der dreifachen Stärke des Rohrdurchmessers kreisförmig biegen lassen, ohne Brüche oder Risse zu zeigen. Kupferne Knie- und Federrohre, kupferne T-Stücke s. Tafel Abteil. I. S. 481.

D. Blei.

Meist aus Bleiglanz (Schwefelblei) als Werkblei gewonnen, welches raffiniert das Kaufblei liefert. Spec. Gewicht zwischen 11,25 bis 11,37, wenn nicht allzu sehr verunreinigt. Blei schmilzt bei 320 bis 330° C, ist gießbar, sehr dehnbar und biegsam, wetterbeständig, läßt sich schneiden und verdampft bei Rotglühhitze. Zu Blechen ausgewalzt,* wird es zu Dachdeckungen (aufgerollte Tafeln, 0,80 und 1,00 m breit, 10 bis 15 m lang, 1,5 bis 2,0 mm stark), zum Bekleiden feuchter Wände, als Trockenschicht (s. S. 304), zum Dichten von Rohrflanschen, zu Bleikammern, Pfannen und Kesseln bei technisch-chemischen Arbeiten mit Säuren benutzt; ferner zu Legierungen, zum Pressen von Rohren für Gas-, Dampf- und Wasserleitungszwecke; als Bleifolie (sehr dünne Platten) zum Einwickeln von Materialien; zu Draht, zum Befestigen von Metallen an Stein, zu Farben (Bleiweiß, Bleimennige, Bleiglätte), in der Glasfabrikation, zu Sprossen in der Kunstverglasung (Kirchenfenster u. s. w.). Hartblei ist Blei mit Antimonzusatz, zu Lagerschalen, Schriftmetall, Bleirohren u. s. w. benutzt. Bleirohre sind zum Schutz gegen die Einwirkung von Wasser innen mit einem Ueberzug von Schwefelblei oder Zinn zu versehen. Rohre aus Weich- und Hartblei s. Abteil. I. S. 482. Festigkeit s. Abteil. I. S. 308, 314 und 486.

*) Bleiblech in Stärken von 0,5 bis 12 mm, Längen von 3,0 bis 10 m und Breiten von 1,5 bis 3,0 m ist käuflich; dabei das größte Plattengewicht 1200 kg.

Bleidraht.

Dicke.	Gewicht von 1000 m.	Dicke.	Gewicht von 1000 m.	Dicke.	Gewicht von 1000 m.	Dicke.	Gewicht von 1000 m.
mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
1,0	8,93	3,5	109,4	6,0	321,5	11,0	1081
1,5	20,09	4,0	142,9	7,0	437,6	12,0	1286
2,0	35,72	4,5	180,8	8,0	571,5	13,0	1509
2,5	55,81	5,0	223,3	9,0	723,3	14,0	1750
3,0	80,38	5,5	270,1	10,0	893,0	15,0	2009

Draht aus Weich- oder Hartblei über 0,5 mm in jeder gewünschten Stärke, u. zw. rund oder mit anderem Profil erhältlich.

E. Zinn.

Meist aus Zinnstein gewonnen. Spec. Gewicht s. S. 616; Schmelzpunkt bei 230° C. Zinn ist weich und geschmeidig, sehr dehnbar (fein ausgewalzt = Stanniol oder Zinnfolie), härter als Blei mit kristallinischem Gefüge. Gutes Zinn muß frei von verunreinigenden Metallen (Arsenik, Blei, Eisen, Kupfer, Wismut) sein und an der Luft seine glänzende Oberfläche behalten. Kommt in Form von Blöcken (60 kg), Stangen, Rollen (5 bis 6 kg schwer) und Körnern u. zw. nach Ursprungsländern bezeichnet, als Banka-, Billiton-, Malakka-, australisches und englisches (Lamm-) Zinn in den Handel; ersteres ist das beste und sehr rein. Böhmisches, sächsisches und peruanisches Zinn sind unreine Sorten. Benutzt zu Legierungen und Weichloten, zu Rohren (s. Abteil. I. S. 485 und 486.)

F. Metalllegierungen.

Zusammensetzung in folgendem überall durch Gewichtsteile angegeben.

1. **Messing** (Gelbguss), 2 bis 4 Kupfer und 1 Zink. Stollberger Messing 64,8 Kupfer, 32,8 Zink, 2,0 Blei und 0,4 Zinn; englisches Messing 66,7 Kupfer, 33,3 Zink. Messing ist härter als Kupfer und sehr dehnbar. Härte und Festigkeit nehmen mit dem Zinkgehalt zu (erstere bis zu etwa 50%, letztere bis zu etwa 30% Zinkgehalt, darüber wieder Abnahme). Die Dehnbarkeit wächst mit dem Kupfergehalt. Messing ist in der Rotglühhitze spröde, läßt sich kalt wie Kupfer bearbeiten und zu den dünnsten Blechen kalt auswalzen (Gewichte s. S. 619). Blech kommt als schwarzes, gebeiztes, ein- und zweiseitig geschabtes und poliert in den Handel. Tafeln meist 0,5 · 2,0 m groß in 0,1 bis 10 mm Stärke. Messingdraht (Gewichte s. S. 618) gegläht und ungegläht; Festigkeit s. Abteil. I. S. 308

und 314. — Messing liefert, weil dünnflüssig, glatten, blasenfreien Gufs (oft mit 1 bis 2% Bleizusatz), der leicht zu bearbeiten.

Aehnlich dem Messing sind: **Tombak** (85 Kupfer, 15 Zink) von rötlicher Farbe und **Weissmessing** mit 50 bis 80% Zink, gelblich weifs.

2. **Bronze** (Rotgufs), Legierungen aus Kupfer und Zinn, dichter, härter, leichtflüssiger als Kupfer. Für Lagerschalen geeignet: 83 Kupfer und 17 Zinn bzw. 84 Kupfer und 16 Zinn. Härte wächst bis zu 28% Zinn, nimmt dann wieder ab; Festigkeit am grössten bei 17,5% Zinn. Bronze mit < 5% Zinn läfst sich kalt strecken. Bleizusatz erhöht die Sprödigkeit, vermindert die Festigkeit und erniedrigt den Schmelzpunkt; Zink vermindert Festigkeit und Härte. 0,5 bis 1% Phosphorzusatz (je nach dem Verwendungszweck) liefert **Phosphorbronze**, sehr zäh, fest, feinkörnig und dünnflüssig, walz-, zieh- und schmiedbar. Zu Maschinenteilen: 90,34 Kupfer, 8,9 Zinn und 0,76 Phosphor. G. Höper & Co. (Iserlohn) liefern Phosphorbronze für Achslager und -büchsen, Dampfschieber, Zahnräder, Presscylinder, Armaturen; ferner Rundstangen, Rohre ohne Naht (weich und federhart), Blech und Telephondraht (ungeglüht $K_z = 14000$ kg f. d. qcm bei $\varphi = 1\%$, geglüht $K_z = 6300$ kg f. d. qcm bei $\varphi = 72\%$). **Glockenmetall** enthält bis 25% Zinn, rötlich-grau, sehr spröde, läfst sich schwer bearbeiten. **Geschützbronze** enthält bis 10% Zinn, gelblich-rot, wenig dehnbar, ziemlich hart und sehr fest. Zu Geschützrohren, Dampfventilen und Dampfähnen und zu den meisten Bronze-gufswaren benutzt. Wird durch schnelles Abkühlen weich, bei langsamer Abkühlung hart und spröde. **Statuenbronze** enthält noch Zusätze von Zink und Blei, füllt die Gufsformen gut aus und überzieht sich bald mit Patina; in der Zusammensetzung sehr schwankend. Normal-Statuenbronze nach Elster: 86,7 Kupfer, 6,7 Zinn, 3,3 Blei und 3,3 Zink. **Medaillenbronze** mit nur 2% Zinn.

Telegraphen- und Telephondraht aus Bronze

von Felten & Guilleaume in Mülheim (Rhein).

Drahtstärke in mm	3,0	2,7	2,5	2,2	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9
Gewicht v. 1000 m Draht in kg	63	51	44	34	28	23	18	13 $\frac{3}{4}$	10	8,5	7,0	4,5

(Dies entspricht einem spec. Gew. = 9,0. Nach C. Heckmann ist letzteres für Bronzedraht = 9,066.)

Bronzedraht für grosse Entfernungen mit 60 bis 98% Leitungsfähigkeit des Kupfers und

$K_z = 6800$ bis 4600 kg f. d. qcm bei 3,0 mm Stärke,

$K_z = 7100$ " 4800 " " " 0,9 " " .

Siliciumbronzedraht für Stadtleitungen mit 30 bis 40% Leitungsfähigkeit des Kupfers und

$K_z = 7800$ bis 6500 kg f. d. qcm bei 3,0 mm Stärke,

$K_z = 8500$ " 8000 " " " 0,9 " " .

Neuerdings Doppelbronzedraht, aus einer Aluminiumbronze-seele mit Kupferumhüllung bestehend, mit $K_z = 7600$ kg f. d. qcm und 69% Leitungsfähigkeit des Kupfers.*)

*) Vergl. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 1319.

3. **Weißmetall** (Weißguß, Komposition), zinnreiche Legierungen mit Antimon, Blei oder Kupfer. (Antifriktionsmetall enthält alle vier Metalle, außerdem Zink.) Weißmetall für Lagerschalen: 85 Sn, 10 Sb und 5 Cu bezw. 90 Sn, 7 Sb und 3 Cu; für Lokomotiv- und Tenderachslager 79,4 Sn, 12,6 Sb und 9 Cu; für Excenter 83 Sn, 11 Sb und 6 Cu; für Stopfbüchsen 45 Sn, 10 Sb und 45 Pb. Antimonblei (Bleikomposition) 84 Pb und 16 Sb, sehr hartes und billiges Lagermetall.

4. **Delta-Metall** (D. R.-P. von A. Dick & Co., Düsseldorf), eine Legierung aus Kupfer, Zink und Eisen, goldgelb, läßt sich heiß und kalt walzen, zu Draht ziehen, in Dunkelrotglut leicht schmieden, ausstanzen und pressen; geschmolzen ist es dünnflüssig, daraus hergestellte Gußstücke sind durchaus dicht, dabei sehr fest und dehnbar (bei 500 bis 600 Atm. Druck aus Presszylindern noch kein Durchschwitzen). Festigkeit s. Abteil. I. S. 307 und 308. Widerstandsfähiger gegen Seewasser und saure Wasser als Eisen und Stahl, daher Verwendung im Schiff- und Bergbau. Wird geliefert in Barren, Blechen, Stangen, Draht, sowie in Guß-, Schmiede- und Stanzstücken. Verwendung zu Schiffsschrauben und sonstigen Schiffsteilen, Pumpenteilen, Schaufelrädern für Kreiselpumpen, Kolbenstangen, Zahnstangen, Lagerschalen, Hämmern und Schraubenschlüsseln u. dergl.

5. **Lote**. Vor dem Löten sind die zu verbindenden Teile metallisch rein zu machen und beim Weichlöten mit Kolophonium, Stearin oder Salmiak, beim Hartlöten mit Borax zu bestreichen bezw. mit Glaspulver zu bestreuen. Hierzu Salzsäure oder Lötwater (Zink in Salzsäure aufgelöst) oder Löt Salz (eingedampftes Lötwater mit Salmiak).

α. **Weichlot** (Schnelllot) aus Zinn und Blei, dazu auch wohl Wismut (Wismutlote). Zusammensetzung nach G.-T. und Schmelzpunkt s. Abteil. I. S. 289; spec. Gewicht 8,1 bis 9,7.

β. **Hartlot** (Strenglot, Schlaglot).

Hartlot zum Löten von	Gehalt an G.-T.				Bemerkungen.
	Zinn.	Zink.	Messing.	Kupfer.	
Messing, Kupfer, Eisen und Stahl.	—	I	7	—	sehr strengflüssig strengflüssig bes. f. Messing
	—	I	3—4	—	
	—	I	2—2,5	—	
	I	4—7	12	—	} halbweiß
	I	10	22	—	
	4	I	20	—	} weiß
	2	I	11	—	
	I	—	4	—	
10	—	4	6		

6. Sonstige Metalllegierungen.

Bezeichnung.	Gehalt an G.-T.				Dazu noch G.-T.
	Kupfer.	Zinn.	Zink.	Antimon.	
Letternmetall	—	—	—	16—25	84—75 Blei (auch mit 5—15 ⁰ / ₀ Zusatz v. Al.)
Letternmetall von Ehrhardt	4—2	4—3	89—93	—	3—2 Blei
Hartes	—	59	33	—	
Typenmetall von Johnson	—	75	—	25	
	—	—	—	20	80 Blei
Britanniametall	1,85	81,9	—	16,25	
	—	90	—	10	
Neusilber (Pack- fong, Argentan)	5—6	—	1,9—3	—	1,3—2 Nickel
Alfenide	55	—	25	—	20 „
	59	—	30	—	10 „
Aluminiumbronze*)	95—85	—	—	—	5—15 Alum.
Aluminiummessing	96,7	—	—	—	3,3 „

III. NATÜRLICHE GESTEINE UND ERDEN.**)

a. Ursprüngliche, versteinungslose Felsarten.

1. Massengesteine.

α. Plutonische Gesteine.

1. **Granit** (Feldspat, Quarz und Glimmer); kristallinisch-körnig. Feldspat bestimmt die Farbe: gelbgrau (obere Schichten), grau bis schwärzlichgrau, fleischfarben, roth bis braun.

2. **Syenit** (Feldspat und Hornblende); kristallinisch-körnig. Schwarz und weiß gesprenkelt.

3. **Diorit** (Feldspat, Hornblende und zufälliger Schwefelkies). Meist schwarz-weiß.

4. **Diabas** (Feldspat mit Augit). Schwärzlich bis grün, daher auch Grünstein genannt.

5. **Gabbro** (Labrador oder Saufsurit mit Diallag oder Smaragdīt). Dunkelgrau und grün.

6. **Serpentin** (wahrscheinlich durch Umwandlung aus Gabbro entstanden). Meist grün, doch auch rot und gelb.

*) Ueber Aluminium-Legierungen s. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 1314.

**) Näheres s. Hugo Koch, Die natürlichen Bausteine Deutschlands, 1892. Ferner: Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, 1881.

7. **Porphyrgesteine** (dichte und feinkörnige kristallinische Grundmasse von Feldspat, in welche deutliche Kristalle von Feldspat, zuweilen von Quarz, Hornblende, Augit u. s. w. eingesprengt sind). Hauptsächlich: **Felsitporphyr**, rötlichbraun, gelblich, grau, grünlich oder bläulich, und **Melaphyr**, meist schwarz von Augit.

β. Vulkanische Gesteine.

1. **Trachytgesteine** (dichte, häufig porige Grundmasse von Feldspat mit Einsprengungen von Hornblendekristallen, schwarzem Glimmer, Magneteisen, auch Sanidin). Grau. Dazu gehörend: **Bimsstein**, **Obsidian**, **Phonolit** u. s. w.

2. **Augitgesteine**. Darunter: **Dolerit**, (weißlicher Feldspat mit Augitkristallen), schwärzlichgrau; **Basalt** (scheinbar gleichartiges Gestein aus Augit und Labrador), dunkelgrau bis schwarz, in regelmäßigen, prismatischen Säulen, jedoch auch schalig, kugelförmig u. s. w., für Straßensbau und Fundamente; **Lava** (erstarrter Ausfluß aus Vulkanen; poriges Gefüge aus Feldspat, Augit, Magneteisenstein u. s. w.). In Farbe und Härte sehr verschieden. Zu unterscheiden: **Trachytlava** und **Basaltlava**, dunkelgrau und schwärzlich.

2. Kristallinische Schiefergesteine.

1. **Gneis** (schiefrige Ausbildung des Granit). Mehr als Granit der Verwitterung ausgesetzt.

2. **Quarzit** (reiner oder nahezu reiner Quarz). Kristallinisch bis glasartig. Zur Glasfabrikation. Als Kies zum Straßensbau, zur Bereitung von Beton u. s. w. Dazu gehörig: **Feuerstein**, **Jaspis** u. s. w.

3. **Glimmerschiefer**. Zwischen stark glänzenden Lagen von Glimmer grauer Quarz in Lagen oder gleichmäßig verteilten Körnern.

4. **Chlorit- und Talkschiefer**, wenn Glimmer durch Chlorit oder Talk ersetzt. Ersterer grünlichgrau, zum Dachdecken.

5. **Urthonschiefer** oder **Phyllit**. Dunkel, feinkörnig mit perlmutter-, seidenglänzender Fläche.

b. Versteinerungen führende, schichtige Felsarten.

1. **Thonschiefer** (kieselsaure Thonerde und Quarz, durch Verwitterung von Feldspat entstanden). Bläulichgrau bis schwärzlich, auch rot; fein spaltbar, daher zur Dachdeckung. Fehlerhafte Beimengungen: Schwefelkies, Kohle, kohlenaurer Kalk.

2. **Kalksteine**, in welchen Kohlensäure vorherrscht. Wenn polierbar, dann **Marmor**. Farbe nach den zufälligen Beimengungen von Eisenoxyd, Kupferoxyd u. s. w. sehr verschieden: weiß bis grau und schwarz, gelb, rot, braun, bald einfarbig, bald gefleckt, geädert, geflammt u. s. w. Nach Austreibung der Kohlensäure durch bedeutende Hitze bleibt Aetzkalk zurück. **Kristallinischer Kalk**. Mit Graphit dunkelgrau, mit Serpentin grün-weiß durchflochten Ophikalzit, mit Glimmer schiefrig Cipollin genannt. **Dichter Kalk**, oft mit Sand

und Thon vermengt. Bildet sich noch heute als Tropfstein und Kalksinter. Darunter: **Uebergangskalk** (Grauwackenkalk). Weifs, grau, gelb, rot u. s. w. Oft hohle oder thonige Stellen, welche sich leicht austreten. **Kohlenskalk**, meist dunkelgrau bis schwarz. **Zechstein**, thonhaltig und bituminös, dunkelgrau. **Muschelkalk**, gelblich und bläulichgrau bis schwärzlich, auch rötlich. **Liaskalk**, dunkelgrau und braun. **Oolithkalk** oder **Rogenstein**, aus kleinen Kugeln oder eiförmigen Körnern bestehend, grau bis rotbraun. **Jurakalk**, grau, gelblich oder rötlichweifs. **Alpenkalk**, gelblich, rötlich, braun u. s. w. Am bekanntesten der Untersberger Marmor. **Kreide**, weifser, erdiger, schreiben der Kalk aus mikroskopischen, vorweltlichen Tiergehäusen bestehend. Dazu gehörig der **Plänerkalk**. **Grobkalk**, sandiger, in frischem Zustande weicher, an der Luft erhärtender, mit zahllosen Schattieren angefüllter Kalkstein; weifslich bis gelb. **Kieselkalkstein**, lichtgrau und bräunlich, mit viel Kieselerde gemengt. Breccien: Mit scharfbegrenzten, grösseren Brocken und Trümmern; Brokatellmarmor: Mit kleineren ebensolchen; Lumachelmarmor: Mit Muschelversteinerungen.

3. **Mergel**. Verschieden gefärbte, dichte erdige oder schiefrige Gesteine aus kohlenaurer Kalkmasse, verbunden mit Thon. Je nachdem Kalk oder Thon vorherrschend: Kalk- oder Thonmergel; mit Kieselerde: kieseliger Mergel; mit Bitterkalk: dolomitischer Mergel u. s. w. Nach den Flötzablagerungen: Kreide-, Lias-, Keupermergel u. s. w. (Kupferschiefer ist kupferhaltiger, bituminöser Mergel). Vorzüglich zur Cementfabrikation.

4. **Dolomit**, Gebirgsbitterkalk (kohlenaurer Kalk und kohlen-saure Magnesia). Weifslich, gelb, grau bis braun.

5. **Gips**. Wasserhaltiger, schwefelsaurer Kalk; wasserfreier Gips wird Anhydrit genannt. Durch gelindes Brennen wird das Wasser ausgetrieben; dann gebrannter Gips. Im allgemeinen weifs, gelblich bis fleisch- und blutrot, grau bis schwärzlich, oft gefleckt, geadert, wolkig u. s. w. Darunter: **Marienglas**, wasserhell, kristallinisch grofsblättrig, ungemein leicht spaltbar. **Körniger Gips** oder **Alabaster**, weifs-gelblich und grünlich, auch grau; geadert, geflammt u. s. w.; dicht oder durchscheinend. **Fasergips**, mit parallelfaserigem Gefüge, weifs, gelb, grau, rot; mehr oder weniger durchscheinend. **Dichter Gips**, schneeweifs bis grau, zum Brennen benutzt. Häufig in Begleitung von Steinsalz.

6. **Sandstein**. Quarztrümmer (Sandkörner) durch ein kieseliges, gipsiges, kalkiges oder thoniges Bindemittel zu mehr oder weniger festem Gestein verbunden. Weifs, grau, grünlich, bräunlich, gelb bis rot. Führt oft Kalkspat, Glimmerblättchen, Brauneisenerz, Einschlüsse von rotem und grünem Thon u. s. w. mit sich. Darunter: **Grauwacke**. Gewöhnlich dunkelgrau. Besonders hart, daher zu Pflasterungen benutzt. **Kohlensandstein**. Meist hellgrau mit thonigem, glimmerhaltigem Bindemittel und oft mit Kohlenadern. **Diasandstein**. Meist rot bis bräunlich, aber auch gelb, grau u. s. w.

mit thonigem, eisenschüssigem Bindemittel. **Buntsandstein.** Meist gelblich bis rot. Mit thonigem, kieseligem, eisenschüssigem Bindemittel; enthält oft Thonzellen; sehr verbreitet. **Keupersandstein.** Meist gelb, mit thonigem und mergeligem Bindemittel. **Jurasandstein.** Hier besonders die der Wealdenformation angehörigen Sandsteine wertvoll; grau und gelblichgrau; feinkörnig. **Quadersandstein.** Mehr oder weniger thonig, fein und grobkörnig, meist weiß und gelblich. **Grünsandstein.** Grüngrau, mit kalkigem, thonigem oder mergeligem Bindemittel und grünen Glaukonitkörnchen. **Hilsandstein.** Weißlich oder gelblich. **Nummuliten- oder Molasse-sandstein.** Letzterer enthält kalkiges oder thoniges Bindemittel. Grau, grünlich und gelblich; zweifelhaftes Material.

e. Konglomerate, Trümmergesteine und Tuffe.

1. **Konglomerate.** Bestehen aus abgerundeten Geschieben, durch ein Bindemittel verkittet; z. B. **Nagelfluë**, welche abgerundete Geschiebe der in der Nähe befindlichen Gebirgsarten enthält; mergeliges Bindemittel.

2. **Breccien oder Trümmergesteine.** Scharfkantige, eckige Bruchstücke durch Bindemittel verkittet. Besonders häufig bei Kalkstein.

3. **Tuff.** Ein mehr oder minder lockeres, poriges Gestein. Man unterscheidet vulkanische von Kalktuffen. Erstere sind verhärtete, lose Auswurfstoffe von Vulkanen, letztere Sinterbildungen, welche sich an Sauerquellen bilden. Darunter: **Porphyrtuff**, aus sandigem Porphyrschutt entstanden. **Grünsteintuff**, aus Diabasschutt bestehend, mit kohlen-saurem Kalk durchsetzt. **Kalktuff** (Travertin), gelblich-weiß oder grau bis bräunlich. Mehr oder minder dicht, oft porig, blasig und röhrig; setzt sich noch täglich in kalkhaltigem Wasser ab. **Bimssteintuff**, aus Bimssteinschutt bestehend. Weiß, gelb oder grau. Enthält Brocken von Bimsstein und Trachyt, Körner von Augit und Leucit, Sanidinkristalle u. s. w. Dazu die **Puzzolanerde**, der **Santorino**, der **Trafs**. **Basalttuff** aus fein geriebenem Basalt oder Dolerit. Schmutzig grau bis schwärzlich. Enthält Augit, Olivin, Hornblende, Glimmer u. s. w. **Leucittuff**, gelblich grau. Enthält viele meist verwitterte Leucitkörner, Augit, Glimmer, Sanidin. Feinerdig und weich. Sehr guter Baustein.

d. Lose Gesteine und Erden.

1. **Erratische Blöcke und Findlinge**, durch Gletscher fortgeführt und Fremdlinge an ihrer Fundstätte. Am häufigsten Granit, Gneis, Syenit, Diorit, Porphyr u. s. w.

2. **Gerölle und Geschiebe**, Trümmer von Gesteinen, durch Frost abgebröckelt und von stark fließendem Wasser aus dem Gebirge fortgeführt. Kalkgerölle zum Brennen, Kiesgerölle zum Wegebau.

3. **Sand**, feinzerteilte Bruchstücke quarziger Steine, oft mit Kalk, Mergel und Thon verunreinigt. Flufs- und Grubensand; letzterer gewöhnlich schärfer, aber häufig unreiner.

4. **Kieselguhr**, Infusorienerde aus fossilen Panzern mikroskopischer Tierchen bestehend. Weislich und grau. Zu Isoliermasse, Kitt, als Poliermittel, zur Herstellung von Wasserglas verwandt.

5. **Thon**, Gemenge von Kiesel und Thonerde mit etwas Kalk und Eisenoxyd, durch Verwitterung verschiedener Gesteinsmassen entstanden und im Wasser abgelagert. Grau, grün, blau, rot oder gelb. Saugt Wasser begierig an und wird dann knetbar. Darunter: **Kaolin**, der reinste Thon, zur Herstellung des Porzellans benutzt. Die **plastischen Thone**, dazu der Pfeifenthon, die feuerfesten Schiefer- und Töpferthone. Die **Ziegelerde**, dazu Thonmergel (reich an Kalk), Lehm und Löss, welcher sich heute noch fortwährend absetzt. Farbe der Thone nach dem Brennen hängt von ihrer Zusammensetzung ab: Eisenoxyd giebt rote, Magnesia gelbe, Eisenoxydul grünliche, Kalk annähernd weisse Farbe u. s. w.

6. **Dammerde**, durch Verwitterung von Gestein, unter Beimengung von Pflanzen- und Tierstoffen entstanden, führt stets Kochsalz mit. Erzeugt bei Berührung mit Mauer Mauerfraß, mit Holz häufig den Hausschwamm.

IV. MÖRTELMATERIALIEN UND BETON.

a. Kalk.

1. **Fetter Kalk** (Weisalkalk), durch Brennen von Kalksteinen (s. S. 668) gewonnen, welche wenig oder keine Silikate enthalten. Durch Zusatz von 2 bis 3 G.-T. Wasser (möglichst weich, nicht kohlen säure- oder salzhaltig) in Aetzkalk bzw. Kalkmilch in Gruben eingelöscht; er erhitzt sich hierbei, zerfällt zunächst in Staub und vergrößert seinen Raumgehalt („gedeiht“) auf das 2,5- bis 3,5-fache des ursprünglichen. Bei Frostwetter ist frisch gelöschter, noch warmer Kalk von Vorteil. Fetter Kalk ist nicht hydraulisch, d. h. der daraus bereitete Mörtel erhärtet an der Luft, nicht aber unter Wasser. Sparkalk ist eine Verfälschung von Mörtel mit Lehm, die nicht bindet, und deren Verwendung daher polizeilich verboten ist.

2. **Magerer Kalk** (Grau- oder Schwarzkalk) aus Kalksteinen mit 16 bis 18% Silikaten, wird vor dem Löschen mit Sand bedeckt und dann mittelst Wasserbrause langsam in Pulver verwandelt, das durch weiteren Zusatz von Wasser und wenig Sand zu Mörtel verarbeitet wird. Dieser ist als Luft- und als schwach hydraulischer Mörtel zu

verwenden. Mit steigendem Gehalt an Silikaten, etwa bis 30%, löscht sich der magere Kalk nicht mehr; er geht über in

3. **Hydraulischen Kalk** (zu welchem auch Magnesia- oder dolomitische Kalke gehören) mit 40 bis 60% Silikaten, der nach dem Brennen (nur bis zur Sinterglut, sonst erfolgt „Totbrennen“) zu Pulver vermahlen wird und in Mörtelform rasch unter Wasser erhärtet.

b. Cement.

1. **Roman-Cemente** werden aus thonreichen Kalkmergeln durch Brennen unterhalb der Sintergrenze gewonnen, sind durch Wasser nicht löschbar, sondern müssen mechanisch zu Mehl zerkleinert werden; sie stehen dem hydraulischen Kalk nahe, erhärten besonders rasch unter Wasser, vergrößern später aber ihren Raum („treiben“), was selbst bei reichlichem Sandzusatz nicht zu verhindern ist.

2. **Portland-Cemente**, durch Brennen (bis zur Sinterung, 1200 bis 1400° C) von Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen thon- und kalkhaltiger Stoffe und darauf folgender Vermahlung gewonnen; sollen auf 1 G.-T. hydraulischer Bestandteile mindestens 1,7 G.-T. Kalkerde enthalten. Zur Erzielung technisch wichtiger Eigenschaften ist ein Zusatz fremder Stoffe bis zu 2% des Gewichtes ohne Aenderung des Namens zulässig. (Weiteres s. unter e.)

3. **Puzzolan-Cemente** werden durch innigste Mischung pulverförmiger Kalkhydrate mit staubfein zerkleinerten hydraulischen Zuschlägen (s. 5.) gewonnen.

4. **Gemischte Cemente** werden durch innigste Mischung fertiger Cemente mit geeigneten Zuschlägen gewonnen. Derartige Bindemittel sind nach dem Grundstoff und der Angabe des Zuschlages ausdrücklich als gemischte Cemente zu benennen.

5. **Hydraulische Zuschläge** sind natürliche oder künstliche Stoffe, welche vermahlen, im allgemeinen nicht selbständig, sondern in Verbindung mit Aetzkalk hydraulisch erhärten, z. B. Puzzolanerde, Santorinerde, aus geeignetem vulkanischen Tuff (Trafstein) erzeugter Traf, Hochofenschlacken, gebrannte Thone, Ziegelmehl u. s. w.

c. Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.*) (Auszug.)

1. **Verpackung und Gewicht.** In der Regel soll Portland-Cement in Normalfässern von 180 kg brutto und etwa 170 kg netto und in halben Normalfässern von 90 kg brutto und etwa 83 kg netto verpackt werden. Das Brutto-Gewicht soll auf den Fässern verzeichnet sein. — Wird der Cement in Fässern von anderem Gewicht oder in Säcken verlangt, so muß das Brutto-Gewicht auf diesen Verpackungen ebenfalls durch deutliche Aufschrift kenntlich gemacht werden. — Streuverlust, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden. — Die Fässer und Säcke sollen außer der Gewichtsangabe auch die Firma oder die Fabrikmarke der betreffenden Fabrik mit deutlicher Schrift tragen.

2. **Bindezeit.** Je nach der Art der Verwendung kann Portland-Cement langsam oder rasch bindend verlangt werden. — Als langsam bindend sind solche

*) Zu beziehen durch Will. Ernst & Sohn, Berlin.

Cemente zu bezeichnen, welche erst in 2 Std. oder in längerer Zeit abbinden, eine mittlere Temperatur des Wassers und der Luft von 15 bis 18° C. vorausgesetzt. Während des Abbindens darf rasch bindender Cement sich erwärmen. Portland-Cement wird durch längeres Lagern langsamer bindend, gewinnt dagegen bei trockener, zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft.

3. Raumbeständigkeit. Portland-Cement soll nicht treiben, d. h. raumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem Cement, nach 24 Std. unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit (bis zu 28 Tagen) durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

4. Feinheit der Mahlung. Portland-Cement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe von 100 g auf einem Siebe von 900 Maschen f. d. qcm höchstens 10 g Rückstand hinterläßt. Die Drahtstärke des Siebes soll die Hälfte der Maschenweite betragen.

5. Festigkeitsproben. Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug- und Druckfestigkeit nach einheitlichem Verfahren geschehen, u. zw. mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Apparaten. Daneben empfiehlt es sich, auch die Festigkeit des reinen Cements zu bestimmen. — Die Zerreißproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche, die Druckproben an Würfeln von 50 qcm Fläche vorzunehmen.

Langsam bindender Portland-Cement soll bei der Probe mit 3 G.-T. Normalsand auf 1 G.-T. Cement nach 28 Tagen Erhärtung (1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser) eine Zugfestigkeit von mindestens $K_z = 16$ kg f. d. qcm haben. Die Druckfestigkeit soll mindestens $K = 160$ kg f. d. qcm betragen.

Bei schnell bindenden Portland-Cementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen eine geringere, als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Nennung von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit aufgeführt werden.

Cement, welcher eine höhere Zug- bzw. Druckfestigkeit zeigt, gestattet in vielen Fällen der Benutzung einen größeren Sandzusatz. — Normalsand erhält man aus möglichst reinem, gewaschenem und getrocknetem Quarzsand, den man zuerst durch ein Sieb von 60 Maschen f. d. qcm (Drahtstärke 0,38 mm), dann durch ein Sieb von 120 Maschen f. d. qcm (Drahtstärke 0,32 mm) hindurch gesiebt hat. — Zur Erzielung richtiger Durchschnittszahlen sind für jede Prüfung mindestens 10 Probekörper anzufertigen.

d. Mörtelarten.

Die Mischungsverhältnis-Zahlen sind in Raunteilen angegeben.

Sand, zu Mörtel benutzt, darf nicht zu fein, muß also mittelkörnig, scharfkantig und rein sein; am besten ist es, wenn alle Korngrößen zwischen Grob- und Feinstkorn so verteilt sind, daß die Summe der Zwischenräume möglichst gering ist. Dunkeler, eisenoxydhaltiger Sand ist zur Mörtelbereitung gut geeignet, während thoniger oder erdiger Sand zuvor mit reinem Wasser zu waschen ist.

