DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

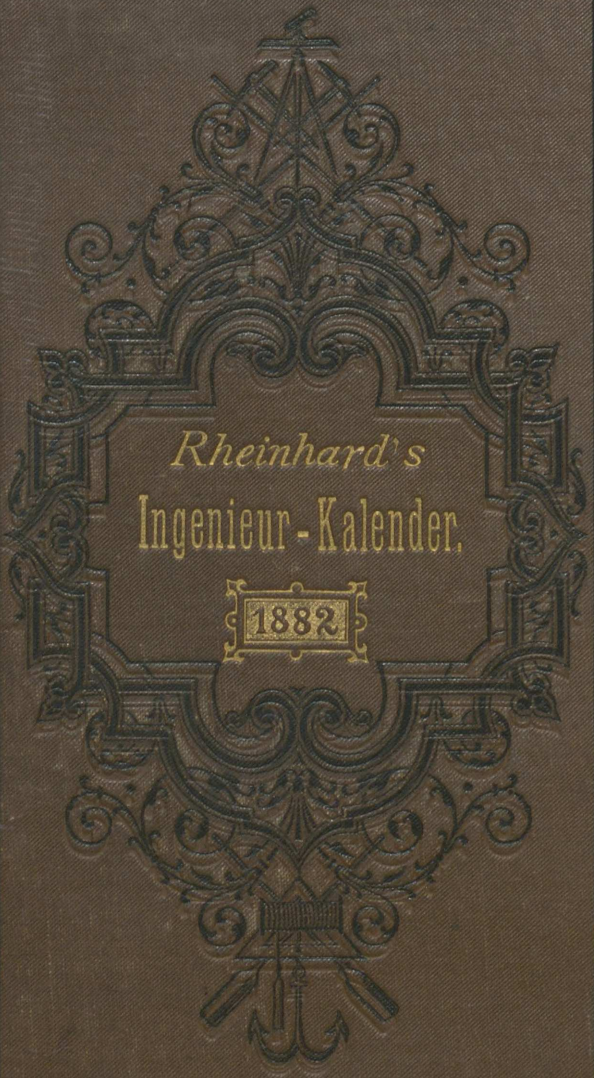
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

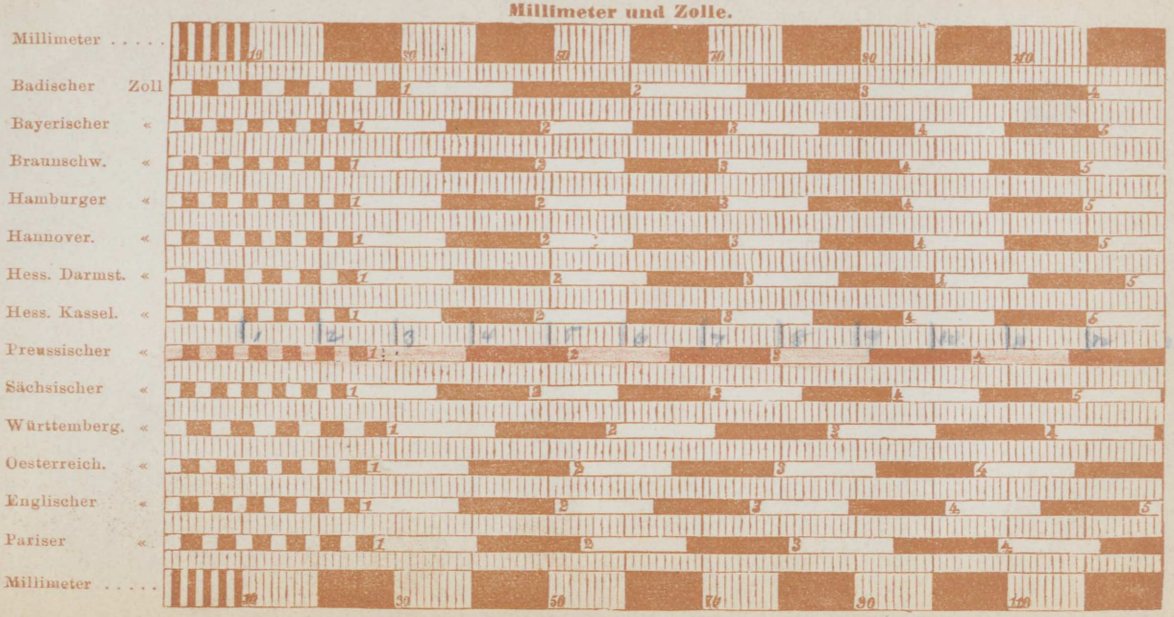
Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*


Rheinhard's
Ingenieur-Kalender.
1882

2 Bind D

625170
dl


Millimeter und Zolle.
Millimeter
Badischer Zoll
Bayerischer «
Braunschw. «
Hamburger «
Hannover. «
Hess. Darmst. «
Hess. Kassel. «
Preussischer «
Sächsischer «
Württemberg. «
Oesterreich. «
Englischer «
Pariser «
Millimeter

TEKNISK BIBLIOTEK

Kalender

für

Strassen- und Wasserbau-Ingenieure.

Herausgegeben von

A. Rheinhard,

Baurath bei der Kgl. Oberfinanzkammer in Stuttgart und technischem Referenten für Strassen-, Brücken- und Wasserbau.

Neunter Jahrgang

1882.

Nebst einer Beilage,
einer Eisenbahnkarte in Farbendruck und zahlreichen Abbildungen im Text.

WIESBADEN.
Verlag von J. F. Bergmann.

VORWORT.

Der neunte Jahrgang des Kalenders für Wasser- und Strassenbau-Ingenieure hat in mehrfacher Hinsicht eine Ausdehnung erfahren, welche namentlich durch Verweisung des Technikerverzeichnisses und der geschäftlichen Annoncen in eine besondere Beilage ermöglicht worden ist.

Die biographischen und geschichtlichen Notizen im Kalendarium, eine Länderstatistik, eine Münzvergleichungstabelle, sowie eine Eisenbahnkarte werden den alten Freunden des Kalenders als eine willkommene Beigabe erscheinen.

Mehrfach ausgesprochenen Wünschen entsprechend sind die Vergleichungstabellen zwischen altem und neuem Maass erweitert worden. Das Capitel „Specifische Gewichte“ wurde in mehrfacher Hinsicht ergänzt und berichtigt. Seitens des Herrn Baumeisters Canz in Stuttgart ist der theoretische Theil des Capitels „Stütz- und Futtermauern“ einer vollständigen Umarbeitung unterzogen worden. Die von Engesser in Carlsruhe aufgestellten Formeln zur Ermittelung des Eigengewichts eiserner Strassenbrücken wurden dem Capitel XII, C, einverleibt und hier ausserdem noch Notizen über die Trägheitsmomente von Zoreseisen, Wellblechen und Eisenbahnschienen, sowie über den Anstrich eiserner Brücken beigefügt. Im Erdbau kamen verschiedene Berichtigungen vor, ausserdem wurden noch die Ergebnisse von Gesteinssprengungen an der Gotthardbahn mittelst Anwendung von Sprenggelatine, sowie werthvolle Resultate über Erdtransporte mit Locomotivbetrieb mitgetheilt. Auch die Rubrik „Zimmerarbeiten“ hat eine Reihe von Zusätzen erhalten, welche auf langjährigen Erfahrungen von Fachleuten beruhen.