Normalsand (zu Cementproben) s. unter e.

1. Luftmörtel für Hochbauten, wenn Mauern nicht unmittelbar mit Feuer oder Wasser in Berührung kommen, erhärtet durch Aufnahme von Kohlensäure und Verdunstung des Wassers, wobei sich kristallinischer kohlenaurer Kalk bildet. Ein zu rasches Verdunsten bzw. ein Aufsaugen des Wassers durch die Ziegel macht den Mörtel bröckelig, in sehr starken Mauern bleibt er lange Zeit weich. Beim Austrocknen schwindet das Ziegelmauerwerk um 0,5 bis 0,75% der Höhe. Für das Mischungsverhältnis zwischen Kalk und Sand ist die Fettigkeit des Kalkes maßgebend, u. zw. mischt man 1 Kalk mit 2 bis 4 Sand. Eine Mischung 1:2 giebt etwa 2,4, eine Mischung

1 : 3 etwa 3,2 Mörtel. Luftmörtel kann man durch hydraulische Zuschläge (s. d. unter b. 5) schwach hydraulisch machen.

2. **Hydraulischer Kalkmörtel**, als Luft- und Wassermörtel zu verwenden; im letzteren Falle soll er etwa 1 Tag an der Luft abbinden wegen der Gefahr des Ausspülens bei sofortiger Berührung mit Wasser. Für Feuerungen ungeeignet. Bei der Erhärtung bilden sich kohlenaurer Kalk und Silikate von Thonerde und anderen Basen. Hydraulischer Mörtel ist kurz vor dem Gebrauch zu bereiten, weil das Abbinden sofort eintritt. Mischungsverhältnis: 1 hydraulischer Kalk mit 1 bis 2 Sand je nach dem Zweck.

3. **Cementmörtel**, wesentlich hydraulisch. Cement wird mit trockenem Sande vermengt, dann wird Wasser zugesetzt. Mischungsverhältnis: 1 Cement mit 1 bis 4 Sand für reinen Cementmörtel; 1 Cement mit 5 bis 6 Sand und 1 Kalkbrei für verlängerten Cementmörtel (Cement-Kalkmörtel). Letzterer für Wölbungen sehr geeignet; er bindet rascher ab und ergibt grössere Festigkeit des Mauerwerks als magerer reiner Cementmörtel aus 1 Cement und 5 bis 6 Sand. Cementmörtel widersteht hohen Hitzegraden und schwindet erheblich weniger als Kalkmörtel. Eine Mischung von 1 Cement zu 1 Sand giebt etwa 1,2, eine Mischung 1 : 2 etwa 2,1, 1 : 3 etwa 2,8 reinen Cementmörtel.

4. **Trafmörtel** ist vorzugsweise hydraulisch, wird jedoch, wo Trafs billig, auch mit Vorteil als Luftmörtel benutzt. 2 Trafs mit 1 bis 4 Kalkbrei giebt vollen, 1 Trafs, 1 Kalk, 1 Sand bis 1 Trafs, 2 Kalk, 4 Sand giebt verlängerten Trafmörtel.

5. **Puzzolanmörtel**, für Bruchstein 15 Kalk zu 85 Puzzolane, für Ziegel 3 : 7, für Putzarbeiten 2 : 3.

6. **Chamottemörtel** für Feuerungsanlagen. Trockener, gepulverter Thon wird mit Chamottemehl vermischt und mit Wasser angerührt; der Mörtel wird besonders da benutzt, wo das Mauerwerk durch die Flammen getroffen wird. Ein eigentliches Abbinden findet nicht statt, sondern nur ein Erhärten beim Trocknen; dieses muß schon eingetreten sein, weil sonst das Mauerwerk, der Glut ausgesetzt, rissig wird. (Für Fabrikschornsteine ist verlängerter Cement- oder Trafmörtel zu benutzen.)

e. Beton.

Mischung von reinem oder verlängertem Cement- (oder Trafs-)mörtel mit Steinschlag (aus Bruchstein oder Ziegelklinkern) oder Grubenkies (feiner Kies mit grösseren Kieselsteinen bis ApfelgröÙe). Verwendung zu Bauten unter Wasser und zu Gründungen, zu Asphaltstraßenbauten, als Unterlage für Cement- und Asphalt-Estriche, zu Cement-Pisé (gestampftes Konkretmauerwerk), zu massiven Decken, zu Monierbauten u. s. w. Das vor dem Gebrauch zu waschende Steinmaterial muß mindestens so druckfest sein wie der Mörtel. GröÙe der Steine oder Steinschlagstücke nicht über 6 bis 8 cm, jedoch

müssen im Korn sowohl der Steine als auch des Sandes alle Größen vertreten sein, damit die Zwischenräume möglichst gering ausfallen.

Mischungsverhältnisse für Konkretmauerwerk und Betondecken zwischen Cement, Sand und Kies: 1:2:4 = 4,4 Beton; 1:3:6 = 6,6 Beton; 1:4:8 = 8,8 Beton; 1:0,6:0,7:0,8 Kalkbrei: 1 Steinschlag = 2 Beton; ferner 1 Cement: 2 Sand: 4 Steinschlag bis 1 Cement: 5 Sand: 10 Steinschlag.

Bei Wasserbauten erfordert 1 cbm Beton folgende Mischungen:

				unter Wasser:						
212 l	Trafs	+	212 l	Kalkbrei	+	212 l Sand	+	920 l	Steinschlag (Bruchstein),	
270 l	"	+	270 l	"	+	212 l "	+	920 l	" (Ziegelbrocken),	
49 l	Cement	+	98 l	"	+	489 l "	+	920 l	" oder Kies,	
				über Wasser:						
92 l	Cement	+	92 l	Kalkbrei	+	460 l	Sand	+	920 l	Steinschlag oder Kies,
183 l	Trafs	+	273 l	"	+	365 l	"	+	920 l	" (Bruchstein).

Schlackenbeton, ein magerer Beton aus Kohlschlacken und Fettkalk, zu Ausfüllungen bei Wellenblech-Zwischendecken (bis mindestens 5 cm über den Wellen), zu Zwickelausfüllungen (bis über Trägergleiche) bei Decken aus gewölbten, gestampften Betonkappen u. s. w. Kunstsandstein, ein Gemisch von Quarzkies, feinem Sand, Kalk und Portland-Cement, durch Wasserdruck oder durch Stampfen in geeignete Formen geprefst. Benutzt als Ersatz des natürlichen Sandsteins zum Verblenden von Gebäudefronten, zu massiven Treppenstufen, zu Fliesen, Bauornamenten u. s. w. Druckfestigkeit $K = 450$ f. d. qcm, Zugfestigkeit etwa $\frac{1}{10}$ davon.

V. NUTZHÖLZER.

a. Allgemeines.

1. **Alter der Reife**, beträgt im Mittel bei Eichen 100, bei Buchen und Eschen 75, bei Nadelhölzern 85 Jahre.

Dauer des Holzes, sehr verschieden je nach Qualität und Anwendung. Im allgemeinen hält bei abwechselnder Nässe und Trockenheit Eichenholz 50 Jahre, Kiefernholz höchstens 20 Jahre, in fortwährender Trockenheit Eichenholz wohl 300 bis 800 Jahre, Kiefernholz 120 bis 200 Jahre aus. Unter Wasser ist die Dauer des Kiefernholzes sehr bedeutend, die des Eichenholzes unbegrenzt.

Allgemein enthält grünes, junges Holz bis 37% Wasser und ist 33 bis 50% schwerer als trockenes Holz. Spec. Gew. s. S. 614.

2. Schwinden der Hölzer, nach Laves.*)

Das Schwinden ist abhängig von der Holzart selbst, von der Geschwindigkeit, mit der das Trocknen vor sich geht, vom Grade der Trockenheit und von der Lage der Fasern.

Die Versuche zur Ermittlung der in folgender Tafel enthaltenen Schwindmaße wurden mit sehr dünnen Holzstäbchen angestellt, deren Länge erst in grünem und vollkommen mit Wasser durchzogenem Zustande, dann nach längerem Trocknen (bei 14 bis 16 °) gemessen wurde. Aus dem Unterschiede ergibt sich das spezifische Schwindmaß des Holzes in ‰.

Holzart.	Größe des Schwindens für		
	Langholz.	Querholz in der Richtung	
		der Markstrahlen.	der Jahresringe.
	‰	‰	‰
Ahorn	0,072	3,35	6,59
Apfelbaum	0,109	3,00	7,39
Birke	0,222	3,86	9,30
„ (russische)	0,065	7,19	8,17
Birnbaum	0,228	3,94	12,70
Buche, Rot-	0,200	5,03	8,06
„ Weifs-	0,400	6,66	10,90
Buchsbaum	0,026	6,02	10,20
Ceder	0,017	1,30	3,38
Ebenholz	0,010	2,13	4,07
Eiche, jung	0,400	3,90	7,55
„ (300 Jahre altes Bauholz) .	0,130	3,13	7,78
„ (englische)	0,140	4,00	9,29
Erle	0,369	2,91	5,07
Esche, jung	0,821	4,05	6,56
„ (300 Jahre altes Bauholz) .	0,187	3,84	7,02
Fichte	0,076	2,41	6,18
Föhre	0,120	3,04	5,72
Kirschbaum	0,112	2,85	6,95
Königsholz	0,081	2,91	4,92
Lärche	0,075	2,17	6,32
Linde	0,208	7,79	11,50
Mahagoni	0,110	1,09	1,79
Nufsbaum	0,223	3,53	6,25
Pappel	0,125	2,59	6,40
Pflaumbaum	0,025	2,02	5,22
Pockholz (Guajak)	0,625	5,18	7,50
Rofskastanie	0,088	1,84	5,82
Tanne	0,122	2,91	6,72
„ (300 Jahre altes Bauholz) .	0,086	4,82	8,13
Ulme	0,124	2,94	6,22
Weide	0,697	2,48	7,31
„ Trauer-	0,330	2,55	6,91
Weymutskiefer	0,160	1,80	5,00

*) Vergl. Dürre, Gießereibetrieb, Bd. II.

3. **Austrocknen**, natürliches. Das Holz muß, gegen Regen und Sonnenschein geschützt, bei Verwendung zu Tischlerarbeiten 4 Jahre trocknen, Eichenholz wenigstens 1 Jahr länger. Gewichtsverlust etwa $\frac{1}{8}$. Künstliches Austrocknen geschieht in einem Ofen oder einer Kammer bei durchstreichendem, heißem Luftstrom, dessen Temperatur beträgt bei Eichenholz 40° C, bei Laubhölzern 30 bis 40° C, bei Nadelhölzern 80 bis 95° C für dünnere, 50° C für dickere Stücke. Wirkt der Luftstrom täglich 12 Stunden, so betrage

bei einer Dicke von	2,5	5	7,5	10	15	20 cm
die Trockenzeit	1	2	3	4	7	10 Wochen.

4. **Konservieren**, bezweckt die Abhaltung äußerer Einflüsse zur Erhöhung der Dauer des Holzes. Ein Oelfarbenanstrich schützt trockenes Holz gegen Nässe; er ist von Zeit zu Zeit zu erneuern. Auftragen von Teer, namentlich Holzteer, oder Pech in dünnen Lagen in heißem Zustande, ebenso ein Wasserglasanstrich haben sich gut bewährt. Ankohlen (von Pfählen) ist zu verwerfen.

Wo es auf besondere Dauerhaftigkeit ankommt, wird das vorher getrocknete Holz **imprägniert**.*) Man verwendet: Kupfervitriollösung, Zinkchloridlösung, Quecksilberchloridlösung oder Kreosotöl.

Vom Wurme angegriffenes Holz versieht man mit einem Anstrich von Terpentinöl oder Seifensiederlauge und Kochsalz (26 T. zu 3 T.) oder roher Karbolsäure oder mit einer Lauge aus Tabakstielen und Teer. Auch tödtet man die Insekten durch einen Wasserdampfstrahl, besonders aber durch Eintröpfeln von Quecksilberchloridlösung in die Wurmlöcher.

5. **Bau-Holzarten**. Mit Vorteil verwendet man zu Bauzwecken in Deutschland folgende Holzarten:

Eiche, deren Spielarten, Stiel- oder Sommereiche und Trauben- oder Winterliche, sich gleich gut zum Bauen eignen.

Rotbuche, nur bei Wasserbauten zu Grundpfählen mit Erfolg zu verwenden.

Weißbuche. Verwendung wie bei der Eiche.

Erle, sehr gut zu Grundpfählen zu verwenden, weniger zu Bauten im Trocknen.

Ulme (Rüster), sehr dauerhaft im Wasser, wird wenig vom Wurm angegriffen.

Esche, zähes und biegsames Holz, ähnlich dem Eichenholz.

Tanne, im Trocknen zu allen Arten Bauholz verwendbar; von geringer Dauer bei Wechsel von Trockenheit und Nässe.

Kiefer, sehr elastisch und hart, dient zu Bauten im Trocknen wie im Nassen; auch unter Wasser von beträchtlicher Dauer; harzreicher als Tanne und Fichte.

Fichte, im Trocknen oder stets unter Wasser mit gutem Erfolge verwendbar.

Lärche, sehr dauerhaftes Holz, ähnlich dem Kiefernholz.

*) Näheres s Heusinger v. Waldegg, Handbuch der spec. Eisenbahn-Technik Bd. I, Kap. V.; ferner Gottgetreu, Baumaterialien, Bd. I.

b. Unbearbeitetes Bauholz.

Verjüngung eines Baumstammes etwa 1,4 cm f. d. lfd. m. Die Bauholzstämmen werden wie folgt eingeteilt:

Aufsergewöhnlich starkes Holz, über 14 m lang, mit mehr als 34 cm Zopfstärke.

Gewöhnlich starkes Holz, 12 bis 14 m lang, 26 bis 34 cm Zopfstärke.

Mittelbau- oder Riegelholz, 9 bis 12,5 m lang, mit 21 bis 26 cm Zopfstärke.

Kleinbau- oder Sparrholz, 9 bis 11 m lang, 15 bis 21 cm Zopfstärke.

Bohlstämmen, Normallänge 8 m mit 13 cm Zopfstärke.

Lattstämmen, Normallänge 8 m mit 8 cm Zopfstärke.

Sägeblöcke (Abschnitte von Langholz), normal 8 m lang mit 36 bis 47 cm Zopfstärke.

1 cbm Klobenholz enthält etwa 0,7 cbm Holz bei 0,3 cbm Zwischenraum.

1 cbm Knüppelholz enth. etwa 0,60 bis 0,65 cbm Holz bei 0,40 bis 0,35 cbm Zwischenraum.

c. Bearbeitetes Bauholz.

Kommt im Handel*) in folgenden Abmessungen vor:

1. Verbandholz, eingeteilt in Ganz-, Halb- und Kreuzholz.

(Trägheits- und Widerstandsmomente der Querschnitte s. Abteil. I, S. 327 und 328.)

8. 8 cm stark, entspr. 3. 3 Zoll preufs.	15. 24 cm stark, entspr. 6. 9 Zoll preufs.
8. 10 " " " 3. 4 " " "	15. 26 " " " 6. 10 " " "
10. 10 " " " 4. 4 " " "	18. 18 " " " 7. 7 " " "
10. 12 " " " 4. 5 " " "	18. 21 " " " 7. 8 " " "
12. 12 " " " 5. 5 " " "	18. 24 " " " 7. 9 " " "
12. 15 " " " 5. 6 " " "	18. 26 " " " 7. 10 " " "
12. 18 " " " 5. 7 " " "	21. 21 " " " 8. 8 " " "
12. 21 " " " 5. 8 " " "	21. 24 " " " 8. 9 " " "
12. 24 " " " 5. 9 " " "	21. 26 " " " 8. 10 " " "
12. 26 " " " 5. 10 " " "	21. 28 " " " 8. 11 " " "
15. 15 " " " 6. 6 " " "	24. 24 " " " 9. 9 " " "
15. 18 " " " 6. 7 " " "	24. 26 " " " 9. 10 " " "
15. 21 " " " 6. 8 " " "	24. 28 " " " 9. 11 " " "

2. Schnittholz, eingeteilt in Bohlen, Bretter und Latten.

Bohlen: 5 cm stark, entsprechend 2 Zoll preufs.

6,5 " " " 2¹/₂ " " "

8 " " " 3 " " "

10,5 " " " 4 " " "

13 " " " 5 " " "

Bretter: 1,5 cm stark, entsprechend ¹/₂ Zoll preufs.

2 " " " ³/₄ " " "

3 " " " 1 " " "

3,5 " " " 1¹/₄ " " "

4 " " " 1¹/₂ " " "

Latten: Dachlatten 4. 6,5 cm stark, entsprechend 1¹/₂ . 2¹/₂ Zoll preufs.

Doppellatten 5. 8 " " " 2. 3 " " "

Spalierlatten 2. 4 " " " ³/₄ . 1¹/₂ " " "

*) Vergl. Kubiktabellen des Berliner Holz-Comptours.

Nachtrag zum neunten Abschnitt. (Eisenbahnwesen.)

1. Allgemeines. Am 1. Januar 1893 treten an Stelle der auf S. 27 unter I (1—6) genannten amtlichen Vorschriften für das Gebiet des Deutschen Reiches die folgenden Bestimmungen (die früheren Abkürzungsbezeichnungen sind beibehalten):

1. **N. f. K.** Normen für den Bau und die Ausrüstung der Haupteisenbahnen Deutschlands, vom 5. Juli 1892.
2. **S. O.** Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, vom 5. Juli 1892.
3. **Bp. R.** Betriebsordnung für die Haupteisenbahnen Deutschlands, vom 5. Juli 1892.
4. **B. O.** Bahnordnung für die Nebeneisenbahnen Deutschlands, vom 5. Juli 1892. Gleichzeitig hiermit tritt in Kraft das „Berner internationale Uebereinkommen über den Eisenbahnfrachtverkehr“, vom 14. Oktober 1890, abgeschlossen zwischen zehn europäischen Staaten.
5. **B. R.** Verkehrsordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, vom 15. November 1892.
6. Bestimmungen über die Befähigung von Eisenbahnbetriebsbeamten, vom 5. Juli 1892.

Zu den Reichs-Vorschriften gehören auch (vergl. II, S. 28):

- (3.) **T. E.** Bestimmungen, betreffend die technische Einheit im Eisenbahnwesen (Berner Vereinbarungen), vom 11. Febr. 1887.
- (4.) Vorschriften über die zollsiclere Einrichtung der Eisenbahnwagen im internationalen Verkehr, vom 12. März 1887.

Ferner sind (als Ergänzung zu III, 2 [S. 28] zu betrachten), in Preußen gültig:

- 2a. Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlussbahnen, vom 28. Juli 1892 (gültig vom 1. Oktober 1892 ab).
- 2b. Ausführungsanweisungen zu genanntem Gesetz, vom 22. August 1892 und vom 19. November 1892.

2. Besonderes. Die neuen Reichs-Vorschriften*) bedingen folgende Ergänzungen bezw. Berichtigungen:

1. **S. 28**, Z. 12 und 11 v. u. (Bemerkung) ist zu streichen.
2. **S. 36** in Abbild. 39 gilt die linke Seite, aufer für die freie Bahn, auch innerhalb der Stationen für die Ein- und Ausfahrtsgleise der Züge mit Personenbeförderung (N. f. K. § 1, Bp. R. § 2, B. O. § 6). Bei Stationsgleisen für Ein- und Ausfahrt von Militärzügen ist eine Abweichung über das Stufenmafs 0,760 m zulässig (Bp. R. § 2).
3. **S. 37**, Z. 2 v. o., zu setzen: „sind nach N. f. K. § 1 u. B. O. § 6“ statt: „wird empfohlen“.
4. **S. 37**, Z. 6 v. o., zu ergänzen: „(Bp. R. § 2, B. O. § 6.)“
5. **S. 37**, Z. 4 und 9 v. u. in den Klammern zu ergänzen: „N. f. K. § 1, B. O. § 6, Bp. R. § 2“.

*) Sämtlich zu beziehen durch Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

6. **S. 37**, Fußnote, zu setzen: „In Krümmungen sind die Maßse 67 bzw. 41 mm um den Betrag der Spurerweiterung zu vergrößern (N. f. K. § 1, Bp. R. § 2, B. O. § 6).“ statt: „s. N. f. K. § 1.“
7. **S. 39**, Z. 18 v. u. zu ergänzen: „Gefälle über $40 \frac{0}{10}$ bei Nebenbahnen sind von der Landes-Aufsichtsbehörde unter Zustimmung des R.-E.-A. zu genehmigen.“
8. **S. 39**, Z. 14 v. u. zu setzen: „ ≥ 500 “ statt „480“.
9. **S. 39**, Z. 1 bis 5 v. u., **S. 40**, Z. 1 u. 2 v. o. sind zu streichen; dafür ist zu setzen: „**Fahrgeschwindigkeiten** auf **Hauptbahnen** vergl. S. 174 unten, auf **Nebenbahnen** vergl. S. 175 unten“.
10. **S. 40**, Z. 6 v. o. zu ergänzen: „Vergl. auch S. 174 unten“.
11. **S. 69**, Z. 12 v. o. hinter „Bp. R. § 5“ zu ergänzen: „verlangt nur rechtzeitigen Schluß“.
12. **S. 69**, Z. 20 v. o. zu ergänzen: „B. O. § 21“.
13. **S. 69**, Z. 10 v. u. zu ergänzen: „Bp. R. § 2, B. O. § 6“.
14. **S. 72**, Z. 5 v. u. (Fußnote) zu setzen: „1892 ist“ statt: „1878 war“.
15. **S. 100**, Z. 20 v. o. zu ergänzen: „B. O. § 8“.
16. **S. 118**, zwischen Z. 27 u. 28 v. o. zu ergänzen: „Dieselbe Unterscheidung giebt Bp. R. § 74 für das Deutsche Reich“.
17. **S. 119**, Z. 14 v. u. zu setzen: „§ 7“ statt: „§ 12“.
18. **S. 123**, Z. 13 v. o. zu setzen: „1,10“ statt: „1,12“.
19. **S. 124**, Z. 10 v. o. zu setzen: „1,10 m über S. O. (N. f. K. § 18)“ statt: „1,12 m über S. O.“.
20. **S. 124**, Z. 12 v. o. vor „über“ einzuschalten: „nach N. f. K. § 18 nur 1,00 m“.
21. **S. 136**, Z. 20 v. u. zu setzen: „4,28“ statt: „4,15“.
22. **S. 136**, Z. 22 v. u. hinter „0,10“ einzuschalten: „(für Tender und Wagen 0,13).“
23. **S. 136**, Z. 24 v. u. zu ergänzen: „Die dort angegebenen Breitenmaße sind mit Rücksicht auf das Durchfahren einer Krümmung mit 180 m Halbmesser je nach Länge und Bauart der Fahrzeuge entsprechend einzuschränken (N. f. K. § 23). Vergl. auch S. 158 und 159.“
24. **S. 137**, Abbild. 121 ist durch ein aufgesetztes Trapez gemäß Bemerkung S. 157 zu ergänzen.
25. **S. 142**, Z. 5 v. o. zu ergänzen: „B. O. § 13“.
26. **S. 144**, Z. 17 v. u. zu ergänzen: „B. O. § 13“.
27. **S. 144**, Z. 9 v. u. zu ergänzen: „B. O. § 10“.
28. **S. 145**, Z. 21 v. u. zu ergänzen: „Bei unbeabsichtigter Entlastung dürfen die Sicherheitsventile nicht weggeschleudert werden.“
29. **S. 145**, Z. 7 v. u. zu ergänzen: „Dieselben Vorschriften geben Bp. R. § 9 u. B. O. § 11. Ferner nötig: Angabe der größten Fahrgeschwindigkeit (Bp. R. § 8 u. B. O. § 10). Vorrichtungen zur Verhütung des Schlingerns an Lokomotiven (mit besonderem Tender), deren sämtliche Achsen vor der Feuerbüchse liegen und die vor Zügen mit ≥ 45 km Geschw. i. d. Std. laufen (Bp. R. § 8)“.
30. **S. 152**. Die Fußnote ist zu streichen.

ANHANG.

A. Münztafel.

Gw. = Goldwahrung; Sw. = Silberwahrung; Dw. = Doppelwahrung.		Deutsche	
		<i>M.</i>	<i>ƒ</i>
Aegypten. (Gw.)	1 Piaster zu 10 Oschr el gersch (fruher zu 40 Para)	—	20,75
	1 Kurant-Piaster etwa	—	15
	1 Sequin (gypt. Pfund) = 7,437 g Gold	20	75
	1 Beutel zu 5 Pfund zu 100 Piaster . .	103	75
Argentinien. (Gw.)	1 Peso fuerte (Gold) zu 100 Centavos .	3	87,7
	1 Peso nacional	4	05
Belgien. (Dw.)	Wie Frankreich.		
Brasilien. (Gw.)	1 Milreis zu 1000 Reis (wirkl. Wert) .	2	02,5
	1 20-Milreisstuck = 16,432 g Gold . .	45	85
	1 Conto di Reis = 1000 Milreis. . . .	2292	76
Danemark. (Gw.)	1 Krone Silber (als Scheidemunze) zu 100 Oere		1 08
	1 20-Kronen Stuck = 8,0645 g Gold . .	22	50
Deutschland. (Gw.)	1 Mark (<i>M.</i>) zu 100 Pfennig (<i>ƒ</i>)	1	—
	1 Krone = 3,584 g Gold	10	—
	1 kg fein Gold = 2790 <i>M.</i>		
	1 kg fein Silber = 180 <i>M.</i> Gold.		
Frankreich. (Dw.)	1 kg Gold = 15,5 kg Silber. *)		
	1 Franc zu 100 Centimes	—	81
	1 Frc. als Scheidemunze (wirkl. Wert) .	—	75,15
	1 20-Francstuck = 5,806 g Gold	16	20
Griechenland. (Dw.)	1 kg fein Gold = 3444,44 Francs.		
	1 kg fein Silber = 222,22 Francs.		
	1 Altdrachme zu 100 Lepta	—	72,5
	1 Neudrachme zu 100 Lepta	—	81
Gros- britannien. (Gw.)	1 20-Drachmenstuck = 5,806 g Gold . .	16	20
	1 Pfund Sterling oder 1 Sovereign (<i>£</i>) zu 20 Shilling (s) zu 12 Pence (deniers, d) zu 4 Farthings = 7,3224 g Gold	20	42,95
	1 Guinee zu 21 s	21	45

*) Durch Einfuhrung der Goldwahrung (Gesetz vom 8. Juli 1873) ist das Silber zur Scheidemunze herabgesetzt und somit obiges Wertverhaltnis zwischen Gold und Silber 15,5 : 1 hinfallig geworden. Wenn die Borsennotiz in London fur 1 Unze Standard Silber (Feingehalt 0,925) 50 d ist, 1 Unze = 31,103 g und 1 *£* = 20,43 *M.*, so ist rd.:
 1 kg fein Silber = 148 *M.* oder
 Gold : Silber = 18,9 : 1.

Zur Ermittlung des Goldwertes der Silbermunzen wurden also auf grund des obigen Kurses die in der Tafel gemachten Angaben mit 15,5 : 18,9 zu multiplizieren sein. Hiernach ist z. B. der Wert von 1 *M.* Silber = 0,82 *M.* Gold.

Gw. = Goldwahrung; Sw. = Silberwahrung; Dw. = Doppelwahrung.		Deutsche	
		<i>M.</i>	<i>S.</i>
Gro- britannien.	1 Troypfund Standard- (Munz-)Gold ent- halt 11 Unzen fein Gold = 46 \mathcal{L} 14,5 s, also 1 Troypfund fein Gold = 50 \mathcal{L} 19 s.		
(Gw.)			
Japan.	1 Gold-Yen zu 100 Sen = 1,500 g Gold	4	18,5
	1 Silber-Yen zu 100 Sen zu 10 Rin	4	41
Italien.	1 Lire (= 1 Franc) zu 100 Centesimi	—	81
(Dw.)	1 20-Lirestuck = 5,806 g Gold	16	20
Mexico.	1 Peso (Dollar, Piaster) duro zu 8 Reales oder 100 Centavos = 24,429 g Silber	4	39,6
(Sw.)	1 Hidalgo (Gold) zu 10 Goldpesos	41	29,4
Niederlande.	1 Gulden zu 100 Cents	1	68,7
(Gw.)	1 Tientje zu 10 Gulden = 6,048 g Gold	16	87
Oesterreich- Ungarn.	1 Gulden (fl.) ostr. Wahr. zu 100 Neu- kreuzer (Silber und Papier)	2	—
(Sw.)	8 fl. (in Gold) = 20 Frcs. = 5,806 g Gold	16	20
[kunftig Gw.]	kunftig: 1 Krone zu 100 Heller = 1,05 Frcs.	—	85
	1 20-Kronenstuck = 6,09756 g Gold	17	01
Portugal.	1 Goldkrone (Coroa) zu 10 Milres = 10000 Res = 16,257 g Gold	45	36
(Gw.)	1 Moeda = 4800 Res. 1 Cruzado = 1200 Res. (1 Conto = 1000 Milres.)		
Rumanien.	1 Piaster (Lei) zu 100 Banni (Para)	—	81
(Gw.)	1 Carol'd'or zu 20 Lei = 5,806 g Gold	16	20
Rusland.	1 Rubel zu 100 Kopeken = 17,997 g Silber = 4 Frcs., nominell	3	24
(Sw.)	3 Rubel Goldmunze	9	67,2
	$\frac{1}{2}$ Imperial Gold zu 5 Rubel = 5,806 g Gold	16	20
	Finland (Gw.): 1 Mark zu 100 Penni	—	81
Schweden u.	1 20-Kronenstuck = 8,0645 g Gold	22	50
Norwegen. (Gw.)	1 Krone zu 100 Oere	1	12,5
Schweiz. (Dw.)	1 Franc zu 100 Rappen	—	81
Serbien. (Dw.)	1 Dinar zu 100 Para	—	81
Spanien. (Dw.)	1 Peseta zu 100 Centesimos	—	81
Sudamerika.*)	1 Peso corriente (nacional) (Dollar) zu 100 Centavos (Cents)	4	05
(Sw.)	1 Piaster zu 40 Para zu 3 Kurant-Asper	—	18,64
Turkei.	1 Medjidi Goldmunze zu 100 Piaster	18	64
(Gw.)	1 Medjidi Silbermunze zu 19 Piaster	3	54
	1 Beutel = 5 Goldmedjidi	93	20
Uruguay.	1 Goldpeso zu 100 Centimos	4	34,78
Ver. Staaten von Nord- amerika. (Dw.)	1 Dollar zu 100 Cents (c.) = 24,057 g Silber	4	19,8
	1 Eagle zu 10 Dollar = 15,047 g Gold	41	98

*) Die Angaben gelten fur Bolivien, Chile (Dw.), Columbia, Costarica, Domini-
kanische Republik, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Paraguay (Papier-
wahrung), Peru, S. Salvador und Venezuela (Dw.).

B. Vergleich der Mafse und Gewichte verschiedener Länder mit dem metrischen Mafs und Gewicht.

Preussen, Dänemark. 1' = 12''	Bayern. 1' = 12''	Sachsen. 1' = 12''	Württemberg. 1' = 12''	Baden, Schweiz. 1' = 10''	Oesterreich. 1' = 12''	England, Rußland. 1' = 12''	Schweden. 1' = 10''	Frankreich. 1 Par. Fufs = 12''
-------------------------------------	----------------------	-----------------------	---------------------------	---------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	------------------------	-----------------------------------

1. Fufse.

1 Meter = n Fufs.

n | 3,1862 | 3,4263 | 3,5312 | 3,4905 | 3,3333 | 3,1637 | 3,2809 | 3,3681 | 3,0784

1 Fufs = $1/n$ Meter.

$1/n$ | 0,3139 | 0,2919 | 0,2832 | 0,2865 | 0,3000 | 0,3161 | 0,3048 | 0,2969 | 0,3248

2. Quadrat-Fufse.

1 Quadratmeter = n Quadrat-Fufs.

n | 10,152 | 11,740 | 12,469 | 12,184 | 11,111 | 10,008 | 10,764 | 11,344 | 9,4768

1 Quadrat-Fufs = $1/n$ Quadrat-Meter.

$1/n$ | 0,0985 | 0,0852 | 0,0802 | 0,0821 | 0,0900 | 0,0999 | 0,0929 | 0,0882 | 0,1055

3. Kubik-Fufse.

1 Kubik-Meter = n Kubik-Fufs.

n | 32,346 | 40,224 | 44,032 | 42,528 | 37,037 | 31,660 | 35,316 | 38,208 | 29,174

1 Kubik-Fufs = $1/n$ Kubik-Meter.

$1/n$ | 0,0309 | 0,0249 | 0,0227 | 0,0235 | 0,0270 | 0,0316 | 0,0283 | 0,0262 | 0,0343

Preussen. 1 R. = 12'	Bayern. 1 R. = 10'	Sachsen. 1 R. = 15 $\frac{1}{2}$ '	Württemberg. 1 R. = 10'	Baden, Schweiz. 1 R. = 10'	Oesterreich. 1 Klafter = 6'	England. 1 R. (poite) = 16,5'	Rußland. 1 Faden (Saschehn) = 7'	Frankreich. 1 (alte) Toise = 6'
-------------------------	-----------------------	---------------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--	------------------------------------

4. Ruten.

10 Meter = n Ruten (Klafter, Faden, Toisen).

n | 2,6552 | 3,4263 | 2,3283 | 3,4905 | 3,3333 | 5,2726 | 1,9884 | 4,6870 | 5,1307

1 Rute (Klafter, Faden, Toise) = Meter.

$10/n$ | 3,7662 | 2,9186 | 4,2950 | 2,8649 | 3,0000 | 1,8965 | 5,0291 | 2,1336 | 1,9490

5. Quadrat-Ruten.

1 Ar (100 Quadrat-Meter) = n Quadrat-Ruten u. s. w.

n | 7,0499 | 11,740 | 5,4208 | 12,184 | 11,111 | 27,800 | 3,9538 | 21,968 | 26,324

1 Quadrat-Rute u. s. w. = $100 : n$ Quadrat-Meter.

$100/n$ | 14,185 | 8,5181 | 18,447 | 8,2077 | 9,0000 | 3,5971 | 25,292 | 4,5521 | 3,7987

6. Kubik-Ruten.

1000 Kubik-Meter = n Kubik-Ruten u. s. w.

n | 18,719 | 40,223 | 12,621 | 42,527 | 37,037 | 146,58 | 7,8618 | 102,96 | 135,06

1 Kubik-Rute u. s. w. = $1000/n$ Kubik-Meter.

$1000/n$ | 53,423 | 24,861 | 79,233 | 23,515 | 27,000 | 6,8224 | 127,20 | 9,7123 | 7,4039

44*

7. Meilen.

Geograph. Meile 15 = 1 Aeqn.-Gr.	Preußen. 1 Me. = 24000'	Baden. 1 Me. = 29629,6'	Oesterreich. 1 Me. = 24000'	Schweiz. 1 Wegstunde = 18000'	Franz. Seemeile = 1/9 Myriameter.	Engl. Seemeile = 6080' (Vergl. S. 692.)	Engl. Landmeile (statute mile) = 5280'	Rußland. 1 Werst = 500 Sa- scheln.
-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	---	--	--

1 Kilometer = n Meilen (Seemeilen, Wegstunden, Werst).

n	0,1348	0,1328	0,1125	0,1318	0,0935	0,1800	1,8532	0,6214	0,9374
1 Meile u. s. w. = 1/n Kilometer.									
1/n	7,4204	7,5325	8,8890	7,5859	10,688	5,5556	0,5396	1,6093	1,0668

8. Feldmaße.

Preußen. 1 Morgen = 180 Qu.-Ruten.	Bayern. 1 Tagewerk = 400 Qu.-Ruten.	Sachsen. 1 Acker = 300 Qu.-Ruten.	Württemberg. 1 Morgen = 400 Qu.-Ruten.	Baden. 1 Morgen = 400 Qu.-Ruten.	Oesterreich. 1 Wiener Joch = 300 Qu.-Ruten.	England. 1 Acre = 160 Qu.-Ruten.	Rußland. Dessätine = 2400 Qu.-Saschehn.
--	---	---	--	--	---	--	---

1 Hektar = n Morgen (Tagewerk u. s. w.)

n	3,9166	2,9349	1,8069	3,1729	2,7778	1,7377	2,4711	0,9153	
1 Morgen (Tagewerk u. s. w.) = 1/n Hektar.									
1/n	0,2553	0,3407	0,5534	0,3152	0,3600	0,5755	0,4047	1,0925	

9. Flüssigkeitsmaße.

Preußen. 1 Quart = 180 64 K.-Zoll.	Bayern. 1 Maßkanne = 0,043 K.-F.	Sachsen. 1 Dresdener Kanne = 71,186 K.-Z.	Württemberg. 1 Heileichmaß = 78,125 K.-Z.	Baden. 1 Maß = 0,05556 K.-F.	Oesterreich. 1 Maß = 0,0448 K.-F.	Rußland. 1 Stooß = 75,057 K.-Z.	England.*) 1 Imp. Gallon = 277,2738 K.-Z.	Amerika. 1 altengl. Gallon = 231 K.-Z.
--	--	---	---	------------------------------------	---	---------------------------------------	---	--

1 Liter = n Quart (Kannen u. s. w.)

n	0,8733	0,9354	1,0688	0,5444	0,6667	0,7068	0,8131	0,2201	0,2642
1 Quart (Kanne u. s. w.) = 1/n Liter.									
1/n	1,1450	1,0690	0,9356	1,8371	1,5000	1,4147	1,2299	4,5435	3,7852

10. Getreidemasse.

Preußen. 1 Scheffel = 3072 K.-Zoll.	Bayern. 1 Scheffel = 208 Maßkannen.	Sachsen. 1 Dresd. Scheffel = 7900 K.-Z.	Württemberg. 1 Scheffel = 7537 K.-Z.	Baden. 1 Malter = 100 Mafs.	Oesterreich. 1 Wiener Metze = 1,9471 K.-F.	England.*) 1 Bushel = 8 Gallonen.	Rußland. 1 Tschetwerk = 1601,2 K.-Z.	Schweden. 1 Spann = 28 Kannen.
---	---	---	--	-----------------------------------	--	---	--	--------------------------------------

1 Hektoliter = n Scheffel (Metzen, Mafs).

n	1,8194	0,4497	0,9631	0,5642	0,6667	1,6264	2,7512	3,8113	1,3646
1 Scheffel (Metzen, Mafs) = 1/n Hektoliter.									
1/n	0,5496	2,2236	1,0383	1,7723	1,5000	0,6149	0,3635	0,2624	0,7328

*) Imp. Gallon von 1824. Mit der Jahreszahl 1890 wird 1 Imp. Gallon zu 277,463 Kub.-Zoll = 4,5465 l angegeben; 1 l = 0,2197 Imp. Gallons. Hieraus ergibt sich 1 hl = 2,7466 Bushel; 1 Bushel = 0,3637 hl.

11. Tafel zur Verwandlg. d. preussischen Mafses in Metermafs.

Fufs Quadr.-F. Kubik-F.	m	qm	cbm	Zoll Quadr.-Z. Kubik-Z.	cm	qcm	ccm
1	0,31385	0,09850	0,03092	1	2,6154	6,8406	17,891
2	0,6277	0,19701	0,06183	2	5,2309	13,681	35,782
3	0,9415	0,29551	0,09275	3	7,8463	20,522	53,673
4	1,2554	0,39402	0,12366	4	10,462	27,362	71,564
5	1,5693	0,49252	0,15458	5	13,077	34,203	89,456
6	1,8831	0,59102	0,18549	6	15,693	41,043	107,35
7	2,1970	0,68953	0,21641	7	18,308	47,884	125,24
8	2,5108	0,78803	0,24733	8	20,924	54,724	143,13
9	2,8247	0,88654	0,27824	9	23,539	61,565	161,02

12. Tafel zur Verwandlg. d. Metermafses in preussisches Mafs.

m, qm, cbm	Fufs	Zoll	Quadr.-Fufs	Quadr.-Zoll	Kubik-Fufs	Kubik-Zoll
1	3,1862	38,234	10,152	1461,9	32,346	55894
2	6,3724	76,469	20,304	2923,7	64,692	111787
3	9,5586	114,703	30,456	4385,6	97,038	167681
4	12,7448	152,938	40,607	5847,5	129,384	223575
5	15,9310	191,172	50,759	7309,3	161,729	279468
6	19,1172	229,406	60,911	8771,2	194,075	335362
7	22,3034	267,640	71,063	10233,1	226,421	391256
8	25,4896	305,875	81,215	11695,0	258,767	447150
9	28,6758	344,109	91,367	13156,8	291,113	503043

13. Tafel zur Verwandlg. d. englischen Mafses in Metermafs.

Fufs Quadr.-F. Kubik-F.	m	qm	cbm	Zoll Quadr.-Z. Kubik-Z.	cm	qcm	ccm
1	0,304794	0,092900	0,028315	1	2,5400	6,4514	16,386
2	0,609589	0,185799	0,056631	2	5,0799	12,9028	32,772
3	0,914383	0,278699	0,084946	3	7,6199	19,3542	49,159
4	1,219178	0,371599	0,113261	4	10,1598	25,8055	65,545
5	1,523972	0,464498	0,141577	5	12,6998	32,2569	81,931
6	1,828767	0,557398	0,169892	6	15,2397	38,7083	98,317
7	2,133561	0,650298	0,198207	7	17,7797	45,1597	114,703
8	2,438356	0,743197	0,226522	8	20,3196	51,6111	131,089
9	2,743150	0,836097	0,254838	9	22,8596	58,0625	147,476

14. Tafel zur Verwandlung d. Metermafses in englisches Mafs.

m, qm, cbm	Fufs	Zoll	Quadr.-F.	Quadr.-Z.	Kubik-F.	Kubik-Z.
1	3,2809	39,3708	10,7643	1550,06	35,3166	61027,1
2	6,5618	78,7416	21,5286	3100,12	70,6332	122054,1
3	9,8427	118,1124	32,2929	4650,18	105,9498	183081,2
4	13,1236	157,4832	43,0572	6200,24	141,2664	244108,2
5	16,4045	196,8540	53,8215	7750,30	176,5830	305135,3
6	19,6854	236,2247	64,5858	9300,35	211,8996	366162,3
7	22,9663	275,5955	75,3501	10850,41	247,2162	427189,4
8	26,2472	314,9663	86,1144	12400,47	282,5328	488216,4
9	29,5281	354,3371	96,8787	13950,53	317,8494	549243,5

15. Tafel zur Verwandlung von preussischen Zollen in Millimeter.
Ganze, halbe, Viertel-, Achtel- und Sechzehntel-Zoll = Millimeter.

1 Zoll preuss. = 26,1545 mm.

Zoll	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
0	0	1,63	3,27	4,90	6,54	8,17	9,81	11,44	13,08	14,71	16,35	17,98	19,62	21,25	22,89	24,52										
1	26,15	27,79	29,42	31,06	32,69	34,33	35,96	37,60	39,23	40,87	42,50	44,14	45,77	47,40	49,04	50,67										
2	52,31	53,94	55,58	57,21	58,85	60,48	62,12	63,75	65,39	67,02	68,66	70,29	71,93	73,56	75,19	76,83										
3	78,46	80,10	81,73	83,37	85,00	86,64	88,27	89,91	91,54	93,18	94,81	96,45	98,08	99,71	101,35	102,98										
4	104,62	106,25	107,89	109,52	111,16	112,79	114,43	116,06	117,70	119,33	120,96	122,60	124,23	125,87	127,50	129,14										
5	130,77	132,41	134,04	135,68	137,31	138,95	140,58	142,21	143,85	145,48	147,12	148,75	150,39	152,02	153,66	155,29										
6	156,93	158,56	160,20	161,83	163,47	165,10	166,73	168,37	170,00	171,64	173,27	174,90	176,54	178,17	179,81	181,44										
7	183,08	184,72	186,35	187,99	189,62	191,25	192,89	194,52	196,15	197,79	199,42	201,05	202,69	204,32	205,95	207,59										
8	209,24	210,87	212,50	214,14	215,77	217,41	219,04	220,67	222,30	223,94	225,57	227,20	228,84	230,47	232,10	233,74										
9	235,39	237,02	238,65	240,29	241,92	243,55	245,18	246,81	248,45	250,08	251,71	253,34	254,98	256,61	258,24	259,88										
10	261,54	263,18	264,81	266,45	268,08	269,72	271,35	272,99	274,62	276,25	277,89	279,52	281,15	282,78	284,42	286,05										
11	287,70	289,33	290,97	292,60	294,24	295,87	297,50	299,14	300,77	302,40	304,04	305,67	307,30	308,94	310,57	312,20										
12	313,85	315,49	317,12	318,76	320,39	322,03	323,66	325,29	326,93	328,56	330,19	331,82	333,45	335,09	336,72	338,35										
13	340,01	341,64	343,28	344,91	346,55	348,18	349,81	351,45	353,08	354,72	356,35	357,98	359,62	361,25	362,88	364,52										
14	366,16	367,80	369,43	371,07	372,70	374,34	375,97	377,60	379,24	380,87	382,51	384,14	385,78	387,41	389,05	390,68										
15	392,32	393,95	395,59	397,22	398,86	400,49	402,12	403,76	405,39	407,03	408,66	410,30	411,93	413,57	415,20	416,84										
16	418,47	420,11	421,74	423,38	425,01	426,64	428,28	429,91	431,55	433,18	434,82	436,45	438,09	439,72	441,36	442,99										
17	444,63	446,26	447,90	449,53	451,16	452,80	454,43	456,07	457,70	459,34	460,97	462,61	464,24	465,88	467,51	469,15										
18	470,78	472,42	474,05	475,68	477,32	478,95	480,59	482,22	483,86	485,49	487,13	488,76	490,40	492,03	493,67	495,30										
19	496,93	498,57	500,20	501,84	503,47	505,11	506,74	508,38	510,01	511,65	513,28	514,92	516,55	518,19	519,82	521,45										
20	523,09	524,72	526,36	527,99	529,63	531,26	532,90	534,53	536,17	537,80	539,44	541,07	542,71	544,34	545,98	547,61										
21	549,24	550,88	552,51	554,15	555,78	557,42	559,05	560,69	562,32	563,96	565,59	567,22	568,86	570,49	572,13	573,76										
22	575,40	577,03	578,67	580,30	581,94	583,57	585,21	586,84	588,48	590,11	591,75	593,38	595,02	596,65	598,29	599,92										
23	601,55	603,19	604,82	606,46	608,09	609,73	611,36	613,00	614,63	616,26	617,90	619,53	621,17	622,80	624,44	626,07										
24	607,71	609,34	610,98	612,61	614,25	615,88	617,52	619,15	620,79	622,42	624,05	625,69	627,32	628,95	630,59	632,22										

Zoll	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	634,99	636,58	638,16	639,75	641,34	642,93	644,51	646,10	647,69	649,28	650,86	652,45	654,04	655,63	657,21	658,80									
26	660,99	662,58	664,17	665,75	667,34	668,93	670,52	672,11	673,70	675,29	676,88	678,47	680,06	681,65	683,24	684,83									
27	687,99	689,58	691,17	692,76	694,35	695,94	697,53	699,12	700,71	702,30	703,89	705,48	707,07	708,66	710,25	711,84									
28	714,99	716,58	718,17	719,76	721,35	722,94	724,53	726,12	727,71	729,30	730,89	732,48	734,07	735,66	737,25	738,84									
29	736,99	738,58	740,17	741,76	743,35	744,94	746,53	748,12	749,71	751,30	752,89	754,48	756,07	757,66	759,25	760,84									
30	761,99	763,58	765,17	766,76	768,35	769,94	771,53	773,12	774,71	776,30	777,89	779,48	781,07	782,66	784,25	785,84									
31	787,99	789,58	791,17	792,76	794,35	795,94	797,53	799,12	800,71	802,30	803,89	805,48	807,07	808,66	810,25	811,84									
32	814,99	816,58	818,17	819,76	821,35	822,94	824,53	826,12	827,71	829,30	830,89	832,48	834,07	835,66	837,25	838,84									
33	838,99	840,58	842,17	843,76	845,35	846,94	848,53	850,12	851,71	853,30	854,89	856,48	858,07	859,66	861,25	862,84									
34	863,99	865,58	867,17	868,76	870,35	871,94	873,53	875,12	876,71	878,30	879,89	881,48	883,07	884,66	886,25	887,84									
35	888,99	890,58	892,17	893,76	895,35	896,94	898,53	900,12	901,71	903,30	904,89	906,48	908,07	909,66	911,25	912,84									
36	914,99	916,58	918,17	919,76	921,35	922,94	924,53	926,12	927,71	929,30	930,89	932,48	934,07	935,66	937,25	938,84									
37	939,99	941,58	943,17	944,76	946,35	947,94	949,53	951,12	952,71	954,30	955,89	957,48	959,07	960,66	962,25	963,84									
38	965,99	967,58	969,17	970,76	972,35	973,94	975,53	977,12	978,71	980,30	981,89	983,48	985,07	986,66	988,25	989,84									
39	991,99	993,58	995,17	996,76	998,35	999,94	1001,53	1003,12	1004,71	1006,30	1007,89	1009,48	1011,07	1012,66	1014,25	1015,84									
40	1016,99	1018,58	1020,17	1021,76	1023,35	1024,94	1026,53	1028,12	1029,71	1031,30	1032,89	1034,48	1036,07	1037,66	1039,25	1040,84									
41	1047,99	1049,58	1051,17	1052,76	1054,35	1055,94	1057,53	1059,12	1060,71	1062,30	1063,89	1065,48	1067,07	1068,66	1070,25	1071,84									
42	1068,99	1070,58	1072,17	1073,76	1075,35	1076,94	1078,53	1080,12	1081,71	1083,30	1084,89	1086,48	1088,07	1089,66	1091,25	1092,84									
43	1093,99	1095,58	1097,17	1098,76	1100,35	1101,94	1103,53	1105,12	1106,71	1108,30	1109,89	1111,48	1113,07	1114,66	1116,25	1117,84									
44	1117,99	1119,58	1121,17	1122,76	1124,35	1125,94	1127,53	1129,12	1130,71	1132,30	1133,89	1135,48	1137,07	1138,66	1140,25	1141,84									
45	1143,99	1145,58	1147,17	1148,76	1150,35	1151,94	1153,53	1155,12	1156																

C. Mafse und Gewichte

Meter-Konvention vom 20. Mai 1875. Dieser gehören an: Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Belgien, Dänemark, Spanien, Frankreich, Italien, Portugal, Rußland, Schweden-Norwegen, Schweiz, Türkei, Argentin. Republik, Vereinigte Staaten von Nordamerika, Peru, Venezuela, Serbien (1879), Rumänien (1882), Großbritannien (1884), Japan (1886), Mexiko (1890).

	Längenmafse.	$\frac{1}{n}$	Flächenmafse.	$\frac{1}{n}$
Aegypten.	metrisch. 1 Pik Bel. = 0,5826 m 1 Pik End. = 0,6384 m 1 Pik Stamb. = 0,677 m 1 Pik Meim. = 0,750 m 1 Pik Nilh = 0,5245 m	1,7164 1,5664 1,477 1,333 1,9066	metrisch. 1 Feddan = 42,008 33 a	0,023 804
Argentinische Republik.	metrisch. 1 Braza zu 2 Vara zu 4 Palmas = 1,732 m 1 Legua zu 3000 Braza = 5,196 km	0,5774 0,1925	metrisch. 1 Qu.-Legua = 26,998 42 qkm	0,037 04
Brasilien.	metrisch. 1 Covado zu 2 Ré zu 1,5 Palmas = 0,660 m 1 Braza zu 2 Vara = 2,2 m 1 Legua = 6,183 km	1,5152 0,4645 0,1617	metrisch.	
Deutschland. (Deutsche Mafs- und Gewichtungs-Ordnung vom 17. August 1868 und 11. Juli 1884.)	1 Meter (m) (= 1,000 003 01 Mètre des Archives = 443,297 27 Par. Linien) zu 100 Centimeter (cm) zu 10 Millimeter (mm) 1 Kilometer (km) = 1000 m 1 geogr. (deutsche) Meile (15 = 1° des Aequators) = 7,420 438 54 km 1 (deutsche und französ.) Seemeile (Knoten) (60 = 1° d. Merid.) = 1,852 km 1 Faden = 1,829 m 1 Kabel = 0,22 km	0,1348 0,5400 0,5467 4,545	1 Quadratmeter (qm) zu 10000 Quadratcentimeter (qcm) zu 100 Quadratmillimeter (qmm). 1 Hektar (ha) zu 100 Ar (a) zu 100 qm. 1 Quadratkomter. (qkm) = 100 ha. 1 Quadratmeile = 55,062 91 qkm	0,018 16

Anm. In der Tafel sind alle Mafs- und Gewichtseinheiten durch eine Vergleichszahl n auf das metrische Mafs bezogen. In den Spalten $\frac{1}{n}$ sind die reciproken Werte der Vergleichszahl angegeben. Es bedeutet also n die Anzahl metrischer Einheiten, welche der betreff. Mafseinheit entspricht, und $\frac{1}{n}$ die Anzahl der betreff. Mafseinheiten, welche der metrischen Einheit entspricht. Z. B. Großbritannien: 1 Fathom = n Meter = 1,828 767 m; 1 m = $\frac{1}{n}$ Fathoms = 0,5468 Fathoms.

verschiedener Länder.

Die Meter-Konvention bezweckt:

1. Herstellung und Vergleich der für die einzelnen Staaten bestimmten neuen Urmafs des Meters und Kilogramms;
2. Auswahl und Aufbewahrung neuer, das Meter und das Kilogramm der Archive ersetzender internationaler Urmafs;
3. Periodische Vergleichung der nationalen mit den internationalen Urmafsen, u. s. w.

	Raummafse.	$\frac{1}{n}$	Gewichte.	$\frac{1}{n}$
Aegypten.	metrisch. 1 Ardeb zu 6 Quebèhs zu 4 Koubèhs zu 12 Keles = 1,9775 hl	0,5057	metrisch. 1 Cantar forforo zu 36 Oka oder zu 100 Rotoli zu 144 Drachmen = 44,4931 kg	2,247 54 100
Argentinische Republik.	metrisch. 1 Fanega zu 4 Cuartillas zu 3 Almudes = 1,372 hl 1 Barril zu 4 Cannecas zu 8 Frascos = 0,76 hl 1 Pipa zu 4 Cargas zu 16 Cortagnes = 4,56 hl	0,7289 1,3158 0,2193	metrisch. 1 Libra zu 2 Marcos zu 8 Onzas zu 16 Adarines zu 36 Granos = 0,459 37 kg 1 Quintal zu 4 Arrobas zu 25 Libras = 45,9367 kg	2,176 91 2,176 91 100
Brasilien.	metrisch. 1 Mojo zu 15 Fangas zu 4 Alqueiras. 1 Alqueira zu 4 Maquias in Rio de Janeiro = 0,3628 hl in Bahia = 0,3114 hl 1 Pipa = 4,007 hl	2,7563 3,2113 0,2496	metrisch. 1 Quintal zu 4 Arroba zu 32 Arratels = 58,752 kg 1 Tonnelada = 13,5 Quintal = 793,152 kg	1,702 05 100 0,126 08 100
Deutschland.	1 Kubikmeter (cbm) zu 1000 Liter (l) zu 1000 Kubikcentimeter (ccm) zu 1000 Kubikmillimeter (cmm) 1 Hektoliter (hl) = 100 l 1 Scheffel = 0,5 hl (nicht mehr amtlich.) 1 Oxhoft = 2,20 hl 1 Stückfafs = 12,00 hl 1 Tonne (Schiffmafs) = 2,12 cbm	0,01 0,4545 0,0833 0,4717	1 Kilogramm (kg) (= = 0,999 999 842 Kilogramme prototype) zu 1000 Gramm (g) zu 1000 Milligramm (mg). 1 Tonne (t) (früher zu 20 Centner) = 1000 kg 1 Schiffslast zu 2 Tonnen = 2000 kg	0,001 0,0005

* Hiernach gilt noch Folgendes:

1. Den Buchstaben werden Schlußpunkte nicht beigelegt.
2. Die Buchstaben werden an das Ende der vollständigen Zahlenausdrücke — nicht über das Dezimalkomma — gesetzt, also 5,37 m, nicht 5 m 37 und nicht 5 m 37 cm.
3. Zur Trennung der Einerstellen von den Dezimalstellen dient das Komma, — nicht der Punkt. — Sonst ist das Komma bei Mafs- und Gewichtszahlen nicht anzuwenden, besonders nicht zur Abtheilung mehrstelliger Zahlenausdrücke. Diese Abtheilung ist durch Anordnung der Zahlen in 3 Gruppen zu je 3 Ziffern vom Komma aus gerechnet, mit angemessenem Zwischenraum zwischen den Gruppen zu bewirken.

	Längenmaße.	$\frac{1}{n}$	Flächenmaße.	$\frac{1}{n}$
Frankreich.	metrisch, früher: 1 Pariser Fufs = 0,324 833 m (1 m = 443,295 936 Par. Lin.)	3,0784	metrisch.	
Griechenland.	metrisch. 1 griechische Meile = 10 km	0,1	metrisch. 1 Stremma = 10 a	0,1
Großbritannien. (Das metrische Maß ist zugelassen.)	1 Fufs = 0,304 794 49 m 1 Yard = 0,914 383 5 m 1 Fathom z. 2 Yards z. 3 Fufs zu 12 Zoll = 1,828 767 m 1 Inch (Zoll) (Zoll 8- oder 12-teilig) = 2,539 95 cm 1 Chain zu 100 Links zu 7,92 Inches = 20,12 m (1 statute mile = 1760 Yards) 1 statute mile zu 8 Furlongs zu 40 Ruten zu 2,75 Fathoms zu 2 Yards = 1,609 314 9 km 1 nautical mile (knot) zu 6080 Fufs = 1,853 15 km*)	3,2809 1,0936 0,5468 0,3937 0,0497 0,6214 0,5396	1 Qu.-Yard = 0,836 qm 1 Acre = 160 Qu.-Ruten = 4840 Qu.-Yard = 40,4671 a 1 Yard of Land = 30 Acres. 1 Hide of Land = 100 Acres = 40,467 ha 1 Mile of Land = 640 Acres = 2,59 qkm	1,196 17 0,024 71 0,024 71 0,386 10
Japan.	metrisch und englisch. 1 Shaku Kane zu 10 Sun zu 10 Bu = 0,303 m 1 Ri zu 36 Tschô zu 60 Ken zu 6 Shaku = 3,927 km	3,3003 0,2546	metrisch und englisch. 1 Qu.-Tschô = 0,991 74 ha	1,008 33
Oesterreich-Ungarn.	metrisch. 1 m = 0,999 997 64 Mètre des Archives = 443,294 889 8 Par. Linien. Früher: 1 Wr. Fufs = 0,316 081 m 1 Wr. Elle = 0,777 558 m 1 Wr. Klafter = 1,896 484 m 1 Postmeile = 7,585 936 km 1 Seemeile = 1,8517 km	3,1637 1,2861 0,5273 0,1318 0,5400	metrisch, früher: 1 Qu.-Fufs = 0,099 907 qm 1 Qu.-Klafter = 3,596 652 qm 1 n.-österreich. Joch = 0,575 464 2 ha 1 Qu.-Meile = 57,546 42 qkm	10,0079 0,278 00 1,737 73 0,017 38
Paraguay.	metrisch, früher: 1 Vara = 0,866 m 1 Legua = 4,33 km	0,1549 0,2312	metrisch, früher: 1 Qu.-Legua = 17,43 qkm	0,057 37

*) 6080 Fufs ist die abgerundete Länge des Mittels vom Meridian- und Aequatorgrad. Die engl. Admiralität rechnet 1 admiralty knot = 6086,5 Fufs = 1,85513 km = $\frac{1}{60}$ des Aequatorgrades.

	Raummaße.	$\frac{1}{n}$	Gewichte.	$\frac{1}{n}$
	metrisch. 1 Stère = 1000 l	0,001	metrisch.	
	metrisch. 1 Kilô = 1 hl	1	metrisch. 1 Stater = 56,32 kg	1,77556 100
	1 Imperial Gallon v. 277,2738 Kubikzoll engl. (= 10 lbs. Wasser) = 4,543 l*) 1 alter (Winchester-) Gallon v. 231 Kubikzoll engl. (= 8,3311 lbs. Wasser) = 3,785 203 l 1 Last zu 10 Quarters zu 8 Bushels zu 4 Peks zu 2 Gallons = 29,078 924 hl 1 Barrel zu 2 Kilderkin zu 2 Firkin = 1,635 hl 1 Anker = 0,454 35 hl 1 Tun zu 2 Pipes zu 2 Hogsheads = 11,45 hl 1 Pipe zu 7 Rundlets zu 18 Gallons zu 4 Quarts zu 2 Pints zu 4 Gills 1 Kub.-Yard = 0,7645 cbm 1 Reg.-Ton = 2,83 cbm 1 Schiffston (zu 42 Kub.-Fufs) = 1,189 23 cbm	0,2201 0,2642 0,0344 0,6116 2,2009 0,0873 1,3080 0,353 0,8410	1 Pfd. avoirdupois (lbs.) zu 16 Ounces zu 16 Drams = 0,453 598 kg = 7000 Troygrains. 1 Troppfund zu 12 Ounces zu 20 Pennyweights (dw) = 5760 Grains = 0,373 246 kg 1 Ton (long ton) = 20 Hundred-(cent-)weight zu 4 Quarters zu 28 Pfund (= 2240 lbs.) = 1016,0475 kg 1 Schiffston (short ton, Kanada, Ver. St. [s. u.]) = 2000 Pfund (lbs.) = 907,1853 kg	2,204 60 2,379 17 0,984 206 1000 1,102 30 1000
	metrisch und englisch. 1 Sho zu 10 Go zu 10 Sai zu 10 Satsu = 1,303 907 l 1 Koku zu 10 Tô zu 10 Sho = 1,803 907 hl	0,5544 0,5544	metrisch und englisch. 1 Kin zu 160 Momme zu 10 Fun zu 10 Rin = 0,601 kg 1 Kwan zu 1000 Momme = 3,7565 kg	1,664 0,266 19
	metrisch, früher: 1 Kub.-Fufs = 0,031 578 67 cbm 1 Kub.-Klafter = 6,820 099 2 cbm 1 Schachtrute = 3,157 867 cbm 1 Wr. Metzen = 0,614 868 2 hl 1 Eimer = 0,565 890 hl 1 Mafs = 1,414 724 l	31,667 0,1466 0,3167 1,6264 1,7671 0,7069	metrisch. 1 kg = 0,999 997 8 Kilogramme prototype. Früher: 1 Wr. (und bayrisches) Pfund = 0,560 060 kg 1 Wr. Lot = 17,501 87 g 1 Wr. Ctr. = 56,0060 kg 1 Apotheker-Pfund = 1,6264 kg 1 Stein = 11,212 kg	1,785 52 0,057 14 0,017 86 2,381 0,891 90
	metrisch, früher: 1 Fanega = 2,38 hl 1 Pipa = 4,560 26 hl	0,3472 0,2195	metrisch, daneben: 1 Quintal zu 4 Arrobas zu 25 Libra = 46,008 kg	0,021 74

*) Vergl. die Fußnote S. 684.

17. Tafel zur Verwandlung von Schachtruten in Kubik-Fufs und Kubik-Meter, und umgekehrt.*)

1 Schachtrute = 144 Kubik-Fufs = 4,4519 cbm.

Schtr.	K.-F.	cbm	Schtr.	K.-F.	cbm	Schtr.	K.-F.	cbm	Schtr.	K.-F.	cbm
1/144	1	0,031	19/48	57	1,763	1	144	4,452	46	6624	204,79
1/72	2	0,062	5/12	60	1,855	2	288	8,904	47	6768	209,24
1/48	3	0,093	7/16	63	1,948	3	432	13,356	48	6912	213,69
1/36	3 ² /5	0,111	4/9	64	1,979	4	576	17,808	49	7056	218,14
1/30	4	0,124	11/24	66	2,040	5	720	22,260	50	7200	222,59
1/28	4 ⁴ /5	0,148	17/36	68	2,102	6	864	26,711	51	7344	227,05
1/24	5 ¹ /7	0,159	23/48	69	2,134	7	1008	31,163	52	7488	231,50
1/24	6	0,185	1/2	72	2,226	8	1152	35,615	53	7632	235,95
1/20	7 ¹ /5	0,223	25/48	75	2,319	9	1296	40,067	54	7776	240,40
1/18	8	0,247	10/36	76	2,350	10	1440	44,519	55	7920	244,85
1/16	9	0,278	19/24	78	2,412	11	1584	48,971	56	8064	249,31
5/72	10	0,309	5/9	80	2,473	12	1728	53,423	57	8208	253,76
1/13	11 ¹ /13	0,342	8/12	81	2,504	13	1872	57,875	58	8352	258,21
1/12	12	0,371	7/12	84	2,597	14	2016	62,327	59	8496	262,66
1/11	13 ¹ /11	0,405	3/5	86 ² /5	2,671	15	2160	66,779	60	8640	267,11
1/10	14 ² /5	0,445	29/48	87	2,690	16	2304	71,230	61	8784	271,57
1/9	16	0,494	11/18	88	2,722	17	2448	75,682	62	8928	276,02
2/17	16 ¹⁶ /17	0,524	5/8	90	2,782	18	2592	80,134	63	9072	280,47
1/8	18	0,556	23/36	92	2,844	19	2736	84,586	64	9216	284,92
5/36	20	0,618	31/48	93	2,875	20	2880	89,038	65	9360	289,37
1/7	20 ⁴ /7	0,636	2/3	96	2,968	21	3024	93,490	66	9504	293,83
7/48	21	0,649	11/16	99	3,061	22	3168	97,942	67	9648	298,28
3/20	21 ³ /5	0,668	25/36	100	3,092	23	3312	102,39	68	9792	302,73
1/6	24	0,742	7/10	100 ⁴ /5	3,116	24	3456	106,85	69	9936	307,18
2/11	26 ² /11	0,809	17/24	102	3,153	25	3600	111,30	70	10080	311,63
3/16	27	0,835	13/18	104	3,215	26	3744	115,75	71	10224	316,08
7/36	28	0,865	35/48	105	3,246	27	3888	120,20	72	10368	320,53
1/5	28 ⁴ /5	0,890	3/4	108	3,339	28	4032	124,65	73	10512	324,99
5/24	30	0,927	37/48	111	3,432	29	4176	129,10	74	10656	329,44
2/9	32	0,989	7/9	112	3,463	30	4320	133,56	75	10800	333,89
11/48	33	1,020	19/24	114	3,525	31	4464	138,01	76	10944	338,34
1/4	36	1,113	29/36	116	3,586	32	4608	142,46	77	11088	342,80
13/48	39	1,206	13/16	117	3,617	33	4752	146,91	78	11232	347,25
5/18	40	1,237	5/6	120	3,710	34	4896	151,36	79	11376	351,70
2/7	41 ¹ /7	1,272	41/48	123	3,803	35	5040	155,82	80	11520	356,15
7/24	42	1,298	31/36	124	3,834	36	5184	160,27	81	11664	360,60
5/10	43 ¹ /5	1,336	7/8	126	3,895	37	5328	164,72	82	11808	365,05
11/36	44	1,360	8/9	128	3,957	38	5472	169,17	83	11952	369,51
5/16	45	1,391	43/48	129	3,988	39	5616	173,62	84	12096	373,96
1/3	48	1,484	11/12	132	4,081	40	5760	178,08	85	12240	378,41
25/72	50	1,546	15/16	135	4,174	41	5904	182,53	86	12384	382,86
17/48	51	1,577	17/18	136	4,205	42	6048	186,98	87	12528	387,31
13/36	52	1,608	23/24	138	4,267	43	6192	191,43	90	12960	400,67
3/8	54	1,670	35/36	140	4,328	44	6336	195,88	95	13680	422,93
7/18	56	1,731	47/48	141	4,359	45	6480	200,34	100	14400	445,19

*.) Diese Tafel kann auch zur Verwandlung der Q.-Zolle in Q.-Fusse, ferner der Q.-F. in Q.-Rt., und umgekehrt, benutzt werden. Z. B. 5040 Q.-Zoll = 35 Q.-Fufs; 112 Q.-F. = 7¹/₈ Q.-Rt.

D. Vergleichungstafeln zusammengesetzter Maßeinheiten.

1. Gewichtseinheit für die Längeneinheit.

kg f. d. lfd. m	Pfund f. d. lfd. Fufs			Pfund f. d. lfd. Fufs.	kg f. d. lfd. m aus		
	preufs.	engl.	österr.		preufs. Mafs.	engl. Mafs.	österr. Mafs.
1	0,6277	0,6719	0,5644	1	1,5931	1,4882	1,7719
2	1,2554	1,3439	1,1287	2	3,1862	2,9764	3,5438
3	1,8831	2,0158	1,6931	3	4,7793	4,4646	5,3157
4	2,5108	2,6878	2,2575	4	6,3724	5,9528	7,0875
5	3,1385	3,3597	2,8218	5	7,9655	7,4410	8,8594
6	3,7662	4,0317	3,3862	6	9,5586	8,9292	10,6313
7	4,3939	4,7036	3,9506	7	11,1517	10,4174	12,4032
8	5,0217	5,3756	4,5150	8	12,7448	11,9057	14,1751
9	5,6494	6,0475	5,0793	9	14,3379	13,3939	15,9470

2. Gewichtseinheit für die Flächeneinheit.

kg f. d. qcm	Pfund f. d. Quadrat-Zoll			Pfund f. d. Qu.-Zoll.	kg f. d. qcm aus		
	preufs.	engl.	österr.		preufs. Mafs.	engl. Mafs.	österr. Mafs.
1	13,681	14,223	12,388	1	0,0731	0,0703	0,0807
2	27,361	28,445	24,776	2	0,1462	0,1406	0,1614
3	41,042	42,668	37,164	3	0,2193	0,2109	0,2422
4	54,722	56,891	49,552	4	0,2924	0,2812	0,3229
5	68,403	71,114	61,940	5	0,3655	0,3516	0,4036
6	82,083	85,336	74,328	6	0,4386	0,4219	0,4843
7	95,764	99,559	86,716	7	0,5117	0,4922	0,5651
8	109,444	113,782	99,103	8	0,5848	0,5625	0,6458
9	123,125	128,004	111,491	9	0,6579	0,6328	0,7265

kg f. d. qcm	tons f. d. Qu.-Zoll engl.	kg f. d. qcm	tons f. d. Qu.-Zoll engl.	kg f. d. qcm	tons f. d. Qu.-Zoll engl.	tons f. d. Qu.-Zoll engl.	kg f. d. qcm	tons f. d. Qu.-Zoll engl.	kg f. d. qcm
100	0,635	2300	14,6	4600	29,2	1	157,5	26	4095
200	1,27	2400	15,2	4700	29,8	2	315,0	27	4252
300	1,90	2500	15,9	4800	30,5	3	472,5	28	4410
400	2,54	2600	16,5	4900	31,1	4	630,0	29	4567
500	3,175	2700	17,1	5000	31,75	5	787,5	30	4725
600	3,81	2800	17,8	5100	32,4	6	945,0	31	4882
700	4,44	2900	18,4	5200	33,0	7	1102,5	32	5040
750	4,76	3000	19,0	5300	33,7	8	1260,0	33	5197
800	5,08	3100	19,7	5400	34,3	9	1417,5	34	5355
900	5,71	3200	20,3	5500	34,9	10	1574,9	35	5512
1000	6,35	3300	21,0	5600	35,6	11	1732	36	5670
1100	6,98	3400	21,6	5700	36,2	12	1890	37	5827
1200	7,62	3500	22,2	5800	36,8	13	2047	38	5985
1300	8,25	3600	22,9	5900	37,5	14	2205	39	6142
1400	8,89	3700	23,5	6000	38,1	15	2362	40	6300
1500	9,52	3800	24,1	6500	41,3	16	2520	41	6457
1600	10,16	3900	24,8	7000	44,4	17	2677	42	6615
1700	10,79	4000	25,4	7500	47,6	18	2835	43	6772
1800	11,4	4100	26,0	8000	50,8	19	2992	44	6930
1900	12,1	4200	26,7	8500	54,0	20	3150	45	7087
2000	12,7	4300	27,3	9000	57,1	21	3307	46	7245
2100	13,3	4400	27,9	9500	60,3	22	3465	47	7402
2200	14,0	4500	28,6	10000	63,5	23	3622	48	7560
						24	3780	49	7717
						25	3937	50	7875

3. Neue Atm., alte Atm. und Höhe der gleichwertigen Quecksilbersäule (Q.-S.). (Vergl. Abteil. I. S. 250.)

1 neue Atm. = 1 kg f. d. gem.

	Die Atm. angenommen zu		Höhe der Quecksilbersäule in			
	76 cm Q.-S.	28 par. Zoll Q.-S.	cm	Zoll preufs.	Zoll engl.	Zoll par.
$n =$	1 neue Atm. = n Atm. 0,96778	0,97039	1 neue Atm. = n Q.-S.-Einheiten. 73,551	28,122	28,958	27,171
	1 Atm. = $\frac{1}{n}$ neue Atm.		1 Q.-S.-Einheit = $\frac{1}{n}$ neue Atm.			
$\frac{1}{n} =$	1,03329	1,0305	0,0136	0,0356	0,0345	0,0368

4. Gewichtseinheit f. d. Raumeinheit.

kg f. d. cbm	Pfund f. d. Kubik-Fuß			Pfund f. d. Kubik-Fuß.	kg f. d. cbm aus		
	preufs.	engl.	österr.		preufs. Mafs.	engl. Mafs.	österr. Mafs.
1	0,06183	0,06242	0,05638	1	16,1729	16,0196	17,7354
2	0,12366	0,12485	0,11277	2	32,3459	32,0392	35,4708
3	0,18550	0,18727	0,16915	3	48,5188	48,0588	53,2062
4	0,24733	0,24969	0,22554	4	64,6918	64,0784	70,9416
5	0,30916	0,31212	0,28192	5	80,8647	80,0980	88,6770
6	0,37099	0,37454	0,33831	6	97,0376	96,1175	106,4123
7	0,43282	0,43697	0,39469	7	113,2106	112,1371	124,1477
8	0,49465	0,49939	0,45108	8	129,3835	128,1567	141,8831
9	0,55649	0,56181	0,50746	9	145,5565	144,1763	159,6185

5. Vergleich der Arbeitseinheiten.

Verglich. Arbeitseinheit.	preufs.	engl.	österr.	rufs.	schwed.	
1 mkg = n Fußspunde . . .	6,3724	7,2331	5,6489	8,0114	7,9236	= n
1 Fußspfund = $\frac{1}{n}$ mkg . . .	0,1569	0,1383	0,1770	0,1248	0,1262	= $\frac{1}{n}$

6. Vergleich der Pferdestärken. (Vergl. Abteil. I, S. 176.)

	England. 1 PS = 550 Fußpfd. i. d. Sek.	Oesterreich. 1 PS = 430 Fußpfd. i. d. Sek.	Preussen. 1 PS = 480 Fußpfd. i. d. Sek.	Sachsen. 1 PS = 530 Fußpfd. i. d. Sek.	Baden. 1 PS = 500 Fußpfd. i. d. Sek.	Württem- berg. 1 PS = 525 Fußpfd. i. d. Sek.
$n =$	1 metr. PS = 75 mkg i. d. Sek. = n PS der verschiedenen Länder.					
	0,9863	0,9853	0,9957	0,9994	1,000	0,9973
	1 PS der verschiedenen Länder = $\frac{1}{n}$ metr. PS.					
$\frac{1}{n} =$	1,0139	1,0149	1,0043	1,0006	1,000	1,0027
	1 PS der verschiedenen Länder = $\frac{75}{n}$ mkg i. d. Sek.					
$\frac{75}{n} =$	76,041	76,119	75,325	75,045	75,000	75,304

E. Patentwesen.

a. Patentgesetz für das Deutsche Reich.

(Vom 7. April 1891.)

Auszug.

§ 1. Patente werden erteilt für neue Erfindungen, welche eine gewerbliche Verwertung gestatten.

Ausgenommen sind:

1. Erfindungen, deren Verwertung den Gesetzen oder guten Sitten zuwiderlaufen würde;

2. Erfindungen von Nahrungs-, Genuss- und Arzneimitteln, sowie von Stoffen, welche auf chemischem Wege hergestellt werden, soweit die Erfindungen nicht ein bestimmtes Verfahren zur Herstellung der Gegenstände betreffen.

§ 2. Eine Erfindung gilt **nicht als neu**, wenn sie zur Zeit der auf Grund dieses Gesetzes erfolgten Anmeldung in öffentlichen Druckschriften aus den letzten hundert Jahren bereits derart beschrieben oder im Inlande bereits so offenkundig benutzt ist, daß darnach die Benutzung durch andere Sachverständige möglich erscheint.

Die im Auslande amtlich herausgegebenen Patentbeschreibungen stehen den öffentlichen Druckschriften erst nach Ablauf von drei Monaten seit dem Tage der Herausgabe gleich, sofern das Patent von demjenigen, welcher die Erfindung im Auslande angemeldet hat, oder von seinem Rechtsnachfolger nachgesucht wird. Diese Begünstigung erstreckt sich jedoch nur auf die amtlichen Patentbeschreibungen derjenigen Staaten, in welchen nach einer im Reichs-Gesetzblatt enthaltenen Bekanntmachung die Gegenseitigkeit verbürgt ist.

§ 3. Auf die Erteilung des Patentes hat derjenige **Anspruch**, welcher die Erfindung zuerst nach Maßgabe dieses Gesetzes angemeldet hat. Eine spätere Anmeldung kann den Anspruch auf ein Patent nicht begründen, wenn die Erfindung Gegenstand des Patentes des früheren Anmelders ist. Trifft diese Voraussetzung teilweise zu, so hat der spätere Anmelder nur Anspruch auf Erteilung eines Patentes in entsprechender Beschränkung.

Ein Anspruch des Patentsuchers auf Erteilung des Patentes findet nicht statt, wenn der wesentliche Inhalt seiner Anmeldung den Beschreibungen, Zeichnungen, Modellen, Gerätschaften oder Einrichtungen eines anderen oder einem von diesem angewendeten Verfahren ohne Einwilligung desselben entnommen und von dem letzteren aus diesem Grunde Einspruch erhoben ist. Hat der Einspruch die Zurücknahme oder Zurückweisung der Anmeldung zur Folge, so kann der Einsprechende, falls er innerhalb eines Monats seit Mitteilung des hierauf bezüglichen Bescheides des Patentamts die Erfindung seinerseits anmeldet, verlangen, daß als Tag seiner Anmeldung der Tag vor Bekanntmachung der früheren Anmeldung festgesetzt werde.

§ 4. Das Patent hat die **Wirkung**, daß der Patentinhaber ausschließlich befugt ist, gewerbsmäßig den Gegenstand der Erfindung herzustellen, in Verkehr zu bringen, feilzuhalten oder zu gebrauchen. Ist das Patent für ein Verfahren erteilt, so erstreckt sich die Wirkung auch auf die durch das Verfahren unmittelbar hergestellten Erzeugnisse.

§ 5. Die Wirkung des Patentes tritt gegen denjenigen nicht ein, welcher zur Zeit der Anmeldung bereits im Inlande die Erfindung in Benutzung genommen oder die zur Benutzung erforderlichen Veranstaltungen getroffen hatte. Derselbe ist befugt, die Erfindung für die Bedürfnisse seines eigenen Betriebes in eigenen oder fremden Werkstätten auszunutzen. Diese Befugnis kann nur zusammen mit dem Betriebe vererbt oder veräußert werden.

Die Wirkung des Patents tritt ferner insoweit nicht ein, als die Erfindung nach Bestimmung des Reichskanzlers für das Heer oder für die Flotte oder sonst im Interesse der öffentlichen Wohlfahrt benutzt werden soll. Doch hat der Patentinhaber in diesem Falle gegenüber dem Reiche oder dem Staate, welcher in seinem besonderen Interesse die Beschränkung des Patentes beantragt hat, Anspruch auf angemessene Vergütung, welche in Ermangelung einer Verständigung im Rechtswege festgesetzt wird.

§ 6. Der Anspruch auf Erteilung des Patentes und das Recht aus dem Patent gehen auf die Erben über. Der Anspruch und das Recht können beschränkt oder

unbeschränkt durch Vertrag oder durch Verfügung von Todeswegen auf andere übertragen werden.

§ 7. Die **Dauer** des Patentes ist fünfzehn Jahre; der Lauf dieser Zeit beginnt mit dem auf die Anmeldung der Erfindung folgenden Tage. Bezweckt eine Erfindung die Verbesserung oder sonstige weitere Ausbildung einer anderen, zu gunsten des Patentsuchers durch ein Patent geschützten Erfindung, so kann dieser die Erteilung eines Zusatzpatentes nachsuchen, welches mit dem Patent für die ältere Erfindung sein Ende erreicht.

§ 8. Für jedes Patent ist vor der Erteilung eine **Gebühr** von dreißig Mark zu entrichten (§ 24 Absatz 1).

Mit Ausnahme der Zusatzpatente (§ 7) ist außerdem für das Patent mit Beginn des zweiten und jedes folgenden Jahres der Dauer eine Gebühr zu entrichten, welche das erste Mal fünfzig Mark beträgt und weiterhin jedes Jahr um fünfzig Mark steigt.

Diese Gebühr (Absatz 2) ist innerhalb sechs Wochen nach der Fälligkeit zu entrichten. Nach Ablauf der Frist kann die Zahlung nur unter Zuschlag einer Gebühr von zehn Mark innerhalb weiterer sechs Wochen erfolgen.

Einem Patentinhaber, welcher seine Bedürftigkeit nachweist, können die Gebühren für das erste und zweite Jahr der Dauer des Patentes bis zum dritten Jahre gestundet und, wenn das Patent im dritten Jahre erlischt, erlassen werden.

§ 9. Das Patent **erlischt**, wenn der Patentinhaber darauf verzichtet, oder wenn die Gebühren nicht rechtzeitig bei der Kasse des Patentamtes oder zur Ueberweisung an diese bei einer Postanstalt im Gebiete des Deutschen Reiches eingezahlt sind.

§ 10. Das Patent wird für **nichtig** erklärt, wenn sich ergibt:

1. dafs der Gegenstand nach §§ 1 und 2 nicht patentfähig war,
2. dafs die Erfindung Gegenstand des Patentes eines früheren Anmelders ist,
3. dafs der wesentliche Inhalt der Anmeldung den Beschreibungen, Zeichnungen, Modellen, Gerätschaften oder Einrichtungen eines anderen oder einem von diesem angewendeten Verfahren ohne Einwilligung desselben entnommen war.

Trifft eine dieser Voraussetzungen (1 bis 3) nur teilweise zu, so erfolgt die Erklärung der Nichtigkeit durch entsprechende Beschränkung des Patentes.

§ 11. Das Patent kann nach Ablauf von drei Jahren, von dem Tage der über die Erteilung des Patentes erfolgten Bekanntmachung (§ 27 Absatz 1) gerechnet, **zurückgenommen** werden:

1. wenn der Patentinhaber es unterläßt, im Inlande die Erfindung in angemessenem Umfange zur Ausführung zu bringen, oder doch alles zu thun, was erforderlich ist, um diese Ausführung zu sichern;

2. wenn im öffentlichen Interesse die Erteilung der Erlaubnis zur Benutzung der Erfindung an andere geboten erscheint, der Patentinhaber aber gleichwohl sich weigert, diese Erlaubnis gegen angemessene Vergütung und genügende Sicherstellung zu erteilen.

§ 12. Wer nicht im Inlande wohnt, kann den Anspruch auf die Erteilung eines Patentes und die Rechte aus dem Patent nur geltend machen, wenn er im Inlande einen Vertreter bestellt hat. Der letztere ist zur Vertretung in dem nach Maßgabe dieses Gesetzes stattfindenden Verfahren, sowie in den das Patent betreffenden bürgerlichen Rechtsstreitigkeiten und zur Stellung von Strafanträgen befugt.

§ 13. Die Erteilung, die Erklärung der Nichtigkeit und die Zurücknahme der Patente erfolgt durch das **Patentamt**.

Das Patentamt hat seinen Sitz in Berlin. Es besteht aus einem Präsidenten, aus Mitgliedern, welche die Befähigung zum Richteramt oder zum höheren Verwaltungsdienst besitzen (rechtskundige Mitglieder), und aus Mitgliedern, welche in einem Zweige der Technik sachverständig sind (technische Mitglieder). Die Mitglieder werden, u. zw. der Präsident auf Vorschlag des Bundesrates, vom Kaiser ernannt. Die Berufung der rechtskundigen Mitglieder erfolgt, wenn sie im Reichs- oder Staatsdienst ein Amt bekleiden, auf die Dauer dieses Amtes, anderenfalls auf Lebenszeit. Die Berufung der technischen Mitglieder erfolgt entweder auf Lebenszeit oder auf fünf Jahre.

§ 19. Bei dem Patentamt wird eine **Rolle** geführt, welche den Gegenstand und die Dauer der erteilten Patente, sowie den Namen und Wohnort der Patentinhaber und ihrer bei Anmeldung der Erfindung etwa bestellten Vertreter angeht. Der Anfang, der Ablauf, das Erlöschen, die Erklärung der Nichtigkeit und die Zurücknahme der Patente sind, unter gleichzeitiger Bekanntmachung durch den Reichs-Anzeiger, in der Rolle zu vermerken.

Die Einsicht der Rolle, der Beschreibungen, Zeichnungen, Modelle und Probestücke, auf grund deren die Erteilung der Patente erfolgt ist, steht, soweit es sich nicht um ein im Namen der Reichsverwaltung für die Zwecke des Heeres oder der Flotte genommenes Patent handelt, jedermann frei.

§ 20. Die **Anmeldung** einer Erfindung behufs Erteilung eines Patenten geschieht schriftlich bei dem Patentamt.* Für jede Erfindung ist eine besondere Anmeldung erforderlich. In einer Anlage ist die Erfindung dergestalt zu beschreiben, daß darnach die Benutzung derselben durch andere Sachverständige möglich erscheint.

Bis zu dem Beschlusse über die Bekanntmachung der Anmeldung sind Abänderungen der darin enthaltenen Angaben zulässig. Gleichzeitig mit der Anmeldung sind für die Kosten des Verfahrens 20 Mark zu zahlen.

§ 21. Erscheint die Anmeldung bei der Vorprüfung gemäß § 20 als nicht genügend, so wird durch **Vorbescheid** der Patentsucher aufgefordert, die Mängel innerhalb einer bestimmten Frist zu beseitigen. Erklärt sich der Patentsucher auf den Vorbescheid nicht rechtzeitig, so gilt die Anmeldung als zurückgenommen.

§ 22. Ist durch die Anmeldung den vorgeschriebenen Anforderungen (§ 20) **nicht genügt** oder ergibt sich, daß eine nach §§ 1, 2, 3 Abs. 1 patentfähige Erfindung nicht vorliegt, so wird die Anmeldung zurückgewiesen.

§ 23. Erachtet das Patentamt die Anmeldung für gehörig erfolgt und die Erteilung eines Patenten nicht für ausgeschlossen, so beschließt es die **Bekanntmachung** der Anmeldung. Mit der Bekanntmachung treten für den Gegenstand der Anmeldung zu gunsten des Patentsuchers einstweilen die gesetzlichen Wirkungen des Patenten ein (§§ 4 und 5).

Die Bekanntmachung geschieht in der Weise, daß der Name des Patentsuchers und der wesentliche Inhalt des in seiner Anmeldung enthaltenen Antrages durch den Reichsanzeiger einmal veröffentlicht wird. Mit der Veröffentlichung ist die Anzeige zu verbinden, daß der Gegenstand der Anmeldung einstweilen gegen unbefugte Benutzung geschützt sei.

Gleichzeitig ist die Anmeldung mit sämtlichen Beilagen bei dem Patentamt zur Einsicht für jedermann auszulegen.

Die Bekanntmachung kann auf Antrag des Patentsuchers auf die Dauer von höchstens sechs Monaten, vom Tage des Beschlusses über die Bekanntmachung an gerechnet, ausgesetzt werden. Bis zur Dauer von drei Monaten darf die Aussetzung nicht versagt werden.

Handelt es sich um ein im Namen der Reichsverwaltung für die Zwecke des Heeres oder der Flotte nachgesuchtes Patent, so erfolgt auf Antrag die Patenterteilung ohne jede Bekanntmachung. In diesem Falle unterbleibt auch die Eintragung in die Patentrolle.

§ 24. Innerhalb der Frist von zwei Monaten nach der Veröffentlichung (§ 23) ist die erste Jahresgebühr (§ 8 Abs. 1) einzuzahlen. Erfolgt die Einzahlung nicht binnen dieser Frist, so gilt die Anmeldung als zurückgenommen.

Innerhalb der gleichen Frist kann gegen die Erteilung des Patenten **Einspruch** erhoben werden. Der Einspruch muß schriftlich erfolgen und mit Gründen versehen sein. Er kann nur auf die Behauptung gestützt werden, daß der Gegenstand nach §§ 1 und 2 nicht patentfähig sei, oder daß dem Patentsucher ein Anspruch auf das Patent nach § 3 nicht zustehe. Im Falle des § 3 Abs. 2 ist nur der Verletzte zum Einspruch berechtigt.

Nach Ablauf der Frist hat das Patentamt über die Erteilung des Patenten Beschlufs zu fassen.

§ 25. Bei der Vorprüfung und in dem Verfahren vor der Anmeldeabteilung kann jederzeit die Ladung und Anhörung der Beteiligten, die Vernehmung von Zeugen und Sachverständigen, sowie die Vornahme sonstiger zur Aufklärung der Sache erforderlicher Ermittlungen angeordnet werden.

§ 26. Gegen den Beschlufs, durch welchen die Anmeldung zurückgewiesen wird, kann der Patentsucher, und gegen den Beschlufs, durch welchen über die Erteilung des Patenten entschieden wird, der Patentsucher oder der Einsprechende innerhalb eines Monats nach der Zustellung **Beschwerde** einlegen. Mit der Einlegung der Beschwerde sind für die Kosten des Beschwerdeverfahrens 20 Mark zu zahlen; erfolgt die Zahlung nicht, so gilt die Beschwerde als nicht erhoben.

Ist die Beschwerde an sich nicht statthaft oder ist dieselbe verspätet eingelegt, so wird sie als unzulässig verworfen.

* Vergl. hierüber die Bestimmungen unter h. S. 703.

Wird die Beschwerde für zulässig befunden, so richtet sich das weitere Verfahren nach § 25. Die Ladung und Anhörung der Beteiligten muß auf Antrag eines derselben erfolgen. Dieser Antrag kann nur abgelehnt werden, wenn die Ladung des Antragstellers in dem Verfahren vor der Anmeldeabteilung bereits erfolgt war.

Soll die Entscheidung über die Beschwerde auf grund anderer als der in dem angegriffenen Beschlusse berücksichtigten Umstände erfolgen, so ist den Beteiligten zuvor Gelegenheit zu geben, sich hierüber zu äußern.

Das Patentamt kann nach freiem Ermessen bestimmen, inwieweit einem Beteiligten im Falle des Unterliegens die Kosten des Beschwerdeverfahrens zur Last fallen, sowie anordnen, daß dem Beteiligten, dessen Beschwerde für gerechtfertigt befunden ist, die Gebühr (Abs. 1) zurückgezahlt wird.

§ 27. Ist die Erteilung des Patentes endgültig beschlossen, so erläßt das Patentamt darüber durch den Reichs-Anzeiger eine Bekanntmachung und fertigt demnächst für den Patentinhaber eine **Urkunde** aus.

Wird die Anmeldung nach der Veröffentlichung (§ 23) zurückgenommen oder wird das Patent versagt, so ist dies ebenfalls bekannt zu machen. Die eingezahlte Jahresgebühr wird in diesen Fällen erstattet. Mit der Versagung des Patentes gelten die Wirkungen des einstweiligen Schutzes als nicht eingetreten.

§ 28. Die Einleitung des Verfahrens wegen Erklärung der Nichtigkeit oder wegen Zurücknahme des Patentes erfolgt nur auf Antrag.

Im Falle des § 10 Nr. 3 ist nur der Verletzte zu dem Antrage berechtigt.

Im Falle des § 10 Nr. 1 ist nach Ablauf von fünf Jahren, von dem Tage der über die Erteilung des Patentes erfolgten Bekanntmachung (§ 27 Abs. 1) gerechnet, der Antrag unstatthaft.

Der Antrag ist schriftlich an das Patentamt zu richten und hat die Thatsachen anzugeben, auf welche er gestützt wird. Mit dem Antrage ist eine Gebühr von 50 Mark zu zahlen. Erfolgt die Zahlung nicht, so gilt der Antrag als nicht gestellt. Die Gebühr wird erstattet, wenn das Verfahren ohne Anhörung der Beteiligten beendet wird.

Wohnt der Antragsteller im Ausland, so hat er dem Gegner auf dessen Verlangen Sicherheit wegen der Kosten des Verfahrens zu leisten. Die Höhe der Sicherheit wird von dem Patentamt nach freiem Ermessen festgesetzt. Dem Antragsteller wird bei Anordnung der Sicherheitsleistung eine Frist bestimmt, binnen welcher die Sicherheit zu leisten ist. Erfolgt die Sicherheitsleistung nicht vor Ablauf der Frist, so gilt der Antrag als zurückgenommen.

§ 29. Nachdem die Einleitung des Verfahrens verfügt ist, fordert das Patentamt den Patentinhaber unter Mitteilung des Antrages auf, sich über denselben innerhalb eines Monats zu erklären.

Erklärt der Patentinhaber binnen der Frist sich nicht, so kann ohne Ladung und Anhörung der Beteiligten sofort nach dem Antrage entschieden und bei dieser Entscheidung jede von dem Antragsteller behauptete Thatsache für erwiesen angenommen werden.

§ 30. Widerspricht der Patentinhaber rechtzeitig, oder wird im Falle des § 29 Abs. 2 nicht sofort nach dem Antrage entschieden, so trifft das Patentamt, u. zw. im ersteren Falle unter Mitteilung des Widerspruches an den Antragsteller, die zur Aufklärung der Sache erforderlichen Verfügungen. Es kann die Vernehmung von Zeugen und Sachverständigen anordnen. Auf dieselben finden die Vorschriften der Civilprozessordnung entsprechende Anwendung. Die Beweisverhandlungen sind unter Zuziehung eines beeidigten Protokollführers aufzunehmen.

Die Entscheidung erfolgt nach Ladung und Anhörung der Beteiligten.

Wird die Zurücknahme des Patentes auf grund des § 11 Nr. 2 beantragt, so muß der diesem Antrage entsprechenden Entscheidung eine Androhung der Zurücknahme unter Angabe von Gründen und unter Festsetzung einer angemessenen Frist vorausgehen.

§ 33. Gegen die Entscheidung des Patentamtes (§§ 29, 30) ist die **Berufung** zulässig. Die Berufung geht an das Reichsgericht. Sie ist binnen sechs Wochen nach der Zustellung bei dem Patentamt schriftlich anzumelden und zu begründen.

§ 35. Wer wissentlich oder aus grober Fahrlässigkeit den Bestimmungen der §§ 4 und 5 zuwider eine Erfindung in Benutzung nimmt, ist dem Verletzten zur **Entschädigung** verpflichtet.

Handelt es sich um eine Erfindung, welche ein Verfahren zur Herstellung eines neuen Stoffes zum Gegenstand hat, so gilt bis zum Beweise des Gegenteiles jeder Stoff von gleicher Beschaffenheit als nach dem patentierten Verfahren hergestellt.

(§ 36 und § 40 behandeln die gerichtlichen Strafen für Patentverletzung.)

§ 37. Statt jeder aus diesem Gesetze entspringenden Entschädigung kann auf Verlangen des Beschädigten (neben der Strafe) auf eine an ihn zu erlegenden Buße bis zum Betrage von 10000 Mark erkannt werden. Für diese Buße haften die zu derselben Verurteilten als Gesamtschuldner. — Eine erkannte Buße schließt die Geltendmachung eines weiteren Entschädigungsanspruches aus.

§ 39. Die Klagen wegen Verletzung des Patentrechtes verjähren rücksichtlich jeder einzelnen dieselbe begründenden Handlung in drei Jahren.

b. Bestimmungen über die Anmeldung von Erfindungen.

(Bekanntmachung vom 11. Juli 1877.)

§ 1. Die Anmeldung und jede ihr beigefügte Zeichnung oder Beschreibung ist von dem Patentsucher oder dessen Vertreter zu unterzeichnen. Erläuterungen des Gegenstandes der Erfindung dürfen nicht in der Anmeldung selbst, sondern nur in deren Anlagen gegeben werden.

§ 2. Jede Anlage der Anmeldung ist mit einer laufenden Nummer zu versehen. Jede Anlage ist, soweit es sich nicht um Modelle oder Probestücke handelt, in zwei Exemplaren beizufügen.

§ 3. Die Anmeldung muß die nachstehend verlangten Angaben, möglichst in der angegebenen Reihenfolge, enthalten:

a) Eine kurze aber genaue Bezeichnung dessen, was den Gegenstand der Erfindung bildet. Aus der Bezeichnung soll sich mit Sicherheit der Patentanspruch, d. h. dasjenige ergeben, was der Patentsucher als neu und patentfähig ansieht.

b) Den Antrag, daß für den so bezeichneten Gegenstand der Erfindung ein Patent erteilt werden möge. Soll dafür nur ein Zusatzpatent erteilt werden (§ 7 des Patentgesetzes), so hat der Patentsucher dies ausdrücklich zu bemerken und das Hauptpatent, sowie dessen Nummer nebst Jahr der Erteilung anzugeben. Soll das Patent nur an Stelle eines bestehenden Patentes treten, so hat der Patentsucher dies ebenfalls ausdrücklich zu bemerken und gleichzeitig die Urkunden über diejenigen Patente beizufügen, an deren Stelle das Patent treten soll. Das Gesuch ist in diesem Falle auf die Umwandlung des Landes- in ein Reichspatent zu beschränken. Wird zugleich ein Patent für eine Verbesserung beansprucht, so muß dieserhalb eine besondere Anmeldung erfolgen.

c) Die Erklärung, daß der gesetzliche Kostenbetrag von 20 Mark (§ 20 des Patentgesetzes) bereits an die Kasse des Patentamtes eingezahlt sei oder gleichzeitig mit der Anmeldung eingehen werde.

d) Die Angabe des Namens, des Standes und Wohnortes des Patentsuchers, sofern die Anmeldung durch einen Vertreter erfolgt. Der letztere hat eine von dem Patentsucher unterzeichnete Vollmacht beizufügen.

Bei Bestellung eines Vertreters seitens eines Patentsuchers, der nicht im Inlande wohnt, wird angenommen, daß sich die Vertretung auf die im § 12 des Gesetzes bezeichneten Befugnisse erstreckt.

e) Die Aufführung der einzelnen Anlagen der Anmeldung unter Angabe ihrer Nummer und ihres Inhaltes.

§ 4. Zu allen Schriftstücken der Anmeldung ist Papier in dem Format von 33 zu 21 cm zu verwenden.

Zu der Schrift soll tiefschwarze, nicht klebrige Tinte benutzt werden.

Die Zeichnungen sind in je einem Haupt- und einem Nebenexemplar einzureichen. Für das Hauptexemplar ist weißes, starkes und glattes Zeichenpapier (sogen. Bristol- oder Kartonpapier) in dem Format

	von 33 cm Höhe auf 21 cm Breite
oder von 33	" " " 42 " "
oder von 33	" " " 63 " "

zu verwenden.

Die Zeichnung sowie alle Schrift auf dem Hauptexemplar ist mit chinesischer Tusche in tiefschwarzen Linien auszuführen, nicht zu kolorieren oder zu tuschen. Die Zeichnung ist durch eine einfache Randlinie einzufassen, welche 2 cm von der Papierkante entfernt ist. Innerhalb des durch die Randlinie begrenzten Raumes muß auch alle Schrift fallen. Die Unterschrift des

Patentsuchers ist in der unteren rechten Ecke anzubringen. An der oberen Seite des Blattes ist ein Raum von mindestens 3 cm Höhe innerhalb der Randlinie für Nummer, Datum und Bezeichnung des Patentos zu bestimmen.

Als Nebenexemplar ist eine Durchzeichnung des Hauptexemplares auf Zeichenleinwand einzureichen. Bei demselben ist die Anwendung von bunten Farben zulässig und erwünscht.

Die Zeichnungen dürfen nicht gekniffelt und nicht gerollt sein, dieselben müssen auch so verpackt sein, daß sie in glattem Zustande an das Patentamt gelangen.

§ 5. Alle Maß- und Gewichtsangaben müssen nach metrischem System erfolgen, Temperaturangaben nach Celsius, Dichtigkeitsangaben als spezifische Gewichte angegeben sein.

§ 6. Die Beschreibungen müssen sich auf das zur Beurteilung des Patentgesuches Gehörige beschränken, allgemeine Erörterungen sind zu vermeiden. Im übrigen müssen die Beschreibungen so eingerichtet sein, wie sie sich bei Erteilung des Patentos zur Veröffentlichung eignen. Am Schlusse derselben sind die Patentansprüche näher, als es in der Anmeldung geschehen, zu bezeichnen.

§ 7. Die Beifügung von Modellen und Probestücken ist erwünscht, sofern die Veranschaulichung der Erfindung dadurch erleichtert wird; sie ist geboten, wenn ohnedies die Beurteilung des Patentgesuches nicht mit Sicherheit erfolgen kann.

Anmerkung. Besondere Bestimmungen sind in der Folge erlassen worden für die Einreichung von Patentgesuchen auf Hand- und Faustfeuerwaffen, Spindeln für Garne u. s. w., Webschützen, Schlittschuhe, Darstellungsverfahren chemischer Stoffe.

F. Schiffsvermessungsordnung für das Deutsche Reich.

(Vom 20. Juni 1888.)

Auszug.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1. Die nachstehenden Vorschriften finden Anwendung auf alle Schiffe, Fahrzeuge und Boote, welche ausschließlich oder vorzugsweise zur Seefahrt im Sinne der Vorschriften über die Registrierung und die Bezeichnung der Kauffahrteischiffe vom 13. November 1873 bestimmt sind.

Den Landesregierungen bleibt überlassen, zu bestimmen, ob und in welchem Umfange Fahrzeuge unter 50 cbm Brutto-Raumgehalt, welche keine Einrichtungen zum dauernden Aufenthalt der Mannschaft haben, von der Vermessung ausgeschlossen bleiben können.

§ 2. Zur Ermittlung der Ladungsfähigkeit der Schiffe wird deren Raumgehalt durch Vermessung festgestellt. Die Vermessung erstreckt sich mit den aus den nachstehenden Bestimmungen sich ergebenden Einschränkungen auf die unter dem obersten Deck des Schiffes befindlichen Räume und auf die auf oder über dem obersten Deck fest angebrachten Aufbauten.

Das Ergebnis dieser Vermessung, in Körpermaß ausgedrückt, heißt der Brutto-Raumgehalt und nach Abzug der in dem § 14 näher bezeichneten Räume der Netto-Raumgehalt des Schiffes.

§ 3. Die Vermessung erfolgt nach dem in den §§ 4 bis 17 und 20 vorgeschriebenen vollständigen Verfahren.

Ausnahmsweise kann jedoch nach Maßgabe der §§ 18 und 19 ein abgekürztes Verfahren zur Anwendung gebracht werden, wenn das Schiff ganz oder teilweise beladen ist, oder Umstände anderer Art die Vermessung nach dem vollständigen Verfahren verhindern.

II. Vollständiges Vermessungsverfahren.

§ 4. Dasjenige Deck, welches in Schiffen mit weniger als drei Decks das oberste und in Schiffen mit drei oder mehr Decks das zweite von unten ist, heißt das Vermessungsdeck.

Die unter dem Vermessungsdeck befindlichen Schiffsräume werden als ganzes für sich vermessen.

Die über dem Vermessungsdeck befindlichen Räume, mögen sie durch Decks oder durch Aufbauten auf oder über dem obersten Deck gebildet sein, werden ein jeder für sich vermessen.

§ 5. Die Vermessung des inneren Schiffsraumes unter dem Vermessungsdeck geschieht durch Aufnahme der Länge, einer je nach dieser Länge verschiedenen Anzahl von Querschnitten und durch Berechnung nach Maßgabe der §§ 6, 7 und 8. Bei Schiffen, welche durch Dampf oder durch eine andere künstlich erzeugte Kraft bewegt werden, kann jedoch nach Maßgabe des § 9 verfahren werden, wenn der zur Aufnahme der Maschine bestimmte Raum durch feste Querschotte begrenzt wird.

§ 6. Die Länge wird auf dem Vermessungsdeck in gerader Linie gemessen u. zw. von der inneren Fläche der Binnenbordsbekleidung (in mittlerer Dicke) neben dem Vordersteven bis zu der inneren Fläche des mittelsten Heckstützens, oder der mittschiffs am Heck befindlichen Bekleidung (in mittlerer Dicke).

Von dieser Länge wird ein Abzug gemacht, bestehend in dem Falle des Bugs in der Dicke des Decks, in dem Falle des Heckstützens in der Dicke des Decks und in dem Falle des Heckstützens in einem Drittel der Deckbalkenbucht.

Die auf diese Weise gefundene Länge wird in eine Anzahl gleicher Teile geteilt, u. zw.:

1.	eine Länge bis zu	15 m	in 4 gleiche Teile,
2.	"	"	" " 35 " " 6 " "
3.	"	"	" " 55 " " 8 " "
4.	"	"	" " 75 " " 10 " "
5.	"	"	" " 95 " " 12 " "
6.	"	"	" " 115 " " 14 " "
7.	"	"	über 115 " " 16 " "

§ 7. Auf jeden dieser Teilungspunkte wird ein Querschnitt des unter dem Vermessungsdeck befindlichen Schiffsraumes in folgender Weise gemessen:

Als Tiefe jedes Querschnittes wird der normale Abstand zwischen zwei Punkten gemessen, welche in einer zum Längenschnitt parallelen Ebene liegen, von denen der eine in der unteren Fläche des Vermessungsdeckes oder deren Fluchtlinie, der andere in der oberen Fläche der Bodenwange oder deren Fluchtlinie neben dem Kielschwein liegt, abzüglich eines Drittels der Deckbalkenbucht in diesem Querschnitt und der mittleren Dicke der etwa vorhandenen festen oder dauernd angebrachten Wegerung.

Bei Schiffen, welche mit einem konstruktiv zusammenhängenden Doppelboden versehen sind, dessen Länge mehr als die Hälfte der Länge des Vermessungsdeckes beträgt, wird als Tiefe jedes Querschnittes, welcher in den Bereich des Doppelbodens fällt, der normale Abstand zwischen zwei Punkten gemessen, von denen der obere in der Mitte des Schiffes in der unteren Fläche des Vermessungsdeckes, der untere in der tiefsten Stelle der oberen Fläche des inneren Doppelbodens liegt, abzüglich eines Drittels der Deckbalkenbucht in diesem Querschnitt und der mittleren Dicke der etwa vorhandenen festen oder dauernd angebrachten Wegerung.

Diese Bestimmung findet keine Anwendung, falls der zwischen dem Doppelboden befindliche Raum zur Aufnahme von Ladung benutzt wird. Vielmehr liegt dann der untere Punkt der Tiefe in der oberen Fläche des äußeren Bodens, bezw. der darauf befindlichen Cementlage. Jedoch wird auch hier die mittlere Dicke der auf dem Doppelboden etwa vorhandenen festen oder dauernd angebrachten Wegerung von der gemessenen Tiefe in Abzug gebracht.

Beträgt die Tiefe des durch den mittelsten Teilungspunkt der Länge gelegten Querschnittes nicht mehr als 5 m, so wird die Tiefe eines jeden Querschnittes in vier gleiche Teile geteilt und werden auf diesen Teilpunkten die zugehörigen Breiten bis zur Binnenbordsbekleidung gemessen.

Die Berechnung des Flächeninhaltes der Querschnitte geschieht nach der Simpsonschen Regel (Abteil. I. S. 129, Abteil. II. S. 392).

Beträgt jedoch die Tiefe des durch den mittelsten Teilungspunkt der Länge gelegten Querschnittes mehr als 5 m, so wird die Tiefe eines jeden Querschnittes, anstatt in vier, in sechs gleiche Teile geteilt, so daß anstatt fünf Breiten sieben Breiten der Querschnitte zu messen sind. Die Messung und Berechnung geschieht in derselben Weise.

§ 8. Aus dem nach den Vorschriften des § 7 ermittelten Flächeninhalt aller einzelnen Querschnitte wird der körperliche Inhalt des unter dem Vermessungsdeck

befindlichen Schiffsraumes wiederum nach der Simpsonschen Regel berechnet, indem man diesmal die Flächeninhalte der einzelnen Querschnitte als Ordinaten einführt. Als erste Ordinate y_0 wird immer der durch den Anfangspunkt der Länge am Bug gelegte Querschnitt genommen.

§ 9. Bei Schiffen, welche durch Dampf oder durch eine andere künstlich erzeugte Kraft bewegt werden, kann bei Ermittlung des körperlichen Inhaltes des inneren Schiffsraumes unter dem Vermessungsdeck in der Weise verfahren werden, daß die durch die festen, den Maschinenraum begrenzenden Querschotte gebildeten drei Abteilungen des inneren Schiffsraumes jeder für sich vermessen und die Summe dieser Räume als Gesamthalt des inneren Schiffsraumes unter dem Vermessungsdeck betrachtet wird. Die Vermessung dieser Abteilungen erfolgt in nachstehender Weise:

a) Der Inhalt des durch feste Querschotte begrenzten Maschinenraumes wird dadurch ermittelt, daß die Länge desselben in einer geraden Linie parallel zum Kiel von Schott zu Schott gemessen und diese Linie, wenn sie 16 m übersteigt, in vier gleiche Teile, wenn sie 16 m oder weniger beträgt, in zwei gleiche Teile geteilt wird. An den Begrenzungschotten, sowie auf jedem der Teilpunkte der Länge wird ein Querschnitt nach Maßgabe des § 7 gemessen. Die Berechnung des Inhaltes erfolgt entsprechend § 8.

b) Bei Ermittlung der vor und hinter dem Maschinenraum liegenden Abteilungen des inneren Schiffsraumes wird nach §§ 6, 7 und 8 verfahren mit der Maßgabe, daß die auf dem Vermessungsdeck ermittelte Länge jeder der beiden Abteilungen in eine Anzahl gleicher Teile, wie folgt, geteilt wird:

1.	eine Länge bis zu 12 m	in 2 Teile,
2.	" " " " 25 " "	4 " "
3.	" " " " 40 " "	6 " "
4.	" " " " über 40 " "	8 " "

Die Länge der vorderen Abteilung wird gemessen von der Hinterkante des vorderen Maschinenraumschottes bis zu dem im § 6 bestimmten Punkt neben dem Vordersteven, die Länge der hinteren Abteilung von der Vorderkante des hinteren Maschinenraumschottes bis zu dem im § 6 bestimmten Punkte am Heck.

§ 10. Hat das Schiff über dem Vermessungsdeck noch ein drittes Deck, so wird der körperliche Inhalt des Raumes zwischen dem dritten Deck und dem Vermessungsdeck (Zwischendeck) folgendermaßen bestimmt.

Die innere Länge des Raumes wird auf halber Höhe desselben von der inneren Fläche der Bekleidung neben dem Vordersteven bis zur inneren Fläche der Bekleidung der Inbülzer am Heck gemessen. Diese Länge wird in dieselbe Anzahl gleicher Teile geteilt, in welche die auf dem Vermessungsdeck gemessene Länge geteilt worden ist (§ 6). Hat die Vermessung des Raumes unter dem Vermessungsdeck nach § 9 stattgefunden, so ist die Länge des Zwischendeckraumes in diejenige Anzahl gleicher Teile zu teilen, in welche die Gesamtlänge des Raumes unter dem Vermessungsdeck nach § 6 hätte geteilt werden müssen, falls seine Vermessung nach den §§ 7 und 8 erfolgt wäre. An jedem dieser Teilungspunkte wird zunächst der normale Abstand der unteren Fläche des dritten Deckes von der oberen Fläche des Vermessungsdeckes oder deren Fluchtlinien gemessen; das arithmetische Mittel dieser Messungen ist die mittlere Höhe des Raumes. An jedem der gedachten Teilungspunkte, sowie an den Endpunkten der Länge, am Vordersteven und am Heck, werden die inneren Breiten nach Maßgabe des § 7 gemessen, u. zw. ebenfalls auf halber Höhe. Bei Räumen, deren Seitenwände mit einer Abrundung in das obere Deck übergehen, sind jedoch die Breiten nicht auf halber Höhe des Raumes, sondern auf einem Drittel der Rundung von unten zu messen.

Aus den gemessenen Breiten wird, indem man wieder die Breite am Bug als erste Breite annimmt, nach der Simpsonschen Regel der Flächeninhalt der mittleren wagerechten Durchschnittsfläche ermittelt, und dieser mit der mittleren Höhe des Raumes multipliziert, ergibt den Inhalt des gemessenen Raumes.

§ 11. Hat das Schiff mehr als drei Decks, so werden die über dem Vermessungsdeck befindlichen Zwischendeckräume, ein jeder für sich, in der im § 10 beschriebenen Weise vermessen.

§ 12. Der Raumgehalt derjenigen auf oder über dem obersten Deck fest angebrachten oder geschlossenen Aufbauten, welche dem Brutto-Raumgehalt des Schiffes zugerechnet werden sollen, wird nach Simpsons Regel durch 3 wagerechte und 3 lotrechte Schnitte berechnet.

Bei Aufbauten, deren Länge mehr als die Hälfte der Vermessungslänge beträgt, wird die Bodenfläche durch 5 Breiten-Ordinaten nach Simpsons Regel ermittelt und der Inhalt wie in § 10 bestimmt.

Bei der Vermessung von Aufbauten, deren Hinterwand durch ein rundes Heck gebildet wird, ist die hintere Breite nicht am Endpunkte der mittleren Länge, sondern in der Verlängerung der Hinterkante des Ruderstevens, bei Segelschiffen des Achterstevens, in halber Höhe des Raumes zu messen. Die mittlere Länge ist in solchem Falle auf einem Viertel dieser Breite zu messen.

Bei Räumen, deren Seitenwände mit einer Abrundung in das Deck (Bedachung) übergehen, sind die Breiten nicht auf halber Höhe des Raumes, sondern auf einem Drittel der Rundung von unten zu messen.

§ 13. A. In den Brutto-Raumgehalt wird einvermessen:

a) der Raumgehalt aller gedeckten und geschlossenen oder mit Vorrichtungen zum Verschließen versehenen Räume in dauernd angebrachten Aufbauten auf oder über dem obersten Deck, welche von Bedachungen und festen Schotten derart eingeschlossen sind, daß die Räume zur Stauung von Gütern oder zur Unterbringung oder sonstigen Bequemlichkeit der Reisenden und der Schiffsbesatzung, einschließlich des Schiffsführers, dienen können;

b) der Rauminhalt aller gedeckten und geschlossenen oder mit Vorrichtungen zum Verschließen versehenen Räume in dauernd angebrachten Aufbauten auf oder über dem obersten Deck, welche zur Navigierung oder Bedienung des Schiffes oder für den Zutritt von Licht und Luft zum Maschinenraum oder für die wirksame Thätigkeit der Maschine bestimmt sind;

c) der Raumgehalt aller auf oder über dem obersten Deck befindlichen Ladeluken, welche mit dem Laderaum in unmittelbarer Verbindung stehen, u. zw. soweit dieser Raumgehalt übersteigt bei Schiffen:

bis einschl. 50 cbm	$2\frac{1}{2}\%$	} des Gesamthaltens aller vermessen Räume.
von über 50 bis einschl. 100 cbm	2%	
von über 100 bis einschl. 150 cbm	$1\frac{1}{2}\%$	
von über 150 bis einschl. 300 cbm	1%	
von über 300 cbm	$\frac{1}{2}\%$	

B. Von der Einvermessung in den Brutto-Raumgehalt sind nachstehende auf oder über dem obersten Deck befindliche Räume ausgeschlossen:

a) Räume, welche auf einer oder auf mehreren Seiten offen sind;

b) einzelstehende Kappen über den Niedergängen zu den Kajüten, zu den Mannschaftsräumen, zum Maschinen- und Kesselraum, sowie einfallende Lichte aller Art, sofern diese Räume nicht zur Stauung von Ladung oder zur Unterbringung und Bequemlichkeit von Reisenden oder Mannschaften benutzt werden können.

C. Aufbauten auf oder über dem obersten Deck, welche lediglich zum zeitweiligen Aufenthalt oder Schutz der Reisenden bestimmt sind oder zur Unterbringung und zum Schutz von Vieh errichtet sind, können auf Antrag von der Einvermessung in den Brutto-Raumgehalt ausgeschlossen werden. Die Entscheidung hierüber steht dem Schiffsvermessungsamt zu.

III. Abzüge vom Brutto-Raumgehalt.

§ 14. Von dem Brutto-Raumgehalt kommen zur Bestimmung des Netto-Raumgehaltes in Abzug:

A. Räume zum Gebrauch der Schiffsmannschaft und zur Navigierung und Bedienung des Schiffes.

1. Alle abgetheilten Räume, sowohl über, wie unter dem obersten Deck, welche ausschl. für die Mannschaft bestimmt sind,

2. Ein über oder unter dem obersten Deck befindliches Speisezimmer, falls dasselbe zum ausschl. Gebrauch für die Schiffsoffiziere und die Maschinisten dient und eine angemessene Größe nicht überschreitet. Dieser Abzug ist jedoch bei Passagierschiffen, auf welchen ein zum Gebrauch für die Reisenden bestimmtes Speisezimmer fehlt, nicht gestattet.

3. Ein über oder unter dem obersten Deck befindliches zweites Speisezimmer, falls dasselbe zum ausschließlichen Gebrauch für den Bootsmann, Zimmermann u. s. w. dient und eine angemessene Größe nicht überschreitet.

4. Ein über oder unter dem obersten Deck befindliches Badezimmer, falls das-

selbe zum ausschließlichen Gebrauch für die Schiffsoffiziere und Maschinisten dient und eine angemessene Größe nicht überschreitet. Ein Abzug hierfür ist jedoch bei Passagierschiffen, auf welchen ein zum Gebrauch für die Reisenden bestimmtes Badezimmer fehlt, nicht gestattet.

Sind außerdem Badkammern (Waschräume) zum ausschließlichen Gebrauch für Heizer oder Seeleute vorhanden, so werden auch diese in Abzug gebracht.

5. Die über oder unter dem obersten Deck befindlichen Kochhäuser (Kombliisen), insoweit dieselben keine größere Ausdehnung haben, als erforderlich ist, um den mit der Zubereitung der Speisen für die Schiffsbesatzung beschäftigten Köchen Obdach zu gewähren.

6. Die über oder unter dem obersten Deck befindlichen Closets für die Schiffsbesatzung, falls diese Closets eine angemessene Zahl und Größe nicht übersteigen.

7. Ein Navigations- oder Kartenzimmer, falls dasselbe sich auf oder über dem obersten Deck befindet. Wohnt der Kapitän des Schiffes in diesem Zimmer, so darf als Raum für die zur Navigierung dienenden Gerätschaften nicht mehr als 8,49 cbm = 3 Registertons in Abzug gebracht werden.

8. Die Ruderhäuser, welche zum Schutz der Leute am Ruder bestimmt sind.

9. Das Ausguckhaus.

10. Die Signalhäuser.

11. Alle gedeckten und geschlossenen Räume, auf oder über dem obersten Deck, sowie alle abgeschlossenen Räume unter dem obersten Deck, in welchen Vorrichtungen zur Bedienung des Schiffes untergebracht sind, falls diese Räume nicht größer sind, als für ihren Zweck erforderlich ist.

Brutto-Raumgehalt.	Der Abzug für die unter 1 bis 6 aufgeführten Räume darf nicht übersteigen:	Der Abzug für die unter 7 bis 11 aufgeführten Räume darf nicht übersteigen:
Für Schiffe bis einschl. 50 cbm	18% d. Brutto-Raumgehalts u. 7 cbm	—
" " " " 100 "	14 " " " " " " " " 11 "	3 cbm
" " " " 150 "	11 " " " " " " " " 15 "	5 "
" " " " 300 "	10 " " " " " " " " 27 "	6 "
" " " " 600 "	9 " " " " " " " " 48 "	8 "
" " " " 900 "	8 " " " " " " " " 63 "	11 "
" " " " 1500 "	7 " " " " " " " " 90 "	15 "
" " " " 3000 "	6 " " " " " " " " 150 "	1 0/10 d. Brutto-
" " über 3000 cbm . .	5 " " " " " " " "	1 1/2 0/10 Raumgeh.

Für die Vermessung gelten die im § 12 gegebenen Vorschriften.

B. Bei Schiffen, welche durch Dampf oder durch eine andere künstlich erzeugte Kraft bewegt werden, wird außer den unter Abschnitt A aufgeführten Räumen vom Brutto-Raumgehalt in Abzug gebracht:

1. Der Inhalt der Räume, welche von der Maschine und den Dampfkesseln tatsächlich eingenommen werden und für die wirksame Tätigkeit derselben, sowie für den Zutritt von Licht und Luft zum Maschinenraum abgeschieden sind, auch wenn sie auf oder über dem obersten Deck belegen sind.

2. Der Inhalt solcher fest abgeschlossenen Kohlenbehälter, oder zur Aufnahme sonstigen Heizmaterials bestimmten Behälter, welche dauernd und derartig hergerichtet sind, daß aus ihnen das Heizmaterial unmittelbar vom Maschinenraum aus entnommen werden kann, welche aber zur Aufnahme von Ladung nicht bestimmt sind.

3. Bei Schraubendampfern der von den Wellentunneln eingenommene Raum.

Die Größe der vorstehend bezeichneten Räume wird durch Messung (§ 15) ermittelt, jedoch höchstens bis zur Hälfte des Brutto-Raumgehaltes in Abzug gebracht.

Bei Dampfschiffen, welche ausschließlich zum Schleppen anderer Schiffe oder ausschließlich zur Bergungszwecken dienen, wird der Inhalt sämtlicher Maschinen-, Dampfkessel- und Kohlenräume ohne Beschränkung auf die Hälfte des Brutto-Raumgehaltes in Abzug gebracht, falls diese Räume den in 1, 2 und 3 enthaltenen Bestimmungen entsprechen.

Unter keinen Umständen dürfen von dem Brutto-Raumgehalt Räume in Abzug gebracht werden, welche in denselben nicht mit einvermessen sind.

§ 15. Für die Vermessung der im § 14 unter B erwähnten Räume gelten folgende Vorschriften:

1. Es wird die Länge des Maschinenraumes sowie der fest angebrachten Kohlenbehälter zwischen den sie begrenzenden festen Querschotten gemessen. Ferner werden in Gemäßheit der Bestimmungen des § 7 drei Querschnitte gemessen bis zur Höhe des Decks des Maschinenraumes oder des unmittelbar über dem Maschinenraum befindlichen Decks, und zwar ein Querschnitt an jedem der beiden Endpunkte und ein Querschnitt in der Mitte der Länge. Im weiteren Anwendung der Simpson'schen Regel s. § 10.

2. Ist das unter Nr. 1 erwähnte, über dem Maschinenraum befindliche Deck nicht das oberste Deck des Schiffes, so wird der Inhalt des Raumes zwischen dem genannten und dem obersten Deck, soweit er für die Maschine oder für den Zutritt von Licht und Luft abgeschieden ist, in der Weise ermittelt, daß die mittlere Länge, mittlere Breite und mittlere Tiefe mit einander multipliziert werden. Der Inhalt dieses Raumes wird sodann dem Inhalt des übrigen Maschinenraumes zugerechnet.

Das Gleiche gilt von dem Inhalt der fest angebrachten Behälter für Kohlen oder sonstiges Heizmaterial, welche durch zwei oder mehrere Decks gehen.

3. Befinden sich die Maschine, die Dampfkessel oder die Behälter zur Aufnahme des Heizmaterials in selbständigen Abteilungen, so werden diese in der unter Nr. 1 und 2 angegebenen Weise einzeln vermessen.

4. Zur Ermittlung des körperlichen Inhaltes des von dem Wellentunnel bezw. den Wellentunneln der Schraubendampfschiffe eingenommenen Raumes werden die mittlere Länge, Breite und Tiefe des Tunnels mit einander multipliziert. Besteht der Tunnel aus mehreren Abteilungen, so wird jede Abteilung für sich vermessen.

Für die Vermessung der gedeckten und geschlossenen Räume oder über dem obersten Deck, welche für den Zutritt von Licht und Luft zum Maschinenraum oder für die wirksame Thätigkeit der Maschine bestimmt sind, gelten die im § 12 gegebenen Vorschriften.

IV. Abgekürztes Vermessungsverfahren.

§ 18. Die Länge wird auf dem obersten Deck von der inneren Fläche der Binnenbordsbekleidung neben dem Vordersteven bis zur Hinterkante des Hinterstevens — bei Schiffen mit Patentruder bis zur Mitte des Ruderherzens — gemessen.

Es wird ferner die größte Breite des Schiffes gemessen zwischen den Außenflächen der Außenbordsbekleidungen oder der Berghölzer. Auf der größten Breite wird sodann die Höhe des obersten Decks aufenbords an beiden Seiten vermerkt und mittelst einer straff um das Schiff herum und rechtwinklig zum Kiel unter diesem durchgezogenen Kette die Länge derjenigen Linie gemessen, welche den einen der vermerkten Punkte unter dem Kiel hindurch mit dem anderen gegenüberliegenden Punkte verbindet. Zur Hälfte des so ermittelten äußeren Umfangs wird die Hälfte der größten Breite addiert. Die sich ergebende Summe wird mit sich selbst multipliziert, sodann mit der nach Absatz 1 ermittelten Länge des Schiffes multipliziert und das Produkt wird nochmals, und zwar, wenn das Schiff zumeist von Eisen erbaut ist, mit 0,18, wenn es zumeist von Holz erbaut ist, mit 0,17 multipliziert. Die gefundene Zahl ergibt den Inhalt des unter dem obersten Deck befindlichen Schiffsraumes in cbm.

§ 19. Die Vermessung der gedeckten und geschlossenen Räume in dauernd angebrachten Aufbauten auf oder über dem obersten Deck erfolgt nach Maßgabe des § 12, die Abzüge vom Brutto-Raumgehalt nach Maßgabe der §§ 14 und 15.

V. Vermessung offener Fahrzeuge.

§ 20. Für die Bestimmung des Brutto-Raumgehaltes offener Fahrzeuge ist eine durch die Oberkante des obersten fest angebrachten Plankenganges horizontal gelegte Fläche als untere Fläche des Vermessungsdecks anzusehen.

Die Tiefen werden von denjenigen Querlinien ab gemessen, welche von Oberkante zu Oberkante des obersten fest angebrachten Plankenganges durch die Teilungspunkte der Länge gezogen sind.

Im übrigen kommen die Vorschriften der Abschnitte II und III zur Anwendung.

G. Norm zur Berechnung des Honorars für Arbeiten des Architekten und Ingenieurs,

aufgestellt vom Verbands deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine
und vom Verein deutscher Ingenieure im Jahre 1888.

Auszug.

I. Bauklasse.

1. Gewöhnliche landwirtschaftliche Gebäude aller Art, die allereinfachsten ländlichen und städtischen Wohngebäude.
2. Gebäude mit großen hohlen Räumen von ganz einfacher Konstruktion und Ausstattung, allereinfachste Fabrikgebäude, Lagerräume, Schuppen u. dergl.
3. Erdarbeiten jeder Art, einfachste Uferdeckungen (Faschinenbau, Steinwürfe, Pflasterungen), Trockenmauern, Ab- und Zuführungsleitungen für Wasser in Gerinnen oder Gräben ohne Kunstbauten, Brunnenanlagen einfachster Art, Straßensbefestigungen, Felssprengungen.

II. Bauklasse.

1. Bessere bürgerliche Wohngebäude auf dem Lande und die Mehrzahl der gewöhnlich konstruierten und ausgestatteten Wohnhäuser in Städten (Pfarrhäuser und einfache Villen, gewöhnliche Miethäuser, einfache Häuser für einzelne Familien, einfache Gasthäuser u. dergl.).
2. Die einfachsten öffentlichen Gebäude (Volksschulen, einfache Realschulen und Gymnasien, ganz einfache Kirchen, Armenhäuser, einfache Krankenhäuser, Bade- und Waschanstalten, Kasernen, Gefängnisse, Zollhäuser, einfache Bahnhofs-Hauptgebäude, ganz einfache Rathäuser, Gebäude für Amtsgerichte, untere Verwaltungsbehörden u. dergl.).
3. Die unter I. 2. genannten Gebäude, wenn von schwierigerer Konstruktion oder verwickelterer Anlage, einfache Speicher- und Fabrikgebäude, Lagerhäuser, Magazine, größere Werkstätten, gewöhnliche Pflanzenhäuser, Orangerien u. dergl.
4. Einfache Hafenanlagen, Schifffahrtskanäle ohne deren Kunstbauten, Stütz- und Futtermauern, Bohlwerke, Durchlässe, Deichsiele, kleinere Thalsperren, feste Wehre, Trockenlegungen, Ent- und Bewässerungen ohne Anwendung von Maschinen, Rohrfahrten oder unterirdische Kanäle ohne Verzweigungen, einfache feste gerade Brücken (bis 10 m Spannweite), Eisenbahnen im Flachlande, Straßenbahnen, einfache Eisenkonstruktionen im Hochbau.

III. Bauklasse.

1. Alle reicheren städtischen Wohngebäude und Villen, provisorische Ausstellungs- und Festgebäude u. dergl.
2. Alle unter II. 2. aufgeführten öffentlichen Gebäude, falls sie eine reichere architektonische Ausbildung oder ungewöhnliche und zeitraubende Studien erfordernde Einrichtungen erhalten, z. B. für Heizung, Lüftung oder andere Zwecke.
3. Alle übrigen öffentlichen Gebäude von höherer architektonischer Ausbildung im Inneren sowohl als im Aeußeren.
4. Gründungen aller Art, mit Ausnahme von Luftdruck- und Gefriergründungen, Schleusen, größere Hafenanlagen, Hellinge, bewegliche Wehre, Wasserbauten für Triebwerke, Ent- und Bewässerungen mit Stollen- oder Schachtbauten, Schöpfwerks-Anlagen, Entwässerungen von Städten, Anlagen zur Gewinnung, Reinigung, Aufbewahrung und Verteilung von Gas und Wasser, elektrische Beleuchtungs-Anlagen, Speicher und Fabrikgebäude schwierigerer Ausführung, mit maschineller Betriebs-einrichtung, Schachtspeicher, größere Hallen von Holz oder Eisen, schwierige feste Brücken (von 10 bis 60 m Spannweite), kurze einfache Tunnel, Eisenbahnen im Hügel-, Marsch- und Moorlande, Drahtseilbahnen, Hängebahnen, Straßensbefestigungen unter schwierigen Verhältnissen, schwierige Eisenkonstruktionen im Hochbau.

VI. Bauklasse.

1. Gebäude in reichster Ausstattung.
2. Luftdruck- und Gefriergründungen, Docks, geneigte Ebenen (Slips), Schiffs-

hebwerke, größere Thalsperren, besonders schwierige Brücken (von mehr als 60 m Spannweite), hohe Thalübergänge, hohe Aquadukte, Doppelbrücken für Straßen, Eisenbahnen und Kanäle, monumentale Brücken, bewegliche Brücken, schiefe Brücken aus Hausteinen, Trajekt-Anstalten, längere schwierige Tunnel, Eisenbahnen im Gebirgslande, besonders schwierige Eisenkonstruktionen im Hochbau.

V. Bauklasse.

Künstlerische Ausschmückungen für in sich abgeschlossene Bantelle. Denkmäler, Brunnen u. dergl. (Für den Ingenieur ohne Interesse, daher in Tafel, S. 712 nicht aufgeführt.)

VI. Bauklasse.

Maschinenanlagen und maschinentechnische Arbeiten.

Bedingungen, unter welchen die Honorar-Berechnung erfolgt.

So lange in den Anfängen einer der Bausummenstufen der Tafel S. 712 das Honorar, berechnet nach dem Prozentsatze dieser Stufe, einen kleineren Betrag ergibt, als der Höchstbetrag des Honorars der vorhergehenden Stufe, berechnet nach deren Prozentsatze, bildet dieser Höchstbetrag das Honorar.

Um- und Ausbauten sind, sobald ein besonderer Entwurf hierzu erforderlich ist, um ein Viertel höher, sobald kein Entwurf hierzu nötig ist, um ein Viertel niedriger zu berechnen, als die Tafel für Neubauten feststellt.

Umfasst ein Bauauftrag mehrere Gegenstände gleicher Art, so ist das Honorar für sämtliche Gegenstände zu berechnen.

Die Anfertigung mehrerer Entwürfe für ein und dieselbe Bauaufgabe ist besonders zu honorieren, und zwar mit der Hälfte des bezüglichen Satzes für jeden zweiten oder ferneren Entwurf.

Die Honorarsätze sind unter der Annahme festgesetzt, daß die Bauausführung durch Uebernehmer geschieht; erfolgt dieselbe ganz oder teilweise in Regie, so erhöht sich der Honorarsatz für „Ausführung und Abrechnung“ für den bezüglichen Teil der Anschlagsumme um die Hälfte.

Überschreitungen des Kostenanschlages führen keine Erhöhung des Honorars herbei, dagegen sind die Kosten von Erweiterungen, sowohl nach konstruktiver als nach dekorativer Seite, welche auf Veranlassung oder mit Einverständnis des Bauherrn geschehen, bei der Honorarberechnung zu berücksichtigen, event. gemäß der Bauklasse solcher Erweiterungsgegenstände.

Alle Zeichnungen bleiben geistiges Eigentum des Architekten oder Ingenieurs; der Bauherr kann eine Kopie des Entwurfs verlangen, darf diese aber ohne Genehmigung des Verfassers weder für sich, noch für andere aufs neue benutzen.

Leistungen, welche nicht nach der Bausumme berechnet werden.

I. Für Konsultationen, Korrespondenzen, Berechnungen, Anfertigung einzelner Zeichnungen, schriftliche Gutachten, Inventuren, Brandschadentaxen, Rechnungsrevisionen u. dergl. ohne Bauausführung.

Für die Stunde aufgewandter Zeit wird berechnet:

1. in der Wohnung oder dem Geschäftslokale	4 M.
2. außerhalb derselben, aber am Wohnorte	5 „
3. für den Bauführer oder Hülfingenieur	2 „
4. für den Zeichner oder Schreiber	1 „

Bruchteile von Stunden werden für volle Stunden gerechnet.

II. Für Reisen im Inlande, ohne Bauausführung:

Neben den Transportkosten für Personen und Gepäck werden berechnet:

1. für den Tag ohne Uebernachtung	50 M.
2. für den Tag mit Uebernachtung	60 „
3. für den Bauführer oder Hülfingenieur die Hälfte der vorstehenden Sätze.	

III. Für Reisen im Inlande, mit Bauausführung:

Wenn ein nach Maßgabe der Honorartafel zu vergütender Bauauftrag Reisen im Interesse dieses Baues oder dessen Ausführung erforderlich macht, so ist, neben dem nach der Anschlagsumme zu ermittelnden Honorar und den Transportkosten für Personen und Gepäck zu berechnen:

1. für den Tag ohne Uebernachtung	10 M.
2. für den Tag mit Uebernachtung	20 „
3. für den Bauführer oder Hülfingenieur die Hälfte der vorstehenden Sätze.	

Bezeichnung der Leistung.	Honorar in Prozenten der Kostenanschlags-Summe bei einer Kostenanschlags-Summe von <i>M.</i>										
	unter 5000	5000 bis 10 000	10 000 bis 20 000	20 000 bis 30 000	30 000 bis 50 000	50 000 bis 75 000	75 000 bis 100 000	100 000 bis 150 000	150 000 bis 300 000	300 000 bis 600 000	600 000 bis 1000 000
I. Bauklasse.											
Allg. Entw., Sk.	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,25	0,2
Entwurf . .	1,0	1,0	0,95	0,85	0,8	0,7	0,65	0,6	0,5	0,4	0,4
Arb.-Zchn.Det.	1,0	1,0	0,95	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,4
Kostenanschl.	0,6	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2
Ausführung .	1,2	1,15	1,05	1,0	1,0	0,9	0,85	0,75	0,7	0,6	0,6
Abrechnung .	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	0,2	0,2
Zusammen	5,0	4,7	4,35	4,0	3,8	3,4	3,1	2,85	2,6	2,2	2,0
II. Bauklasse.											
Allg. Entw., Sk.	1,1	0,95	0,75	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,25
Entwurf . .	1,2	1,2	1,15	1,05	1,0	0,9	0,85	0,75	0,7	0,7	0,6
Arb.-Zchn.Det.	1,4	1,4	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,9	0,8
Kostenanschl.	0,7	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,4	0,4	0,35	0,3	0,25
Ausführung .	1,6	1,55	1,45	1,35	1,3	1,2	1,15	1,05	1,0	0,9	0,9
Abrechnung .	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,25	0,2	0,2
Zusammen	6,5	6,1	5,65	5,3	5,0	4,5	4,1	3,85	3,6	3,3	3,0
III. Bauklasse.											
Allg. Entw., Sk.	1,4	1,2	0,9	0,75	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	0,4	0,3
Entwurf . .	1,4	1,4	1,3	1,25	1,2	1,1	1,05	1,0	0,9	0,85	0,8
Arb.-Zchn.Det.	2,0	1,95	1,85	1,75	1,7	1,6	1,5	1,45	1,4	1,4	1,3
Kostenanschl.	0,7	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,25
Ausführung .	2,0	1,85	1,65	1,55	1,5	1,4	1,35	1,25	1,2	1,1	1,1
Abrechnung .	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25
Zusammen	8,0	7,4	6,7	6,25	6,0	5,5	5,1	4,85	4,6	4,3	4,0
IV. Bauklasse.											
Allg. Entw., Sk.	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,8	0,65	0,55	0,5	0,5	0,4
Entwurf . .	1,6	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0	0,9
Arb.-Zchn.Det.	2,9	2,9	2,8	2,75	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9
Kostenanschl.	0,7	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Ausführung .	2,1	2,0	1,9	1,75	1,75	1,6	1,55	1,5	1,4	1,3	1,2
Abrechnung .	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zusammen	9,5	9,1	8,5	8,0	7,75	7,1	6,6	6,3	6,0	5,5	5,0
VI. Bauklasse. (Maschinentechnische Arbeiten.)											
	bis 5000	5000 bis 10 000	10 000 bis 20 000	20 000 bis 40 000	40 000 bis 60 000	60 000 bis 90 000	90 000 bis 120 000	120 000 bis 150 000	150 000 bis 200 000	200 000 bis 300 000	
Skizze, Kosten- überschlag .	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	
Gen-Zeichn. .	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	
Detail-Zeichn.	3,5	3,25	2,95	2,6	2,2	1,9	1,55	1,3	1,0	0,9	
Spec.-Anschl.	1,0	0,8	0,75	0,7	0,6	0,5	0,45	0,35	0,3	0,25	
Gen. Leitg.d.f	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	
Spec./Aufst.	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4	
Abrechnung .	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	
Zusammen	15,0	13,45	12,0	10,7	9,4	8,2	7,1	6,15	5,3	4,55	

Alphabetisches Sachverzeichnis.

Abkürzungen:

I = erste Abteilung, II = zweite Abteilung, T. = Tafel, G.-T. = Gewichtstafel, V.-T. = Vergleichungstafel.

A.

Ablafshahn (Lokom.) II 145.
 Ablesvorrichtungen II 4.
Abnutzung von Schienen
 II 183.
 — von Zapfen . . . I 419.
Absoluter Heizeffekt T. I 292.
 —e Temperatur . . . I 251.
Absperrschieber I 473, 490.
 —schieber f. Lokom. II 146.
 —ventil . . . I 490, 783.
Absteckungen (Vorarb.) II 45.
Abteufpumpe . . . I 602.
Achsblichsen . . . II 162.
 —druck (Schienen) . . II 76.
 —en . . . I 421; II 653.
 —en d. Lokom. II 152, 155.
 —en d. Wagen . . . II 163.
 —halter . . . II 162.
 —lasten von Güterzug-
 lokom. . . . II 277.
Achsiatturbine . . I 643, 653.
Achteck, Kern . . . I 357.
 —, Inhalt I 128.
Additionskurve . . I 46.
Adiabatische Zustands-
 änderung I 263.
Aequatoriales Trägheits-
 moment I 168.
Aetherdampf I 260.
Akkumulatoren f. Druck-
 wasser s. Kraftsammler.
 —, elektrische . . . II 574.
Aktionsturbine I 643, 653.
d'Alemberts Princip I 187.
Alhidade II 7.
Alkohol, Ausdehnung I 285.
 —dampf I 260.
 —, Gefrierpunkt . T. I 575.
 —, spec. Gew. . . . II 616.
 —thermometer . . . I 282.

Allan-Umstenerung . I 708.
 Aluminium . I 307; II 667.
Ampère II 567.
 —sches Gesetz . . . II 571.
Ammoniakdampf I 252, 256.
Amslersches Polarplan-
 meter II 18.
Analytische Geometrie I 90.
Anker d. Kessel I 756; II 141.
 —, Gewölbe- II 300.
 —, Schiffs- II 374.
 — v. Dynamos . . . II 585.
 —draht (Dynam.) . II 585.
 —kern (Dynam.) . . II 586.
Anlaufsfarben (Stahl) II 621,
 647.
Anlegemaschine . . II 490.
Anmeldung v. Patenten II 701.
Ansatzgerinne . . . I 226.
Anschlussstücke f. Rohr-
 leitungen . . . T. I 472.
Anstellungswinkel (bei
 Werkzeugen) . . I 538.
Anstrichfarben G.-T. II 372.
Anthracit I 293; II 446.
Antifriktionskurve . I 114.
 —metall II 665.
Antrieb der Kraft . I 176.
Appoltscher Ofen . II 447.
Appretiermaschine . II 536.
Appretur II 498, 527, 532.
Aräometer II 617.
Arbeit I 176.
 —äquivalent I 301.
 —seinheiten . V.-T. II 698.
 —leistung II 279.
 —smaschinen I 535.
 —sstärke I 176.
 —sverhältnisse d. Ge-
 triebe I 203.
 —sverlust, spec. . . . I 204.
 — v. Zugorganen I 215.

Arbeitsvermögen I 175, 193.
Archimedische Spirale I 110.
Arcus-Funktionen . . I 54.
Arithmetik I 32.
Arithmetische Reihen I 47.
Armatur d. Kessel . I 780.
 — d. Lokomotivkessel II 144.
 — d. Schiffskessel . . II 443.
Aschkasten (Lokom.) II 142.
Asphaltächer II 321.
 —estrich II 328.
 —flizplatten II 304.
Astronomisches Fernrohr II 3.
Asymptote I 95.
Atmosphäre I 250; V.-T.
 II 698.
Atomgewichte . T. II 609.
Atwoodsche Formel II 399.
Auflager bei Blech-
 trägern II 205.
 — f. Dächer II 311.
Auflockerung d. Bodens II 61.
Aufnahmen (Eisenb.) II 43.
Auftrieb I 219.
Aufwerfhammer . . I 542.
Aufzug I 590.
 —seile I 453.
Ausbau II 323.
Ausblasevorrichtung I 784.
Ausdehnung durch
 Wärme I 283.
 —skoefficienten I 252, 283.
 —skuppung T. I 426.
Ausflufs der Gase . I 267.
 —geschwindigkeit der Gase
 I 267.
 — des Wassers . . . I 221.
 — b. konstant. Druck I 222.
 — b. wechslnd. Druck I 227.
 —koefficient I 223, T. I 227,
 268.
 —menge I 221, 268.

- Ausfluß b. Wehranlagen I 228.
Ausströmung (Dampfkn.) I 680.
Austrittsdeckung (Dampfkn.) I 691.
Axonometrisches Verfahren I 134.
- B.**
- Backenbremsen . . . I 465.
Badeeinrichtungen . . . II 360.
Bahnbau . . . II 57.
—gräben . . . II 58.
—hofsanlagen . . . II 116.
—körper . . . II 57.
—steige . . . II 122.
—unterhaltung . . . II 183.
Balkendecken . . . II 303.
—stärken . . . T. II 324.
Ballast . . . II 379.
Ballenbrecher . . . II 499.
Bandbremsen . . . I 466.
—eisen . . . II 622.
—sägen . . . I 547.
Barometrische Höhen-
mefsinstrumente II 17.
— Höhenmessung II 24, 43.
Barchent-Spinnerei . . II 509.
Basis d. natürl. Logar. I 30.
Bauanlagen . . . II 359.
—grube, Umschliefs. d. II 282.
—grund, Untersuch. d. II 282.
—hölzer . . . II 675.
—konstruktionen . . . II 195.
—plan, Aufst. (Eisenb.) II 56.
—steine, natürl. . . II 667.
— —, künstl. . . II 291.
—stoffe, Gew. d. . . II 269.
— —, Festigk. d. I 308, 310.
—werkzeu . . . II 653.
—werke, Kosten d. II 363.
Büchekessel . . . II 531, 533.
Baumé, Grade n. . . II 617.
Baumwolle . . . II 499, 532.
—seilbetrieb . . . I 414.
Bazinsche Konstante I 241.
Beauforts Skala d. Wind-
stärke . . . II 416.
Behälter, Gas- I 387; II 552.
— v. Intze . . . II 127.
Belageisen . . . T. II 632, 654.
Belastete Wellen . . . I 424.
Belastung v. Bauteilen II 270.
—slinie . . . II 262.
—, unsymmetrische . I 319.
—, zulässige . . . T. I 309.
Beleuchtung . . . II 357.
—, elektrische . . . II 595.
— d. Personenwagen II 170.
—skörper, elektr. II 595, 608.
Belleville-Kessel . . . I 747.
Benzin-Motoren . . . II 565.
- Beobachtungsfehler . . I 86.
Bergwerksketten T. I 457.
Berührungsnormale . . I 147.
Beschleunigung . . . I 137.
— d. freien Falles I 130, 141.
— d. Schwerpunktes I 189.
—en, Parall. u. Polyg. d. I 142.
—s-Pol . . . I 151.
Besselsche Erdmaße II 24.
Bessemer-Birnen . . . II 463.
—Eisen . . . II 621.
—Werke . . . II 462.
Beton . I 308, 310; II 674.
—decken . . . II 327.
—estrich . . . II 328.
—schüttung . . . II 283.
Betriebskosten (Eisenb.)
II 34.
—mittel (Eisenb.) . . II 136.
Bettung d. Schienen II 93.
—höhe . . . II 57.
Bewegung, ebene . . I 147.
—, geradlinige . I 137, 179.
—, Hodograph d. . . I 144.
—, krummlinige I 142, 181.
— auf Kurven . I 185, 191.
—, Projektion d. . . I 143.
— v. Massen . . . I 187.
— d. Schwerpunktes I 188.
— d. Gase durch Rohr-
leitungen . . . I 271.
— d. Wasserdampfes d.
Rohrleitungen . . I 273.
—sgröße . . . I 175.
—lehre, geometrische I 137.
—starrer Körper . I 144.
—sverhältnisse d. starr.
Ebene . . . I 147.
Bieigungsbeanspruch.,
einfach . . . T. I 332.
— —, zusammenges. T. I 339.
—federn . . . I 369.
—festigkeit . . T. I 307, 315.
—spannung . . . T. I 309.
Bilgepumpen . . . II 434.
Bindersparren . . . II 310.
Binomialkoeffizienten I 33.
Binomischer Satz . . I 32.
Blasrohr (Lokom.) . . II 143.
Blauerei . . . II 536.
Bleche I 307, 753, G.-T. II
619, 654, 655.
—e, Gew. d. (Schiffbau) II 371.
—bögen . . . II 237.
—dächer . . . II 317.
—träger . II 204, T. II 207.
—walzwerke . . . II 469.
Blei . . . I 307; II 663.
—blech . . . G.-T. II 619.
—dächer . . . II 317.
—draht . . . II 664.
—rohre . . . T. I 482.
—sicherungen . . . II 603.
- Bleichen (Text.) II 531, 532,
534.
— d. Papierstoffes . II 538.
Bleichertsche Drahtseil-
bahnen . . . II 188.
Bleuelstangen . . . I 506.
Board of Trade, Vor-
schriften des . . . II 389.
Bobliersche Konstrukt. I 150.
Bodenförderung II 63, 279.
—speicher . . . II 472.
Bogen-Differential . . I 93.
—, elastische . . . II 237.
— mit Gelenken . . . II 241.
—höhen . . . T. I 28.
—lampen . . . II 596.
—längen . . . T. I 28, 97.
—punkte, Absteck. d. II 46.
—träger . . . II 234.
—weiche . . . II 100.
Bohlen . . . II 678.
—rost . . . II 286.
Bohnesches Taschen-
niveau . . . II 13.
Bohrmaschinen I 539, 549.
Bolzenabmessung. I 380, 382.
Boote, Gew. d. . . II 376.
Böschungen . . . II 59.
—swinkel . . . T. II 256.
Brandmauern . . . II 290.
Braunkohle . I 293; II 446.
Brechmaschine . . . II 490.
Breitenmetacentrum II 394.
Breitwaschmaschine II 528, 533.
Breitziegeldächer . . II 314.
Bremsbergselle . . T. I 451.
—en . . . I 465; II 169, 176.
Brenner, Normal- . . II 547.
Brennzeit . . . II 555.
Brennstoffe I 293; II 446.
—, Heizeffekt d. . . T. I 293.
Breter . . . II 678.
—fußböden . . . II 327.
Brigantine . . . II 417.
Briggische Logarithmen T. 12.
Bronze . . . I 307; II 665.
—blech . . . G.-T. II 619.
—draht . . . II 665.
—rohre . . . T. I 479.
Brownische Umsteuer. I 712.
Bruchbelastungen. T. I 307.
Bruchsteinmauerwerk II 291.
Brücken, Belast. u. Gew.
d. II 273.
— — Gewölbe . . . II 259.
—konstruktionen . . II 195.
—pfeiler, Durchfluß des
Wassers zwischen I 229.
—wage . . . II 124.
Buckelblech . . . II 643, 654.
Bügelträger . . . I 757.
Bürsten f. Dynamos II 587.
—maschine . . . II 473, 530.

Builders Old Measurement II 390.
 Bussole II 10.

C.

(Die hier nicht aufgeführten
 Wörter s. unter K.)

Cabeo, Stab des . . . I 249.
 Cellulose II 542.
 Cement I 308, 310; II 293, 672.
 —dächer, Holz- . . . II 322.
 —mörtel II 304, 674.
 —stahl II 467, 621.

Centralbewegung . . . I 184.
 —ellipse I 169, 319.
 —ellipsoid I 168.
 —heizung s. Sammelheizung.

Centrifugalkraft s. Centripetal-
 petalkraft.

—momente I 168.
 —pendel I 187.
 —pendelregulatoren . I 520.
 —sichtmaschine . . . II 477.
 —trockenmaschine . . II 533.

Centripetalbeschleunigung
 I 144.

—kraft I 184.

Centrischer Stofs . . . I 193.

Chamottenmörtel . . . II 674.

Charakteristik d. Dynamos
 II 580.

Chausseebrücken . . . II 259.

Chemische Elem. T. II 609.
 — Formeln T. II 609.
 — Verbind. . . . T. II 609.

Chinagrass II 494.

Cirkulationspumpen (Schiffs-
 masch.) II 434.

Cissoide I 114.

Clapeyronsche Gleichung
 I 255; II 344.

Clausius'sche Temperatur-
 funktion I 264.

Cleveland Röstofen II 450.

Coppée-Ofen II 447.

Copsmaschine II 498.

Cosinus T. I 24, 51.

Cotangens T. I 26, 51.

Cowper-Apparat . . . II 454.

Cyklische Kurven . . . I 107.

Cykloide, gemeine . . . I 107.

—npendel I 186.

—nverzahnung I 392.

Cyklometrische Funktio-
 nen I 49, 54.

Cylinder I 712.

—, Gleichung I 124.

—, Inhalt I 130.

—, Schwerpunkt . . . I 165.

—, Trägheitsmoment I 173.

—bohrmaschine . . . I 541.

Cylindergebläse . . . I 617.

—huf, Inhalt I 131.

—kanäle I 687, 713;
 II 151, 428.

—maschine II 541.

— f. Dampfmasch. . . I 712.

— f. Pumpen u. Pressen I 468;
 II 665, 666.

— f. Sichtapparate . . II 477.

Cylindrische Schrauben-
 feder I 373.

—e Schraubenlinie . . I 120.

—er Ring, Inhalt . . . I 133.

D.

Dachdeckungen . . . II 314.

—konstruktionen II 195, 251,
 305.

—latten II 305.

—rinnen II 323.

—schalung II 305.

Dächer II 305.

—, Gewicht II 271.

Dalton'sches Gesetz . . I 253.

Dämpfe, Mechanik d. . I 250.

Dampfabsperrentil . . I 783.

Dampfbauchkessel . . II 531.

Dampfbeylinder . I 469, 712.

— f. Schiffsmaschinen II 425.

—trockenmaschine . . II 534.

Dampfdiagramme . . I 679.

Dampfdruckpumpen . . I 590.

Dampfhämmer I 542.

Dampfheizung II 351.

—srohre . I 299; T. II 352.

Dampfkanäle I 687, 713.

— f. Lokomotiven . . II 151.

— f. Schiffsmaschinen II 428.

Dampfkessel I 722.

—bestimmungen . . . I 786.

—bleche I 753; II 655.

—Büden I 760, T. I 770.

—Einzelheiten I 753; II 660.

—Konstruktionen . . I 771.

—Prüfung I 808.

—Vernietung I 885; T. I 766.

—Wandungen I 757, T. I 761.

Dampfleitung I 716; II 352,
 435.

—en, Berechnung . . . I 273.

Dampfmaschinen . . . I 661.

— f. Schiffe II 425.

— Untersuchung d. . . I 814.

Dampfrahmen II 288.

Dampframme T. I 731.

Dampfstrahlgebläse I 626.

—pumpen I 590.

Dampfverbrauch (Dampf-
 masch.) T. I 670, 678.

— v. Dampfleit. . . . T. I 276.

Dampfwärme I 255.

Darcy-Pitotsche Röhre I 249.

Darcyscher Reibungs-
 koefizient T. I 233.

Daumenräder T. I 458.

—rollen I 459.

Decken (Gebäude) II 270, 324.

—anker (Lokom.) . . II 141.

—träger (Dampf k.) . . I 757.

Decoupiersägen I 548.

Défibreur II 540.

Defektirapparat . . . II 530.

Delisches Gewinde I 377.

Delta-Metall I 307; II 666.

Deployment, Berechnung
 d. II 392, 396.

—, Bestimmung d. erforderl.
 II 368.

—, Schwerg. d. II 379, 394.

—s-Skalen II 390.

Descartessches Blatt I 114.

Desintegratoren . . . II 477.

Determinanten I 37.

Diagramme f. Dampf m. I 679.

— f. Gebläse I 619.

Differential d. Bogens I 93.

—bremsen I 466.

—flaschenzug I 551.

—gleichungen I 81.

—kolben I 579.

—lampe II 598.

—pumpen I 600.

—rechnung I 66.

Diffuser I 612.

Dimetrische Projektion I 135.

Diopter II 2.

—busssole II 10.

Dismembratoren . . . II 477.

Döhnen-Leblanc'sche Rel-
 bungskupplung T. I 428.

Dom, Dampf- I 781; II 142.

Doppelbronzdraht . . II 665.

—haken I 464.

—punkt I 97.

—schiebersteuerungen I 698.

—schlußmaschine II 578, 589.

—weiche II 100.

Dosenlibelle II 5.

Draht II 294, 642, 649, 659,
 664, 665.

—-Festigkeit . . . I 308, 314;
 II 665.

—-Gewichte T. II 618, 664,
 665.

—lehren V.-T. II 641.

—riesen II 186.

—walzwerke II 469.

Drahtseilbahnen . . II 186.

—e, T. I 417, 448.

—e, Elasticitätsmodul d. 1216.

—e, Reibung d. . . . I 214.

—rollen I 550.

—trieb I 415.

—trommeln I 455.

Drehbänke I 537.

- Dreherei f. Eisenbahn-**
 werkstätten . . . II 182.
 —gestell (Eisenb.-Wg.) II 164.
 —krane . . . I 557, 566, 579.
 —moment . . . T. I 177.
 —paare . . . I 155.
 —scheiben . . . II 106.
 —scheibengleise . . . II 110.
 —schieber . . . I 695, 782.
 —schränke . . . II 70.
 —strom . . . II 592.
Drehungen, Zusammensetz.
 u. Zerlegung . . . I 145.
 —festigkeit . . . I 350.
 —spannungen . . . T. I 309.
 —swinkel . . . I 353.
 Dreicylindermasch. I 676, 686.
Dreiecke . . . I 54; T. I 55.
 —, Inhalt . . . I 126.
 —, Schwerpunkt . . . I 163.
 —e, sphärische s. Kugeldreiecke.
 —feder . . . I 369.
 —ige Platte, Trägheitsmoment . . . I 173.
 —smessung . . . II 19.
 —träger . . . II 219.
 Dreifafsvorrichtung II 6.
 Dreileitersystem . . . II 601.
 Dreimast-Schoner . . . II 417.
 Drescher, Hadern- . . . II 536.
 Drosselklappe, Widerst.
 d. I 239.
Druck, atmosphär. . . . I 250,
 V.-T. II 700.
 — excentrischer . . . I 358.
 —, hydrostatischer . . . I 217.
 —festigkeit . . . T. I 307.
 —höhen . . . T. I 140, 220.
 —höhenverbrauch in Rohrleitungen I 235; II 346.
 —lager f. Schiffsmasch. II 432.
 —leitung . . . I 574.
 —leitungen, Widerst. in I 231, 272; II 346.
 —pumpen . . . I 574, 593, 603.
 —Regulator (Gasfabr.) II 554.
 —spannungen . . . T. I 309.
 —turbine . . . T. 643, 646.
 —wasserpressen II 486, 498, 530.
 —windkessel . . . I 597, 599.
 Düsen . . . I 268; II 452, 458.
 Dupuitscher Reibungskoeffizient . . . I 233.
Durchlässigkeit d. Baustoffe für Luft . . . II 332.
 — — — für Wärme I 296.
Dynamik flüssiger Körper
 . . . I 219.
 — starrer Körper . . . I 174.
 Dynamik v. Gasen . . . I 267.
 Dynamische Stabilität II 401.
 Dynamomasch. II 573, 577.
- E.**
- Æ-Eisen** . . . T. II 633, 640.
Ebene Bewegung . . . I 147.
 — Flächen . . . I 759.
 — im Raum . . . I 115.
 Eckstücke f. Rohrleit. I 472.
 Effekt s. Leistung.
 Eggenriemasch. . . II 499.
Ehrhardtscher Schieber
 . . . I 696.
 —s Ventil . . . I 490.
 Eimerwerk . . . I 587.
 Eincylindermasch. I 673, 679.
 Einfufslinien . . . II 234.
 Einfriedigung (Eisenb.) II 67.
 Eingrifflohe . . . I 391.
Einheiten, elektrische II 567.
 —, mechan. . . . I 175.
 Einsprengmasch. . . II 498.
Eisen . . . II 620.
 —, zulässige Spann. I 207.
 —blech T. II 619, 642, 655.
 —blechdächer . . . II 318.
 —erze . . . II 449.
 —fachwände . . . II 302.
 —hüttenkunde . . . II 445.
 — — — Lieferungs-Vorschriften II 649.
 —profile f. Eisenbahnwagen II 162, T. 628.
Eisenbahnbau . . . II 28.
 —betrieb . . . II 173.
 —brücken, Gew. u. Belastung II 212, 259, 275.
 —material . . . II 651.
 —schienen . . . II 76, 651.
 —schwelle . . . II 83, 651.
 —wagen . . . II 157, 169.
 —werkstätten . . . II 178.
 —wesen . . . II 27, 679.
Eisenkonstruktionen,
 Nietverb. f. . . I 388.
 — Querschnittsbest. d. I 312.
Eiserne Dächer . . . II 308.
 — Querschwellen T. II 86.
 — Schiffe, Gew. d. . . II 369.
 Ejektoren . . . I 590.
Elastizitätsgrenze . . . I 303.
 —modul I 216, 304, T. I 307.
Elastischer Bogen . . . II 237.
 — Linie . . . I 318.
 Elektricitätszähler . . . II 604.
Elektrische Beleucht. II 595.
 — Kraftübertragung II 599.
 — Mafseinheiten . . . II 567.
Elektrolyse . . . II 570.
 —magnetismus . . . II 571.
 —technik . . . II 567.
- Elementarbeweg.** . . . I 144.
 —arschraubenbeweg. I 145.
 —e s. Maschinenteile I 375.
 —e, chemische . . . T. II 609.
 —e, galvanische . . . II 574.
 Elevatoren . . . II 482.
Ellipse . . . I 99.
 —nabschnitt, Schwerp. I 164.
 —nlenker . . . I 510.
Ellipsoid, Gleich. . . . I 123.
 —, Inhalt . . . I 133.
 —, Schwerpunkt . . . I 166.
 —, Trägheitsmom. . . I 174.
Elliptische Platte, Trägheitsmom. . . . I 173.
 — Räder . . . I 399.
 Enkesches Gebläse . . . I 625.
 Entlastete Schieber . . . I 697.
 Epicykloide . . . I 108.
Erdarbeiten . . . II 61.
 —arten, Gew. . . . T. II 256.
 —druck . . . II 253.
 —förderung. T. II 64, 279.
 —gewinnung . . . T. II 62.
 —maße . . . II 24.
 —pisé . . . II 292.
 Erfindungen, Anmeld. z. Patenten für . . . II 703.
 Erleuchtung s. Beleuchtung.
 Erze, Eisen- . . . II 449.
 Estriche . . . II 328.
 Etagen-Ring-Ventil . . . I 490.
Eulersche Grundgl. I 217, 219.
 —r Satz . . . I 123, 149.
 Evanscher Lenker . . . I 510.
 Evolute . . . I 96.
Evolvente . . . I 96, 110.
 —verzahnung . . . I 396.
Excenter . . . I 505.
 —rischer Zug u. Druck I 358.
 Exhaustoren . . . II 551.
Expansionskurve . . . I 262.
 —steuerungen . . . I 697.
 Exponentialreihen . . . I 48.
 Exprefs-Karde von Risler . . . II 502.
 Extraktionskessel . . . II 531.
- F.**
- Fabry-Gebläse . . . I 625.
Fachwände . . . II 301.
 —werkbogen . . . II 234.
 —werkträger . . . II 208, 236.
 Fahrbare Krane . . . I 562.
 Fahrgeschwindigkeit d. Lokom. . . . T. II 138.
 Falzliegedächer . . . II 314.
 Fangedämme . . . II 283.
Fall im luftgefüllten Raum . . . I 179.
 — im luftleeren Raum I 141.
 — auf schiefer Ebene I 186.

- Fallhöhen** . T. I 140; II 346.
 —hämmer, Wirkung d. I 196.
 —rohre (Mühlen) . II 482.
Faradays Gesetz . II 570.
Farbenanstriche . T. II 372.
Flüßbeextraktionskessel II 531.
Färberei . . II 531, 535.
Farcot-Steuerung . . I 703.
Fafs, Inhalt . . . I 133.
Federbarometer . . II 17.
 —n d. Lokom. . . II 156.
 —n d. Wagen I 371; II 163.
 —regulatoren . . . I 698.
 —rohre, kupferne T. I 481.
Fehlerausgleichung . II 19.
Feinblech G.-T. II 642, 643.
 —lehren . . . V.-T. II 641.
 —walzwerk . . . II 469.
Feineisenwalzwerk . II 469.
 —karde II 496.
 —krepel II 493.
 —spinnerei . . II 497, 525.
 —spinnmasch. . II 492, 497,
 506, 519.
Feldmagnete . . . II 584.
Feldmaße . . . V.-T. II 684.
Feldsteinpflaster . . II 327.
Fenster II 296, 328.
Fernisventil I 487.
Fernrohr II 3.
 —bussole II 11.
 —schlufeinrichtung II 69.
Ferrarisches Verfahren I 43.
Festigkeit d. Federn I 368.
 —d. Gefäßwände . I 363.
 —d. Platten . . . I 365.
 —, zusammenges. . I 354.
 —skoeffizienten . T. I 307.
 —slehre I 303.
Fetten II 310.
 —dächer . II 251, 306, 318.
Feuchtigkeitsehalt d.
 Garne II 489.
 d. Luft I 257; II 337.
Feuerbüchse I 772.
 — (Lokomotivkessel) II 140.
Feuerfeste Materialien II 445.
Feuergeschränke . . I 781.
 —löschgruben . . . II 129.
 —thür, Lokom.-Kessel II 141.
 —ung T. I 726.
 —ungsanlagen . . . II 356.
Filter II 336.
Finsche Umsteuerung I 710.
Fischbauchträger . . II 221.
Fittings II 560.
Flacheisen II 622, G.-T. 624.
 —müllerei II 474.
 —ziegeldächer . . . II 314.
Flachs II 489.
 —spinnerei II 490.
Flächen, krumme . I 121.
 —ermittlung (Erdb.) II 49.
Flächengleichen Potentials
 I 183.
 —, Inhalte von . I 97, 126.
 —, Princip der . . I 183.
 —, Schwerpunkte v. I 163.
 —, Trägheitsmom. v. I 172.
 —berechnung II 26.
 —druck (Zapfen) . . I 205.
 —maße. V.-T. II 683, 690.
 —stützung I 198.
Flammen, Normal- II 547.
 —ofenflusseisen . . II 465.
 —rohre I 758, T. I 764, 771.
 —rohrkessel I 738.
Flanschen, Formstücke
 T. I 475.
 —rohre T. I 470, 477.
Flaschenzüge I 551.
Fliegnersche Tafel . I 258.
Fliesenpflaster . . . II 327.
Flortellapparate . . II 524.
Flügelhelmasch. . I 548.
 —rad d. Gebläse . . I 610.
 —spinnmasch. . . . II 508.
 —wolf II 523.
Flüsse, Wasserbew. in I 241.
Flüssige Körper . . I 217.
 —keitsmaße . V.-T. II 684.
 —keitswärme I 254.
Flusseisen, Darst. II 462, 621.
 —blech G.-T. II 619.
 —, Härtetafel . . . T. II 649.
 —, Schwellen aus II 85, 88,
 651.
Flusstahl II 462, 621.
 —blech G.-T. II 619.
 —, Härtetafel . . . T. II 649.
 —rohre I 478.
Flyer II 491, 496, 505, 518.
Förderarten II 63.
 —gurte II 480.
 —kosten (Erdb.) . . II 66.
 —masch. I 583.
 —mengen v. Baustoffen II 282.
 —schnecken II 480.
 —seile I 443.
Formänderungsarbeit II 231.
 —en II 452, 458.
 —stücke f. Rohrleit. I 472.
Fortinsches Gefäßbarometer
 II 17.
Frachtdampfer . . . T. II 385.
Francis-Patent-Boote II 376.
Früsmasch. I 541, 548.
Freibord II 381, T. 385.
 —strahlurbine . . . I 646.
Frontwände II 289.
Fronde, Berechnung d.
 Schiffswiderst. . II 406.
Führungen I 510.
Füllungen (Dampf.) T. I 665.
Fundierung s. Gründung.
Fankenbildung (elektr.) II 587.
Funkenfinger f. Lokom.
 II 144.
Funktionen, cyklometr. I 49.
 —, gonometr. . . . T. I 24.
 —, irrationale I 74.
 —, rationale I 72.
 —, transcendente . . I 76.
Fußböden II 327.
Futter d. Bessemer-Birnen
 II 463.
 —mauern II 59, 256.
G.
Gaffelschoner II 417.
Gallsche Ketten . . . I 460.
Gallowayrohre I 775.
Galvanische Elemente II 574.
Garnfärberei II 535.
 —numerierung . T. II 488.
Gasausbente II 545.
 —behälter II 552.
 —belichtung II 357.
 —e, Mechanik d. . . I 250.
 —fabrikation II 545.
 —fünge II 455.
 —leitungen T. II 556.
 —messer II 552, 560.
 —motoren II 563.
 —rohre T. I 476.
 —rohr-Gewinde . . . I 384.
 —verbrauch II 554.
Gattersügen I 546.
Gaußsche Formeln . I 57.
Gay-Lussacsches Gesetz I 251.
Gebäude, Kosten u. s. w.
 II 363.
Gebläse I 609; II 463.
 —gasröstöfen II 450.
Gefälle II 39.
Gefängnisse II 360.
Gefäßbarometer . . . II 17.
 —wände, Festigk. d. I 363.
Gefrierpunkte . T. I 288, 575.
Gegendiagonalen . . II 217.
 —gewichte d. Lokom. II 153.
Gelenkgeradführungen I 510.
 —ketten I 460.
 —schrangen II 70.
Genauigkeitskoeffizient I 86.
Generatoren II 548.
 —gas II 563.
Geodäsie s. Vermessungs-
 kumde.
Geometrie, analytische I 90.
 —sche Reihen I 47.
Gepäckwagen II 171.
Gerade i. d. Ebene . I 91.
 —i. Raum I 115.
 —, Schwerpunkt . . I 163.
 —Trägheitsmom. . . I 172.
Geradflankenverzahnung I 395.
 —führungen I 510.

- Geradlinige Beweg.** I 137, 179.
 —linige Schwingung I 180.
Gerbstahl II 621.
Gerüste f. Krane I 565.
Gesättigte Dämpfe I 250, 254.
 —r Wasserdampf T. I 257.
Geschichtete Körper, G.-T.
 II 617.
Geschützbronze I 307, 309;
 II 665.
Geschwindigkeit, Erkl. I 137.
 — d. Schiffe II 405.
 — d. Züge II 175.
 — d. Wassers in Kanäl. I 244.
 —en, Parall. u. Polyg. d. I 142.
 —höhe T. I 140, 220; T. II 346.
 —koeffizient I 223.
Gesinse II 293.
Gesperre I 464.
Gestänge I 692.
Gesteine, natürl. II 667.
Gestelle d. Lokom. II 154.
 — d. Wagen II 160.
Getreide, Putzen und
 Reinigen II 472.
 —maße V.-T. II 684.
 —mühlen II 471.
 —scheunen II 361.
 —speicher II 471.
Getriebe, Arbeitsver-
 hältnisse d. I 203.
 —, selbstperrende I 203.
Gewichtstafeln versch.
 Länder II 690.
Gewinde I 377.
 —systeme I 383.
Gewölbe II 259, 298.
 —modul T. II 264.
Gewundene Federn I 372.
Giebelwände II 289.
Gießereibetrieb II 459.
Gilibox II 491, 515, 518.
Gips II 294.
 —mühlen II 487.
 —putz II 302.
Glasdächer II 316.
Gleichförmige Bewegung
 d. Wassers I 241.
 —gewicht I 197.
 —gewicht d. Kräfte I 158.
 —strommasch. II 577.
 —strom-Transformatoren
 II 595.
 —ungen I 39.
Gleisabstand II 122.
 —anordnung II 120.
 —bau II 76.
 —entfernung II 38.
 —kreuzungen II 97, 101.
 —lage II 71.
 —umbau II 184.
 —verschlingung II 101.
Gleitende Reibung I 198.
Gleitmodul I 304, T. I 307.
 —punkt I 147.
Glockenmetall II 665.
Glühlampen II 595.
Glycerin, Gefrierp. T. I 575.
Goldschmidtsches Feder-
 barometer II 17.
Goniometrie I 51.
 —sche Funkt. T. I 24, 51.
 —sche Reihen I 49.
Goochsche Umstenerg. I 706.
Göpel I 583.
Grabenbanket. II 58.
 —berme II 58.
Gradienwerke I 719.
Grappengang II 483.
Grenzturbine I 648.
Griesputzmasch. II 478.
Griffith-Schraube II 424.
Grobblechwalzwerke II 470.
 —karde II 493.
Groß-Register-
 Tonnage II 390.
Grundeinheiten, mech. I 175.
 —platten I 714.
 —zahl d. natürl. Loga-
 rithmen I 30.
Gründungen II 282.
Gruppenkolben I 579.
Grusonsche Zahnräder
 T. I 406.
Guldinsche Regel I 134.
 Gurte I 456.
Gufsseisen II 620, 660.
 —rne Platten G.-T. II 619.
 —rne Rohre T. I 326, 469.
Gufsstahl s. Flußstahl.
 —draht, Aufzugsseile aus
 T. I 453.
Gufsstücke, Gew.-Berech.
 II 460.
Güterdienst II 184.
 —schuppen II 123.
 —wagen T. II 172.
 —zuglokom. II 150.

H.

Haarmanns Schwellen-
 schiene II 93.
Hackmaschine II 542.
Haderndrescher II 536.
Hahn, Widerstand d. I 238.
Haken I 462.
Halbhochmüllerei II 474.
Halbkugel I 174.
Halslager I 660.
Hamburger Normen I 387, 755.
Hammer I 542.
 —walke II 528.
Handkurbel I 504.
 —leisteneisen T. II 635.
 —ramme II 287.
Hanf II 494.
 —gurte I 456.
Hanfseilbetrieb I 414.
 —e I 415, 440.
 —e, Elasticitätsmodul I 216.
 —e, Reibung I 214.
 —rollen I 550.
Hanfrossen T. II 375.
Hängebogen II 13.
 —lager T. I 433.
 —werke II 251, 325.
Hartblei II 663.
 —rohre T. I 484.
Härtetafel f. Flußseisen II 649.
Hartguß II 620.
Hartlote II 666.
Hüsslersche Formeln I 313.
Haspel I 583.
 —ei II 497.
 —seile T. I 450.
Hauptspannungen I 318.
 —strommasch. II 577, 589.
Hebeböcke I 572.
 —maschinen I 549, 587.
Heber I 589.
 —barometer II 17.
Hechelmaschine II 490.
Heilmannsche Käm-
 maschine II 505, 516.
Heißwasserheizung II 347.
Heizeffekt I 291.
 —en mit Gas II 562.
 —fläche T. I 726.
 — (Lokom.-Kessel) II 137.
 —kanäle I 725.
 —körper II 342, 351.
 —rohre T. II 352.
 — (Lokom.-Kessel) II 142.
 —rohrkessel I 739, 753.
 —ung von Gebäuden II 338.
 — von Pers.-Wg. II 171.
Herzstück II 96.
Heusingersche Umstenerg
 I 709.
Hirsch-Schraube II 424.
Hobelmaschine I 540, 548.
Hochbau II 279.
 —druckrohre T. I 478.
 —müllerei II 473.
 —öfen II 451.
Hodograph d. Beweg. I 144.
Hoffscher Gasfang II 455.
Höhenkurven II 25.
 —meßinstrumente II 13.
 —messung II 23, 43.
Hohlzylinder, Festigk. I 364.
 —, Inhalt I 131.
 —kugel, Festigk. I 363.
 —, Inhalt I 131.
 —räder I 395, 397.
Holländer II 537.
Holz II 446, 675.
 —arten, spec. Gew. II 614.

- Holzbearbeitungsmasch.**
 —cementdächer . . . II 322.
 —decken II 324, Gew. II 270.
 —fachwände . . . II 301.
 —kohle . . . I 293; II 447.
 —kohlenroheisen . . II 458.
 —konstrukt., Stat. Be-
 rechnung v. . . II 251.
 —pflaster . . . II 327.
 —schliff . . . II 540.
 —stoff . . . II 540.
 —zähne . . . I 402.
 —z. Schiffbau, G.-T. II 372.
- Hölzerne Querschwellen**
 — Schiffe, Gew. . . II 369.
- Homogene Differential-**
 gleichungen . . . I 82.
 — Gleichungen . . . I 39.
- Honorar-Normen** . . II 710.
- Hopkinsonsche Berechnung**
 II 583.
- Horizontalmessungen** II 19.
 —algotter . . . I 547.
 —iervorrichtungen . . II 6.
- Hose-Kessel** . . . I 750.
- Hrabáksche Tafeln** . I 664.
- Hubpumpen** . . . I 601.
- Hüllbahn** . . . I 147.
 —kurven . . . I 98.
- Huyghensches Okular** II 3.
 — Traktorie . . . I 114.
- Hydraulisch** s. auch
 Wasserdruck.
 —e Druckhöhe . . . I 220.
 —er Kalk . . . II 672.
 —er Mörtel . . . II 674.
 —er Radius . . . I 241.
- Hydrostatische Druck-**
 höhe . . . I 220.
 — Instrumente . . . II 14.
 —r Druck . . . I 217.
- Hyperbel** . . . I 99.
 —funktionen I 58, T. I 62.
 —, Integration . . . I 78.
 —, Logarithm. T. I 64.
 —, Reihen . . . I 49.
- Hyperboloid** . . . I 123.
- Hyperbolische Spirale** I 111.
- Hypocykloide** . . . I 108.
- Hysteresis** . . . II 595.
- I.**
- I-Eisen** . T. II 634, 639.
- Imaginäre Größen** . I 34.
- Imprägnieren (Holz)** II 677.
- Indifferentes Gleichgew.** I 197.
- Indigoküpe** . . . II 534, 536.
- Induktion, elektromagn.**
 II 571, 573.
- Inhalte** . . . T. I 126.
- Inhalt einer Fläche** I 97, 122.
- Injektoren** . I 590, II 144.
- Instrumentenkunde** . II 1.
- Integrale, bestimmte** I 79.
 —rechnung . . . I 71.
 Integrierender Faktor I 81.
 Interpolationsformeln I 44.
 Joulesches Gesetz . II 570.
 Joysche Umsteuerung I 711.
 Irland-Ofen . . . II 459.
- Irrationale Funktionen,**
 Integration d. . . I 74.
- Isometrische Projektion** I 135.
- Isothermische Zustands-**
 änderung . . . I 263.
- Justierbrett** . . . II 5.
- Jute** . . . II 495.
 —-Webstuhl . . . II 498.
- K.**
- Kabelseile** . T. I 441, 449.
- Kalander** . II 498, 532, 539.
- Kalfaterung** . . . II 372.
- Kalibrierte Ketten** . I 458.
- Kalk** . . . II 294, 671.
 —mörtel . . . II 673.
 —mörtelanstrich . . II 328.
 —sandpise . . . II 292.
- Kalorie** . . . I 286.
- Kältemischungen** . T. I 287.
- Kämmerei** . . . II 516.
- Kammgarnkrepel** II 515.
 —spinnerel . . . II 514.
- Kämmmaschine** II 505, 516.
- Kammzapfen** . . . I 420.
- Kanäle, Wasserbew. in** I 241.
- Kanalschieber** . . . I 696.
 —wage . . . II 14.
- Kappengewölbe** . . II 299.
 —, Inhalt . . . I 133.
- Kappsche Berechng.** II 581.
- Kapselgebläse** . . . I 625.
- Karbonisierungsmasch.**
 II 513, 529.
- Karren** . . . II 281.
- Kastenfangedämme** II 283.
 —gerippe d. Eisenbahn-
 wagen . . . II 170.
 —träger . . . II 206.
- Kavaliäperspektive** . I 135.
- Kegel, Gleichung** . I 124.
 —, Inhalt . . . I 131.
 —, Schwerpunkt . . . I 166.
 —, Trägheitsmom. . . I 173.
 —bremsen . . . I 466.
 —feder . . . I 374.
 —mantel, Schwerg. . . I 165.
 —räder . . . I 213, 398, 403.
 —schnitte . . . I 98.
 —stumpf, Inhalt . . . I 131.
 —, Schwerpunkt . . . I 166.
- Kegelstumpf, Trägheits-**
 moment . . . I 173.
 —ventile, Widerst. d. I 239.
- Kehlbalkendach** II 252, 306.
- Keil** . . . I 204, 375.
 —, Inhalt . . . I 130.
 —kette . . . I 204.
 —pressen (Oelmühl) II 486.
- Keplersches Fernrohr** II 3.
- Kern d. Querschnitts** I 355.
- Kessel** I 722; II 462, s.
 auch Dampfkessel.
 —, Armatur d. . . I 780.
 —, Einmauerung . . . I 778.
 —, Einzelheiten . . . I 753.
 —, Gewicht . . . II 378.
 —, Lagerung d. . . I 777.
 —f. Lokomotiven . . II 137.
 —f. Schiffsmasch. . II 435.
- Kesselausschnitte, Ver-**
 stärk. . . . I 776.
 —bleche . . . I 753; II 643.
 —böden . . . I 760.
 —rohre . . . T. I 476.
 —wände, Berech. . . I 757.
- Ketten** . . . I 456.
 — (Schiff'b.) G.-T. II 375.
 —, versteifte . . . II 235.
 —brüfche . . . I 36.
 —daumenräder . . . I 462.
 —flaschenzüge . . . I 551.
 —garne, Verarb. . . II 497.
 —linie . . . I 112, 410.
 —maschine . . . II 527.
 —pumpen . . . I 588.
 —rollen . . . I 459, 550.
 —schranken . . . II 70.
 —spulnasch. . . II 497.
 —trockenmasch. . . II 527.
 —trommeln . . . I 459.
- Kinematische Geometrie** II 147.
- Kipplager** . I 196; II 312.
 —regel . . . II 11.
- Kirchen** . . . II 359.
- Kirchhoffsche Gesetze** II 569.
- Klappenventile, Widerst.**
 der . . . I 239.
- Kleinste Quadrate, Ver-**
 fahren der . . . I 86.
- Klemmgesperre** . . I 465.
 —kupplung . . . I 425.
 —vorrichtung . . . II 7.
- Klettenwolf** . . . II 514.
- Kley-Regulator** . . I 530.
- Klugsche Umsteuerung** I 711.
- Knickfestigkeit** . . I 347.
- Knierohre, kupferne** T. I 481.
- Knietücke f. Rohrleit.** I 472.
- Kochapparate (Papier-**
 fabr.) . . . II 537, 542.
- Kochen mit Gas** . . II 562.
- Kohlensäureerzeug.** II 330.
 —verbrauch . . . II 378.

- Koks** II 447.
 — Ausbeute II 545.
 — Öfen II 447.
 — roheisen II 458.
Kolben I 492, 622; II 151.
 — Aufzüge I 580.
 — bewegung I 497.
 — Geschw. T. I 664.
 — pumpen I 593.
 — schieber I 697, 702.
 — stangen I 494; II 429.
 Kollektor s. Stromsammler.
 Kollimationsachse II 3.
 Kollineationsachse I 150.
 Kombinationen I 36.
 Komplexe Zahlen I 35.
 Compoundm. s. Verbund-
 maschinen.
 Kompressoren I 617.
Konchoide I 114.
 — nenker I 512.
Kondensation I 717.
 — swassermenge T. I 276.
Kondensatoren I 717.
 — (Gasfabr.) II 550.
 — (Schiffsmasch.) II 433.
 Konische Räder s. Kegel-
 räder.
 Konservieren des Holzes
 II 677.
Kontraktion I 223.
 — skoefficient I 223.
 Koordinaten, Umwandl.
 der I 92, 118.
 Kopfplatten I 776.
 Kopiermasch. I 548.
 Korbbögen II 296.
 Kornböden II 361.
Körtingsche Gasmotoren
 II 564.
 — Streudüsen I 720.
 Kostenüberschlag (Eisenb.)
 II 40.
Kraft (Erkl.) I 152, 174.
 — einheit I 175.
 — linien II 568.
 — maschinen I 627.
 — sammler I 573.
 — übertrag. (elektr.) II 599.
Kräfte i. d. Ebene I 152, 154.
 — i. Raum I 156.
 — Gleichgew. d. I 158.
 — funktion I 182.
 — paare I 155.
 — polygon I 153.
Krane I 557.
 — ef. Bessemer-Birnen II 464.
 — ketten T. I 457.
 Krankenhäuser II 360.
Kreis, Gleich. I 99.
 —, Inhalt I 128, T. I 2.
 —, Kern I 357.
 — abschnitt, Inh. I 128, T. I 28.
Kreisabschnitt, Schwerp.
 I 164.
 — ausschnitt, Inhalt I 128.
 — —, Schwerp. I 164, 166.
 — bogen, Schwerp. I 163.
 — cylinder, Schwerp. I 165.
 — —, Trägheitsmom. I 173.
 — evolvente I 110.
 — fläche, Trägheitsmom. I 172.
 — — Querschnitt, Träghm.
 u. Widerstandsm. T. I 325.
 — funktionen T. I 24, 51.
 — —, Reihen f. I 49.
 — linie, Trägheitsm. I 172.
 — pendel I 185, 192.
 — procefs I 302.
 — ring, Inhalt I 128.
 — —, Kern d. I 357.
 — — fläche, Trägheits-
 moment I 172, T. I 326.
 — sägen I 540, 547.
 — scheren I 537.
 — umfang T. I 2.
 — viereck, Inhalt I 127.
 Kreiselpumpen I 591, 655.
Kreispel II 492, 503, 523.
 — wolf II 523.
Kreuzgelenkkupplg. T. I 427.
 — gewölbe II 301; Inhalt I 183.
 — kopf I 510.
 — staken II 324.
 — ungen (Eisenb.) II 94.
 — ungsweichen II 97, 101.
 Krigar-Ofen II 460.
 Kritische Temperatur I 250.
Kronenbreite (Eisenb.) II 57.
 — dächer II 314.
Krumme Linien i. d.
 Ebene I 93.
 — — doppelter Krümmung
 I 119.
 — Flächen I 121.
Krummlinige Beweg. I 142,
 181.
Krümmungen (Eisenb.) II 89.
 — skreis I 95.
 — mittelpunkt I 148.
 Kübel, Inhalt I 133.
 Kuben T. I 2.
 Kubikwurzeln T. I 2.
 Küchenschornstein II 357.
Kugel, Gleich. I 124.
 —, Inhalt I 131, T. I 132.
 —, Trägheitsmom. I 174.
 —, abschnitt, Inhalt I 131.
 — —, Trägheitsmom. I 174.
 — ausschnitt, Inhalt I 132.
 — dreieck I 56, Inhalt I 132.
 — —, Schwerpunkt I 165.
 — kalotte s. — abschnitt.
 — zone, Inhalt I 131.
 — —, Schwerpunkt I 165.
 — zweieck, Inhalt I 132.
Kulissenform I 636.
 — steuerungen I 704.
Kunstramme II 288.
 — sandstein II 675.
 Küpe II 534, 536.
Kupfer II 662.
 — blech G.-T. 619, 662.
 — blechdächer II 317.
 — draht G.-T. II 618.
 — rohre T. I 479.
 Kupolofen II 459.
Kuppelachsen II 152.
 — dächer II 246.
 — gewölbe II 267.
Kupplungen I 424.
 — f. Eisenb.-Wagen II 168.
 — sapparate f. Drahtseil-
 bahnen II 191.
 — sscheibe f. Schiffsmasch.
 II 431.
Kurbel I 502.
 — lager I 715.
 — schleife I 504.
 — stange I 506.
 — trieb I 497.
 — welle f. Schiffsmasch. II 430.
Kurven i. d. Ebene. I 93.
 — dopp. Krümmung I 119.
 — b. Eisenb. s. Krümmung.
 Kuttersche Konstante I 242.

L.

- L-Eisen** T. II 628, 636.
 Labiles Gleichgew. I 197.
 Lachapelle-Kessel I 753.
 Ladekrane II 124.
Lager I 430.
 — ung der Kessel I 777.
 Lagrangesche Interpolations-
 formel I 44.
 Landstraßenbrücken II 273.
Langkessel d. Lokom. II 142.
 — schwellen II 88.
 — schwellenprofile T. II 90.
Längeneinheit I 175.
 — enmafsinstrumente II 1.
 — enmetacentrum II 394.
 — sbewegliche Kupplung
 T. I 426.
Lasthebemasch. I 549.
 — seile T. I 440.
 Latente Wärme I 255.
Laternenstützen (Eisenb.)
 II 160.
Latten II 678.
 — thüren II 329.
Laufbahnen II 186.
 — krane I 563.
 — rohre f. Mühlen II 482.
 — selle II 188.

- Lebendige Kraft, Princip der I 177.
 Leblancsche Kuppl. T. I 428.
Lederriemen, Elasticitätsmodul der I 216.
 —steulgängigkeit I 492.
 Leertangspannung T. I 668.
Legebrett II 5.
 —maschine II 498.
 Legierungen II 664.
Lehm II 294, 671.
 —estrich II 328.
 —pisc II 292.
 Lehren V.-T. II 641.
 Leinmaschine II 527.
 Leinwand II 531.
Leistung (d. Kraft). I 176.
 —regulatoren I 524, 532.
 Leitlinie I 102, 105.
Leitung, elektr. II 600.
 —en f. Leuchtgas II 555.
 —skoeffizient T. I 296.
 —querschnitt II 602.
 —rohre T. I 478.
 —swiderst. in Rohren I 273.
 —swiderst. elektr. II 569.
 Lemniskate I 114.
 Lemniskoidenlenker. I 512.
Lenkachsen f. Wagen II 165.
 —er I 510.
 —erstangen I 506.
 —vorrichtung II 94.
 Lenzpumpen II 434.
Leuchtgas s. Gas.
 —fabrikation II 545.
Libellen II 5.
 —instrumente II 14.
 Lichteinheiten II 547.
Lieferungs-Vorschriften
 für Eisen II 649.
 — für Cement II 672.
 Limbus II 7.
Linie, gerade, Gleich. d. I 91, 116.
 —, Schwerp. d. I 163.
 Lisseuse II 517.
 Lochmaschinen I 535.
Log I 249; II 412.
Logarithmen I 35.
 —, Briggsche T. I 2.
 —, Grundzahl der I 30.
 — d. Hyperbelfunkt. T. I 64.
 —, natürliche T. I 22.
Logarithmisch-zeichn.
 Verfahren I 45.
 —e Reihen I 48.
 —e Spirale I 112.
 Lohmann u. Stolterfohtsche Kupplung T. I 428.
 Lohmühlen II 487.
 Lokalheizung II 339.
Lokomotiven II 136, T. II 138.
 —-Drehscheiben. II 107.
Lokomotivkessel II 137, 144.
 —maschinen II 146.
 —-Reparaturwerkstatt II 182.
 —-Schuppen II 129.
 Löschgruben II 129.
Lote T. I 289; II 666.
 —gabel II 12.
 —instrument II 13.
 Lothringer-Apparate II 456.
 Ludolphsche Zahl I 30.
Luftheizung II 339.
 —mörtel II 673.
 —pumpen I 720.
 —pumpen f. Schiffsmasch. II 433.
 —, spec. Volumen T. I 608.
 —wechsel II 329.
 —widerstand I 277.
 —, Zusammensetzg. d. I 291; II 456, 612.
Lüftung II 329.
 —sanlagen II 336.
 Lumpenschneider II 537.
 Lupe II 4.
 Lürmannsche Schlackenform II 452.

M.
 Maclaurinsche Reihe I 67.
Magnet-Induktion II 571.
 —isches Feld II 568.
 —ismus II 568.
Mahlgang II 475.
 —maschinen II 475.
 Mangeln, hydraul. II 498, 532.
 Manillahanfseile I 415.
 Mannesmannrohre T. I 478; II 622.
 Manometer I 785; II 145.
 Mansardendächer II 307.
 Mantelrohre T. I 485.
 Mariottesches Gesetz I 251.
 Marmorinoputz II 302.
 Marschallsche Umsteuerung I 711.
Martineisen II 465.
 —ofen II 465.
Maschinen, Gew. der (Schiffb.) II 378.
 —dienst II 177.
 —elemente I 375.
 —leistung f. Schiffe II 408, 411.
 —rahmen I 714.
 —teile I 375.
Massenbewegung I 187.
 —einheit I 175.
 —ermittlung (Eisenb.) II 49.
 —verteilung (Eisenb.) II 53.
 Masten II 412.
Mafse I 175; II 567; V.-T. II 683.
Mafsstäbe II 17.
 —systeme I 175; II 567.
Materialienkunde II 609.
Mauerlatten II 325.
 —n II 59, 253.
 —öffnungen II 296.
 —profile II 60.
 —stärken II 289.
 —werk II 288, Gew. II 269.
Maxima I 69.
Mechanik fester Körper I 137.
 — flüssiger Körper I 217.
 — d. Gase u. Dämpfe I 250.
 —, technische I 196.
Mechanische Arbeit II 176, 302.
 Medaillenbronze II 665.
 Mehmkoches Verfahren I 40, 45.
 Mehrphasenstrom II 593.
 Meilen V.-T. II 684.
Messing II 664.
 —blech G.-T. II 619.
 —draht G.-T. II 618.
 —rohre T. I 480.
 Messungen II 19.
Messinstrumente II 1.
 —maschine II 498.
 —tisch II 11.
 —verfahren f. Schiffe II 390.
 Metacentrum I 219; II 380, 392, 394, 401.
Metallbarometer II 17.
 —dächer II 317.
 —e II 618.
 —e z. Schiffbau, Gew. II 372.
 —legierungen II 664.
 —sägen I 540.
 Meterkonvention II 690.
 Metrisches Gewindesystem I 383.
Meunierscher Satz I 122.
 Meyersche Steuerung I 699.
 Mikrometervorrichtung II 7.
 Mikroskop II 4.
 Militärperspektive I 335.
 Minima I 69.
 Mischkondensatoren I 717.
 Mitscherlichs Verf. II 543.
Mittelkraft I 153.
 —wände II 290.
 Mohrsches Verf. I 170, 354.
 Moinotsches Tachymeter II 17.
Moiwrescher Satz I 35.
 Molekulargewichte T. II 609.
 Monierdecken II 326.
 Mörtelarten II 673.
 Motoren, belebte I 627.
 Muffenrohre T. I 470.
Mühlen II 471.
 —steine II 475.
 Mulemaschine II 506, 525.
 Müllerei II 473.

Müllersches Schieber-
diagramm . . . I 690.
Münztafel . . . V.-T. II 681.

N.

Nägel . . . II 295.
Nafsspinnerei . . . II 492.
Natürliche Logar. T. I 22.
Naudtsches Federbarometer . . . II 17.
Nebenschlußmaschine
II 578, 589.
Nehlssches Verfahren I 170.
Nepersche Analogien I 57.
Nessel . . . II 494.
Neutrale Achse . . . I 315.
Newtons Verfahren . I 44.
Nicol-Kessel . . . I 752.
Niedergefälle-Räder. I 640.
Niete . . . I 385.

—eisen . . . II 654, 659, 660.
—köpfe, Gew.-Bestg. II 648.
—nung d. Dampfkessel T. I 766.
—verbindungen . . . I 385.
Niveau m. festem Fernrohr . . . II 14.
—fläche . . . I 183.
Nivellements . . . II 23, 43.
—ierinstrumente . . . II 13.
Nonius . . . II 4.
Normalbeschleunig. I 143.
—brenner . . . II 547.
—e, Gleich. . . . I 94.
—ebene, Gleich. . . . I 119.
—flamme II 547.
—lager I 432.
—Lokomotiven T. II 138.
—profile (für Walzisen)
T. II 628.

—profil d. lichten Raumes
II 36.
—Rohre I 470.
—sand II 673.
—schnitt I 122.
—spannung I 304, 315, 354.
—Tender II 157.
—Glüterwagen . T. II 172.
—weiche II 97.

Normandsche Formeln
II 392, 411.

Normen, Hamburger I 755.
— für Honorar . . . II 710.
—, Würzburger II 650, 660.
Nufsvorrichtung . . . II 6.
Nutzhölzer II 675.

O.

Obelisk, Inhalt . . . I 130.
—, Schwerpunkt . . . I 166.
Oberbau II 71.
—flächen-Kondensator I 717.

Oberflächen von Körpern
T. I 130.
—schlichtige Wasserräder
I 629.
Objektiv II 3.
—dioptr II 2.
Ofen-Retorten . . . II 548.
—baumaterial . . . II 295.
—heizung II 340.
Oeffner II 500.
Ohm II 567.
—sches Gesetz II 568, 580.
Okular II 3.
—dioptr II 2.
Oelgänge II 485.
—gas II 563, 566.
—mühlen II 484.
—wolf II 523.
Oesen I 464.

P.

Pantograph II 18.
Papierfabrikation . . II 536.
Pappdächer II 321.
Parabel I 105.
—fläche, Schwerp. . I 164.
—, Trägheitsmom. I 173.
—träger II 221.
Paraboloid, Gleich. I 124.
—, Inhalt I 133.
—, Schwerpunkt . . . I 166.
—, Trägheitsmom. . I 174.
Parabolischer Sichelträger
II 222.

Parallelgleise . . . II 112.
—perspektive . . . I 134.
—schaltung II 600.
—träger II 219.
Parallelogramm der Ge-
schwindigkeiten I 142.
— der Kräfte I 153.
—, Inhalt I 127.
—, Schwerpunkt . . . I 163.
—, Wattches I 514.

Parallelopipedon, Inh. I 130.
—, Trägheitsmom. . I 173.
Parameter I 100, 105.
Parryscher Trichter. II 455.
Partialbrüche s. Teilbrüche.
—turbine I 643.
Pascalsches Grundgesetz
I 217.

Patentgesetz II 699.
Pauliträger II 222.
Pelzwäsche II 511.
Pendel I 185, 192.
—regulatoren I 520.
—spiegel II 14.
Perkins-Heizung . . . II 347.
Permutationen I 36.
Perron s. Bahnsteig.
Personenwagen . . . II 170.

Perspektive I 134.
Petroleum-Motoren . II 565.
Pfehlrost II 286.
Pfähle, Einrammen d. I 195.
—, Tragfähigkeit d. II 287.
Pfannendächer . . . II 314.
Pferdegöpel I 583.
—stärke I 176, V.-T. II 698.
Pflaster II 327.
Phosphorbronze I 307, 309;
II 665.

Photogrammetr. Höhen-
messung II 26.
—meter II 547.
Physisches Pendel . . I 192.
Pitot-Darcysche Röhre I 249.
Planimeter II 18.
—rost I 780.
—sichter II 478.
—um II 57.

Platten, Festigk. d. I 365.
—, ebene, f. Kessel I 757.
Plättmaschine . . . II 517.
Pleuelstange s. Schubstange.
Plintenmauern . . . II 290.
Pochwerke II 450.
Poissonsche Gleich. . I 264.
Pol d. Bewegung . . I 147.
—bahn I 148.

Polares Trägheitsmom. I 169.
—koordinaten I 92.
—normale, Gleich. . . I 94.
—planimeter II 18.
—subnormale, Gleich. I 94.
—subtangente, Gleich. I 94.
—tangente, Gleich. . . I 94.

Pölonceaudach . . . II 210.
Porter-Regulator . . I 529.
Portland-Cement . . II 672.
Postwagen II 171.
Potenotsche Aufgabe II 22.
Potentialfunktion . . I 182.
Potenzen T I 2, 32.
Polygon d. Geschw. I 142.
— d. Kräfte I 153.
—messung II 20.
— s. auch Vieleck.

Polytropische Kurve I 261.
Prefscylinder I 468; II 665.
—pumpen I 574.
—rohre T. I 476.

Presse z. Appretur II 498, 530.
— f. Oelmühlen . . . II 486.
Prinzip von d'Alembert I 187.
— d. Flächen I 183.
— d. lebend. Kraft . . I 177.
— d. virtuell. Verrück. I 158.
Prisma, Inhalt I 130.
—, Schwerpunkt I 165.
—, Prismenkreuz II 3.
Proberhähne I 784; II 145.
Projektion d. Beweg. I 143.
—sverfahren I 134.

- Propeller II 419.
 Proportionalitätsgrenze
 I 303, T. I 307.
Puddelofenbetrieb . . II 461.
 —stahl II 620.
 Pulsometer I 590.
 Pultdächer II 307.
Pumpen I 589.
 —encylinder I 468.
 —Räder I 588.
 —station II 126.
Paukbahn I 147.
 —bestimmung II 21.
 —beweg. I 137, 179, 184, 193.
 —verzahnung I 395.
Putz d. Wände . . II 302.
 —des Getreides . . II 473.
 —en der Griese . . II 478.
 —walzen II 503.
 Puzzolanmörtel . . II 674.
Pyramide, Inhalt . I 130.
 —, Schwerpunkt . . I 166.
 —nmantel, Schwerp. I 165.
Pyrometer I 282.
 —ergrade V-T I 283.
 —rischer Heizeffekt T. I 293.
- Q.**
- Quadermauern . . . II 291.
 Quadranteisen . . T. II 635.
Quadrate T. I 2.
 —e, Verfahr. d. kleinsten
 I 86.
 —eisen G.-T. II 623.
 —, Kern d. . . . I 357.
 —ischer Querschnitt T. I 37.
 —tur s. Flächeninhalt.
 —wurzeln T. I 2.
Quecksilber, Ausdehnung
 I 285.
 —barometer II 17.
 —säule, Druck d. V.-T. II 698.
 —spec. Gewicht . . II 616.
 —thermometer . . . I 282.
 —wage II 14.
Querhaupt I 510.
 —kräfte II 196.
 —profilh., Bestimm. II 49.
 —schnitt, Trägheitsmom.
 der T. I 320.
 —schnittsberechnung von
 Eisen-Konstr. . . I 312.
 —schwellen II 83, T. II 86.
Quetschmaschinen . II 495.
 —walzen II 485.
- R.**
- Rabitzdecken . . . II 327.
Raddruck (Eisenb.) . II 40.
 —körper, Konstr. . . I 404.
 —lenker II 96.
- Radreifen** II 155, 166.
 —stand für Lokom. II 155.
 — — — Wagen . . II 160.
 Radialturbine . . . I 651, 654.
Räder I 390; II 166.
 —m. bewegl. Schaufeln II 421.
 —satz I 394.
 —winden I 554.
Raffineur II 541.
 —ierstahl II 621.
Rahmen d. Lokom. II 154.
 —maschinen II 529.
Ramie II 495.
Rambeton II 284.
 —en II 287.
Rampen II 124.
Ramsdenses Okular II 4.
Randklemmen . . . II 7.
Rangierarten . . . II 132.
 —bahnhöfe II 131.
Rankine, Geschwindig-
keitsberechnung II 406.
 —sche Formel . . . I 349.
Rationale Brüche, Zer-
legung der I 70.
 —Funkt., Integr. d. I 72.
Rauchfufs, Berechn. des
Schiffswiderst. II 410.
Rauchgase, spec. Gew. I 254.
 —glocke I 782.
 —kammer (Lokom.) II 143.
 —rohre II 356.
 —rohrkessel . . . I 739.
Räucher-kammer . . II 356.
Rauhmaschinen . . II 528.
 Reaktionen s. Stützendrücke.
Rechenschieber . . II 19.
Rechteck, Inhalt . I 127.
 —, Kern I 357.
 —feder I 369.
 —ige Platte, Trägheits-
 moment I 172.
 —iger Querschn. . T. I 328.
Rechtwinkliges Dreieck
 I 56, Inh. I 126.
Reciproke Werte . . T. I 2.
Regelnde Maschinenteile
 I 515.
 —ung d. Dynamos . II 589.
Regenerator-Ofen . II 466.
Regnaults Dampf-tafel I 260.
Regula falsi I 44.
Regulatoren . . . I 520, 698;
 II 453.
 — f. Gas II 554, 560.
Reibung, gleitende . I 198.
 —, rollende . . . I 198, 202.
 — d. Zugorgane . . I 214.
 — d. Luft in Rohr-
 leitungen I 271.
 — — — in gemauerten
 Kanälen II 335.
 — d. Zapfen . . . T. I 209.
- Reibungshämmer** . . I 542.
 —skoefficienten I 198, T. I 199,
 242.
 —skupplungen . . T. I 428.
 —sräder I 408.
 —stetigkeit I 215.
 —stromeln I 557.
 —swiderstand . . I 198, 205.
 —swinkel I 198.
Reihen I 47, 98.
 — v. Maclaurin u. Taylor I 67.
 —schaltung II 600.
Reiniger II 456, 552.
 —ung d. Getreides . II 472.
 —ungscylinder (Oelmühl.)
 II 484.
 —ungsgruben (Eisenb.) II 129.
Reifskrempel . . . II 524.
 —wolf II 496, 523.
 Rektifikation s. Bogenlänge.
Rentenrechnung . . I 49.
Reparaturwerkstatt . II 182.
Reservedeplacement T. II 385.
Retorten (Gasfabr.) . II 549.
Reuleauxsches Schieber-
diagramm I 691.
Rheometer II 560.
Rhombus, Inhalt . . I 127.
Rider-Steuerung . . I 701.
Riemen, Berechn. I 411, 456.
 —, Elasticitätsmodul I 216.
 —, Reibung I 214.
 —abmessungen . . T. I 413.
 —betrieb I 408.
 —scheiben I 412.
Riffelblech II 644.
Ring, Trägheitsmom. I 174.
 —spinnmaschine II 508, 526.
 —stück, Inhalt . . . I 128.
 —stück, Schwerp. . . I 164.
 —ventil I 490.
Rislersche Expreskarde
 II 502.
Rittersches Verfahren II 208.
Rittinger-Pumpen . . I 602.
Roggenmüllerei . . II 474.
Roheisen, Darstell. II 449.
 —, Umschmelzung . II 459.
 —, Zusammensetz. . II 458.
Robguthbahnhöfe . . II 124.
Rohr-abmessungen für
 Gasleitungen T. II 556.
 —e I 469.
 —e d. Dampfkessel . I 773.
 —formstücke, Gew. d. T. I 474.
 — — — Inhalt I 131.
Röhrenlibelle . . . II 5.
Rohrleitungen I 469, 574.
 —, Formstücke d. . . I 472.
 — f. Heizzwecke II 342, 352.
 — f. Schiffsmasch. . II 435.
 —, Widerst. in I 231, 271.
Rohrquerschnitte T. I 326.

- Rollen** I 549.
 —enkipplager I 197; II 312.
 —enlager . I 196, 559, 561.
 —gerüste I 564.
 —maschinen II 498.
 —öfen II 468.
 —schranken II 70.
 —wagen II 280.
Root-Gebläse . . . I 625.
 —Kessel I 748.
Rost, liegender (Bauw.)
 II 285.
 —fläche . I 725, T. I 726.
 — — f. Lokom.-Kessel II 137.
 — — f. Schiffskessel II 438.
 —stäbe I 780.
 —stabträger I 780.
 Rosten d. Erze II 449.
 Rotation s. Umdrehung.
Rückkehrkreis . . . I 150.
 —pol I 150.
 Rückenwäse II 511.
 Ruder II 418.
 Rüdigerscher Krepfelsatz
 II 525.
Rundeisen G.-T. . . . II 623.
 —hölzer II 412. G.-T. II 372.
 Russische Rohre . . . II 357.
- S.**
- Sägemaschinen** . . . I 546.
 —schürfmachines . . I 548.
 Säle II 360.
 Samenwärmer II 486.
 Sammelheizung . . . II 341.
 Sammler (elektr.) . . II 574.
 Sandschüttung . . . II 283.
Satzräder I 394.
 —, G.-T. I 407.
 Säulen T. I 326; II 621.
Saugheber I 589.
 —öffner II 501.
 —windkessel . I 595, 599.
 Savaryscher Satz . . I 149.
Schachtkrane I 561.
 —öfen II 449.
 Schaldecken II 303.
 Schälmaschinen . . . II 473.
Schaufelformen I 593, 613,
 632, 656.
 —räder II 419.
Scheibenkolben . . . I 493.
 —kupplung I 424.
 Scheidewände II 290.
Scheren I 535.
 —enkrane I 566.
 —festigkeit I 315.
 —maschinen II 498, 510, 527,
 529.
 Schernermaschinen . . II 473.
 Scheunen II 361.
 Schichtenlinien . . . II 25.
- Schiebeebühnen** . . . II 113.
 —schranken II 70.
Schieber . I 490, 689, 714.
 — f. Schiffsmasch. . . II 428.
 —antrieb I 694, 714.
 —diagramm I 690.
 —entlastung I 697.
 —kanäle I 687.
 —kasten I 713.
 —steuerungen I 689.
 — — — — — Widerstand . . . I 238.
 Schiefe Ebene I 186.
 Schieferdächer II 315.
 Schiefwinkliges Dreieck I 55.
Schienen II 76, 651.
 — — — — — Abnutzung II 183.
 — — — — — Befestigung II 82.
 — — — — — lagen II 71.
 — — — — — nägel II 84.
 — — — — — profile II 76, T. II 78.
 — — — — — stoß II 79.
 — — — — — unterstützung II 82.
 — — — — — Übergänge II 69.
 — — — — — wälzwerke II 469.
Schiffbau II 367.
 —baumstoffe, Gew. d. T. II 372.
 —e, Eigengew. II 368.
 —e, Hilfsmasch. II 434.
 —e, Schwerp. II 368, 392.
 —sgeschwindigk. II 405, 412.
 —skessel, Gew. II 378, 435.
 —sketten I 457.
 —skörper II 368.
 —smachines II 425.
 — — — — — Gew. II 378.
 — — — — — Leistung II 408.
 —sschraube II 421.
 —svermessungs-Ordnung
 II 704.
 —swiderstand II 406.
Schlagbeton II 675.
Schlagmaschinen . . . II 502.
 —schranken II 70.
 —wolf II 511.
Schleifklemmen . . . II 7.
 —maschine II 504.
 Schleifshansfelle T. I 415, 441.
 Schleppschieber . I 696, 703.
 Schleudergebläse I 609, T. 615.
Schleusen, Ausflus aus
 I 230.
 —mauern II 256.
 Schlichtmaschine II 497, 510.
 Schlitzmaschine . . . I 548.
Schmelzpunkte . . . T. I 288.
 —wärme I 290.
 Schmidtscher Kessel I 747.
Schmiedbares Eisen,
 Darstellung II 461.
 —r Gufs II 467.
 Schmiedeeisen s. unter
 Schweifs- bzw. Fluß-
 eisen.
- Schnecke** I 399, 404.
 —enrad I 399, 404.
Schneelast II 272.
 —schutz (Eisenb.) . . . II 68.
 Schnellot II 666.
 Schweißzuglokom. T. II 149.
 Schnippmaschine . . . II 495.
Schonerbark II 417.
 —brigg II 417.
 Schöpfwerke I 587.
 Schorrsches Schieber-
 diagramm I 694.
Schornsteine I 728, II 356.
 —e, (Lokom.) II 143.
 —mauerwerk II 292, 674.
 Schrauben II 70.
Schrauben I 210, 377, 755.
 — f. Schiffe, Gew. d. II 424.
 —, Gewichtsbestg. . . II 648.
 —abmessungen I 380.
 —federn I 373.
 —linie, cylindrische I 120.
 —mikroskop II 4.
 —muttern und -köpfe
 G.-T. II 648.
 —radgebläse I 616.
 —räder I 214.
 —winde I 552.
 Schrotwalzenstühle . II 476.
Schubelastigkeitsmod. I 304,
 T. I 307.
 —festigkeit. T. I 307, 315.
 —karren II 279.
 —spannung I 304, 317, T. I 309.
 —stangen . I 506; II 430.
 Schulen II 359.
 Schuppen II 362.
 Schwanzhämmer . . . I 542.
 Schwarzblech II 643.
Schwedlersche Kuppel II 246.
 —sche Theorie d. Stütz-
 linie II 262.
 — — — — — Träger II 222.
 Schweifsägen I 548.
Schweifseisen II 620.
 — — — — — Blech G.-T. II 619, 642.
 — — — — — Darstellung II 461.
 — — — — — Draht G.-T. II 618.
 — — — — — Rohre T. I 476.
 Schweifsöfen II 468.
 Schweifstahl II 620.
Schwellen II 83, 651.
 —dauer II 183.
 —profile T. II 86, 90.
 —rost II 285.
 —schienen II 93.
 Schwere, Beschleunigung
 der I 30, 141.
Schwerpunkt I 161.
 —, Bewegung des . . . I 188.
 — von Linien, Flächen,
 Körpern I 163.
 Schwimmer (Kessel) I 785.

- Schwindmaße** . . . T. I 285.
 —en des Holzes . . . T. II 676.
Schwingender Schieber I 695.
 —maschine . . . II 490.
 —ung, geradlinige . . . I 180.
Schrubber . . . II 550.
Sechskantisen G.-T. II 623.
See-Berufsgenossensch.,
 Vorsch. d. . . II 377.
Segel, Gew. . . . T. II 373.
 —Areal . . . II 415.
 —system . . . II 412.
Segment s. Kreisabschnitt.
Sehnenlänge . . . T. I 28.
Seifmaschine . . . II 531.
Sellbahnen . . . II 186.
 —betrieb . . . I 408.
 —durchhang . . . II 189.
 —e . . . T. I 415, 417, 440.
 —e, Elasticitätsmod. I 216.
 —e, Reibung d. . . I 214.
 —gewicht, Ausgl. d. I 584.
 —polygon . . . I 154.
 —riesen . . . II 186.
 —rollen . . . I 442.
 —scheiben . I 414; II 190.
 —trommeln . . I 442, 554.
Selbstsperrendes Getriebe
 I 203.
Selfactor, . . . II 519, 526.
Sellersche Kupplung
 T. I 425.
 —s Gewinde . . . I 377, 383.
 —s Lager . . . I 430.
Sengeofen . . . II 532.
Senkbrunnen . . . II 285.
 —kasten . . . II 285.
Setzlatte . . . II 13.
 —wage . . . II 13.
Sichelträger . . . II 222.
Sicherheitskurbeln I 467.
 —streifen (Eisenb.) II 68.
 —ventil . . . I 782; II 443.
 — — (f. Lokom.) II 145.
 —vorsch. f. elektr. Leit.
 II 604.
Sichtapparate . . . II 477.
Siedepunkte . . . T. I 289.
 — f. verschied. Drücke
 T. I 257.
 —rohre . . . I 476, 739.
 —rohrkessel . . . I 747.
Siegerländer Trichter-
Röstöfen . . . II 450.
Siemens-Martin-Proceß
 II 465.
Signalwesen . . . II 173, 679.
Siliciumbronzedraht II 665.
Silospeicher . . . II 471.
Simpsonsche Regel I 81, 129.
Sinus . . . T. I 24, 51.
Sortierapparat (Voith) II 541.
Spaltschieber . . . I 695.
- Spannböhlen** . . . II 324.
 —kräfte . . . II 212.
 —schütze . . . I 641.
 —ungen, zuläss. T. I 309, 486.
 —ungskoeffizient . T. I 667.
 —ungsverlust, rentabl. II 602.
Spant-Areale . . . II 392.
 —en, Schwerp. d. . . II 393.
 —en-Skala . . . II 391.
 —integralkurven . . II 394.
Sparkalk . . . II 671.
Sparren . . . II 305, 310.
Spezifische Gew. T. II 612.
 — v. Gasen u. Dämpfen
 I 251, 253, 257; II 617.
 — Wärme . . . I 286.
 —r Arbeitsverlust . I 204.
Speicher . . . II 362, 471.
Speisepumpen f. Schiffs-
maschinen . . . II 433.
 —ventil . . . I 784.
Sperrradbremsen . . I 467.
Sperrwerke . . . I 464.
Sphärisch s. Kugel.
Spiegelsextant . . . II 12.
Spindelbank II 491, 493, 496,
 505, 518.
Spinnerei II 490, 492, 495, 499.
Spiralen . . . II 110.
Spitzgang . . . II 473.
Spaltterfang . . . II 541.
Sprengearbeit . . . II 63.
 —werke . . . II 251, 325.
Sprung . . . II 381, 383.
Spundmaschine . . . I 548.
 —wände . . . II 284.
Spurerweiterung II 36, 71.
 —rinne . . . II 36.
 —weite . . . II 35.
 —zapfen . . . I 420, 658.
Stab d. Cabelo . . . I 249.
Stabelsen . . . II 622.
 —walzwerk . . . II 469.
Stabiles Gleichgew. I 197.
Stabilität (Schiffb.) II 399.
 —skurven . . . T. II 402.
 —smoment . . . I 198.
Stadtstraßenbrücken II 274.
Stahl . . . II 462, 466, 649.
 —draht . . . G.-T. II 618.
 —ketten . . . G.-T. II 375.
 —rohre . . . T. I 478.
Ständerfachwerk . . II 211.
Stark flüssiger Körper I 217.
 —starrer Körper . . I 152.
Stationsdienst . . . II 174.
Statisch bestimmt und
 unbestimmt (Erkl.) I 196.
 —e Momente . . . I 155, 159.
Stative . . . II 6.
Statuenbronze . . . II 665.
Stäuber . . . II 537.
Stauweite . . . I 246.
- Stegketten** . . . G.-T. II 375.
Stehbolzen . . . I 756; II 141.
 —lager . . . T. I 430.
Steifigkeit der Zugorgane
 I 215.
Steighöhe springender
Strahlen . . . I 239.
 —ungen (Eisenb.) . . II 33.
Steinbrecher . . . II 450.
 —dächer . . . II 314.
 —e, Bruchbelast. d. T. I 308.
 —e, natürliche . . . II 667.
 —e, zuläss. Spannung T. I 310.
 —kohlen I 293; II 446, 617.
 —müller-Kessel . . . I 750.
 —pflaster . . . II 327.
Stellwerk . . . II 96.
Stemmmaschine . . . I 549.
Stephenson-Steuerung I 706.
Sternhobelmaschine . I 548.
Steuerungen . . . I 687.
 — f. Lokom. . . . II 161.
Stielhämmer . . . I 542.
Stirnböden . . . I 771.
 —hämmer . . . I 542.
 —rüder I 212, 392, G.-T. 407.
 — —, Berechn. d. . . I 400.
Stolterfochtsche Kupplung
 I 428.
Stopfbüchsen . . . I 495.
Storchschnabel . . . II 18.
Störungsfunktion . . I 84.
Stofs . . . I 193.
 — d. Wasserstrahlen I 246.
 —kalender . . . II 532.
 — d. Schienen . . . II 79.
Strahlengleise . . . II 110.
 —pumpen . . . I 590.
 —turbine . . . I 646.
 —ungskoeffizient . T. I 295.
Straßenbrücken . . . II 273.
Streifenfachwerk . . II 224.
Streckenförderseile T. I 451.
Streckmasch. II 491, 493, 496,
 505, 518.
Streichgarnspinnerei II 522.
 —wolle . . . II 523.
Streudüsen . . . I 720.
Strohstoff . . . II 544.
Stromrichtung . . . II 573.
 —sammler . . . II 587.
 —unterbrecher . . . II 607.
 —verzweigung . . . II 570.
Stücktärerei . . . II 535.
Stufenscheiben . . . I 414.
Stützendrücke (Erkl.) I 196.
 —enwiderstand . . . II 203.
 —flächen . . . I 198.
 —linien . . . II 262.
 —punkte . . . I 196.
 —zapfen . . . T. I 206.
Subnormale, Gleich. I 94.
 —tangente, Gleich. . . I 94.

T.

T-Eisen . . . T. II 631.
 I- . . . T. II 634, 639.
 T-Stücke, gußeiserne 1472.
 —, kupferne . . . T. I 481.
 Tachymeter . . . II 17.
 —rische Höhenmessg. II 25.
 Takelage, Gew. d. T. II 372.
 Tangens . . . T. I 26, 51.
 Tangente, Gleich. I 94, 119.
 —ialbeschleunigung. I 143.
 —ialebene . . . I 122.
 Taschniveau . . . II 13.
 Taucherkolben . . . I 492.
 Taylorsche Reihe . . I 68.
 Technologie . . . II 471.
 Teerpappdächer . . II 321.
 Teilbrüche . . . I 70.
 —kreis . . . I 390.
 Telegraphendraht II 642, 665.
 Telephondraht . . . II 665.
 Temperatur . . I 250, 263.
 — v. Mischungen . I 287.
 —grade . . . V.-T. I 281.
 Tender . . . II 156.
 Textilindustrie . . II 488.
 Theater . . . II 360.
 Theodolit . . . II 6.
 Thermometergrade
 V.-T. I 281.
 Thomaswerke . . . II 462.
 Thone, feuerfeste . . II 445.
 Türen . . . II 296, 329.
 — f. Personenwagen II 170.
 Tiegelstufstahl II 466, 621.
 Tiegelofen . . . II 459.
 Tombak . . . II 665.
 Tonnenblech . . . II 643.
 —dächer . . . II 319.
 —gehalt . . . II 390.
 —gewölbe . . . II 300.
 Torf . . . I 293; II 446.
 Torsionsfedern . . I 373.
 Träger . . . II 195.
 —, durchlauf. I 344; II 244.
 — mit Gegendiagonalen
 II 217.
 — gleicher Widerstands-
 fähigkeit . . . I 341.
 — aus Holz . . . II 324.
 Trägheitsellipse . . I 169.
 —ellipsoid . . . I 168.
 —momente . I 167, T. 320.
 —, Bestimmg. d. I 192.
 Tragzapfen . T. I 207, 418.
 Traineure . . . II 480.
 Trajektorien . . . I 98.
 Traktorie . . . I 114.
 Transscendente Funkt.,
 Integration d. . . I 75.
 Transformatoren . . II 594.

Transmissionsdrahtseile

T. I 417.
 —seile . . . T. I 415.
 — s. auch Triebwerk.
 Trapez, Inhalt . . . I 127.
 —, Schwerpunkt . . I 163.
 —feder . . . I 370.
 Trafsmörtel . H 304, 674.
 —mühlen . . . II 487.
 Treibketten, zerlegbare
 T. I 462.
 —stange . . . I 506.
 Treppen . . . II 323.
 Trichter-Röstöfen . II 450.
 Trickseher Schieber I 696;
 II 428.
 Triebachse f. Lokom. II 152.
 —rad f. Lokom. . . II 152.
 —stockverzahnung . I 395.
 —werkwellen . . T. I 424.
 Trigonometrie . . . I 51.
 —sche Funktionen T. I 24, 51.
 — — —, Reihen d. I 49.
 — — Höhenmessung II 23.
 — — Punktbestimm. II 21.
 Trim-Berechnung . II 399.
 Trimetrische Projekt. I 135.
 Trockenmasch. II 513, 527.
 —mauern . . . II 60.
 —schichten . . . II 304.
 —spinnerei . . . II 492.
 Trommeln . . . I 455.
 Trossen . . . G.-T. II 375.
 Tschebyscheffscher Lenker
 I 514.
 Tuchwaschmasch. . II 528.
 —weberei . . . II 527.
 —webstuhl . . . II 527.
 Turbinen . . . I 642.
 Turnsäule . . . II 360.
 Twaddle, Grade nach II 617.

U.

U.-Eisen . T. II 633, 640.
 Ueberdruckturbine . I 643.
 —fälle . . . I 228.
 —falleinlauf . . . I 639.
 —gangsbögen . . . II 74.
 —hitzer . . . I 724.
 —hitze Dämpfe . I 250.
 —wege, Oberbau d. II 69.
 Umdrehungsellipsoid, Inh.
 I 133.
 —fläche . . . I 125, 134.
 —körper . . . I 134.
 —paraboloid, Inhalt I 133.
 — — Schwerp. . . I 166.
 — —, Trägheitsmom. I 174.
 Umgrenzung d. lichten
 Raumes . . . II 36.
 —slinie f. Betriebsmittel
 II 136, 157, 680.

Umladeschuppen . . II 123.
 Umlegniveau . . . II 15.
 UmsetzungsKolben . I 582.
 Umsteuerungen . . I 703.
 Unbestimmte Formen I 68.
 Unelastischer Stofs . I 193.
 Unfreie Bewegung des
 Punktes . . . I 184.
 Universalwalzwerk. II 470.
 —eisen . . . II 622.
 Unsymmetrische Belastung
 I 319.
 Untergestell für Eisen-
 bahn-Wagen . . II 160.
 Unterlagsplatten II 84, 622.
 Unterzüge . . . II 325.

V.

Variationen . . . I 37.
 Ventilation s. Lüftung.
 Ventilatoren I 609, T. I 616;
 II 337.
 Ventile . . . I 487.
 — für Dampfkessel. I 784.
 — für Kompressoren I 622.
 —, Widerstand . . I 239.
 Verankerung d. Kessel I 779.
 Verbandholz . . . II 678.
 Verbindungen, chemische
 T. II 609.
 —stücke f. Rohrleit. T. I 472.
 Verblendungsmauerwerk
 II 293.
 Verbrennung . . . I 291.
 Verbundmaschine I 675, 682.
 — für Schiffe . . . II 426.
 Verdampfungsfähigk. I 291.
 —wärme . . . I 255, 290.
 Verkehrsanlagen . II 123.
 —kosten . . . II 34.
 —lasten . . . II 275.
 Vermessungskunde . II 1.
 Vernier . . . II 4.
 Vernietungen . . . I 385.
 — der Dampfkessel T. I 767.
 Verschraubungen (Kessel)
 I 755.
 Verteilung, elektrische II 600.
 Vertikalgatter . . . I 546.
 —kräfte s. Querkräfte.
 Verzahnungen . . . I 390.
 Vieleck, Inh. I 127, T. I 128.
 Vierblatt . . . I 114.
 Viereck, Inhalt . . I 127.
 Virtuelle Verrückungen,
 Princip der . . . I 158.
 Visierlinie . . . II 3.
 Vorarbeiten (Eisenb.) II 28.
 Vorkarde . . . II 496.
 Vorkrempel . . . II 492.
 Vorlagen (Gasfabr.) II 550.

- Vorspinnerei** . . . II 496, 523.
 —krepel . . . II 493.
 —maschine II 491, 493, 496, 505, 518.
Vorwärmer . . . I 724.
- W.**
- Wagen** (Eisenb.) . . II 157.
 —schneiden . . . I 421.
 —schuppen . . . II 131.
Wahrscheinlichkeitskurve
 —rechnung . . . I 85.
Walke . . . II 528.
Walzen . . . II 623.
Walzen . . . I 205, 314.
 —hobelmaschine . . . I 548.
 —kessel . . . I 732.
 —strafen . . . II 469.
 —stühle . . . II 476.
 —walke . . . II 528.
Walzwerke . . . II 468.
Wälzende Reibung I 198, 202
Wälzungenrollenlager I 561.
Wandkonsolen . . T. I 439.
Wanne (Färberei) . . II 534.
Wärme . . . I 281.
 —, spezifische . . . I 286.
 —abgabe I 294, II 338, 340, 342, 351.
 — — der Lichtquellen II 331.
 —äquivalent . . . I 301.
 —ausdehnungskoeffizient
 T. I 284; II 229.
 —durchgang . . . I 296.
 —einheit . . . I 286.
 —theorie, mechan. I 300.
 —tönung . . . T. II 572.
 —verbreitung . . . I 294.
Wärmeföhen . . . II 468.
Warmwasserheizung II 341.
Waschmaschine II 528, 533.
 —rad . . . II 531.
Wasserbehälter I 387; II 126.
 —dampf . . . I 252, 256.
 —druckhebemaschinen I 572.
 —druckkrane . . . I 576.
 —druckpresse . . II 498, 530.
 —druckproben b. Schiffsmaschinen . . II 444.
 —förderung . . . II 281.
 —haltungsmaschinen I 601.
 —kasten z. Tender II 157.
 —krane . . . II 128.
 —leitungsröhre . . T. I 476.
 —linie, Schwerp. d. . II 393.
 —linien-Areale . . . II 392.
 — — — Skala . . . II 392.
 —menge (durch Rohre)
 T. I 236.
 —messungen . . . I 249.
 —motoren . . . I 628.
- Wasserräder** . . . I 628.
 —raum (Kessel) . . T. I 731.
 —rohrkessel . . . I 747.
 —schnecke . . . I 587.
 —standsapparate I 784, II 145.
 —stationen . . . II 124.
 —strahlpumpen . . . I 590.
 —tiefe, ideale . . . I 241.
 —versorgung . . . II 358.
 —zoll . . . I 249.
Watermaschine II 507, 519, 526.
 —zwirnmachine . . II 526.
Watt-Regulator . . I 529.
 —sches Parallelogr. I 514.
Webestühle . . . II 498, 527.
Wechselkreis . . . I 151.
 —strommaschine . . II 591.
 —strom-Transformatoren
 II 594.
Wedgewoodsche Pyrometergrade V-T. I 283.
Wegeübergänge . . II 68.
Wehre, Ueberfälle b. I 228.
Weichen . . . II 94.
 —anordnung . . . II 97.
 —bock . . . II 95.
 —formen . . . II 100.
 —kreuz . . . II 101.
Weichbleirohre . . T. I 482.
 —lote . . . T. I 289, II 666.
Weisbachscher Reibungskoeffizient . . T. I 232; II 346.
Weißblech . . . II 644.
 —messing . . . II 665.
 —metall . . . II 666.
Weizenhochmüllerei II 473.
Wellen . . . I 422.
 —blech . . . II 645, 661.
 — — — dächer . . . II 318.
 — f. Schiffsmasch. . II 430.
 — d. Turbinen . . . I 657.
Wellrohre . . . I 775.
Wendekreis . . . I 148, 151.
 —pol . . . I 148.
 —punkt . . . I 96.
Wergspinnerei . . II 492.
Werkstattanlagen . II 179.
 —zeugmaschinen . . I 535.
 —zeugstahl . . . II 647, 649.
Westmannscher Gebläsegasrösten . . . II 450.
Wheatstonesche Brücke
 II 570.
Whitwell-Apparate . II 454.
Whitworthsches Gewinde
 I 377.
Widerlager . . . II 267, 298.
Widerstand, elektr. II 569.
 — d. Luft . . . I 277.
 — d. Eisenbahnzüge II 30.
 —höhe . . . I 223, T. 236.
- Widerstandskoeffizient**
 I 223; T. II 31.
 —skräfte . . . I 196.
 —momente T. I 316, 320.
Wilsonscher Hahn . . I 545.
Windbedarf b. Hochöfen
 II 456.
 —druck . . . I 277.
 —erhitzungsapparate II 453.
 —formen . . . II 452.
 —kessel . . . I 595, 597, 599.
 —mühlenträder . . . I 279.
 —stärken, Skala . . . II 416.
Windelboden . . . II 326.
Winden . . . I 552.
Winkelbeschleunig. I 145.
 —eisen . . . T. II 628, 636.
 —funktionen . . T. I 24, 51.
 —geschwindigk. I 145, T. 178.
 —kopf . . . II 2.
 —mefsinstrumente . . II 2.
 —messung . . . II 9.
 —prisma . . . II 2.
 —spiegel . . . II 2.
 —trommel . . . II 2.
 —zähne f. Stirnräder I 403.
Wirkungsgrad I 203, T. 666.
Wismutlote T. I 289; II 666.
Wolf . . . II 500, 537.
Wolle . . . II 511.
 —enfärberei . . . II 534.
 —spülmaschine . . II 512.
 —trockenapparate . II 512.
 —wäsche . . . II 511.
 —waschmaschine . . II 512.
Woltmannscher Flügel I 249.
Wulstisen . . . T. II 638.
Wurfbewegung . . . I 181.
 —räder . . . I 588.
Wurzeln . . . T. I 2, 34.
- Z.**
- Z-Eisen** . . . T. II 632.
Zahlenwerte, besond. T. I 30.
Zahngesperre . . . I 464.
 —räder I 212, 390, T. 406.
 —reibung . . . I 212, 393.
 —stangen . . . I 395, 397.
 —stangenwinde . . . I 552.
Zapfen . . . I 205, 418.
 —reibung . . . I 205.
 —reibungskoeffizient T. I 209.
 —sneidmaschine . . I 548.
 —stativ . . . II 6.
Zäune . . . II 363.
Zeiteinheit . . . I 175.
Zeitdächer . . . II 227.
Zerfaserungsmasch. II 537, 540.
Zeugdruck . . . II 531, 536.
Zeunersches Schieberdiagramm . . . I 692.

Zeunersche Tafel der Dämpfe I 257.	Zugabsperrvorrichtung I 782.	Zuppingersche Räder I 640.
Ziegeldächer . . . II 314.	—dienst (Eisenb.) . II 174.	Zusammenges. Festigk. I 354.
—mauerwerk, Gew. II 269, 292.	—festigkeit T. I 307, 311, 486.	Zustandsänderungen I 260, 302.
—, zuläss. Beanspruch. I 310.	—geschwindigkeit . II 175.	—gleichung I 251.
—pflaster II 328.	—gewicht (Eisenb.) . II 32.	Zuschläge (Eisenhüttenk.) II 451.
Zink II 661.	—kraft d. Lokom. II 33, 146.	Zwangsschiene . . . II 96.
—blech G.-T. II 619.	—länge (Eisenb.) II 30, 40, 174.	Zweibogenweiche . II 102.
—dächer II 319.	—organe I 214, 440.	—cylindermasch. I 675, 682.
—lehre T. II 661.	—, Festigkeitskoeffiz. der T. I 308.	—cylinderspinnerei . II 509.
—wellenblech II 661, T. 662.	—ramme II 287.	Zwergkessel I 752.
Zinn II 664.	—schieber I 782.	Zwirnerei . . . II 497, 525.
—rohre T. I 485.	—seil II 187.	—maschinen . II 497, 526.
Zinseszinsrechnung . I 49.	—spannung, zulässige T. I 309.	Zwischendecken, Gew. der II 270, 324.
Zug, excentrischer . I 358.	Zungenvorrichtung (Eisenb.) II 94.	—sparren II 309.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

175

12

157

101





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296001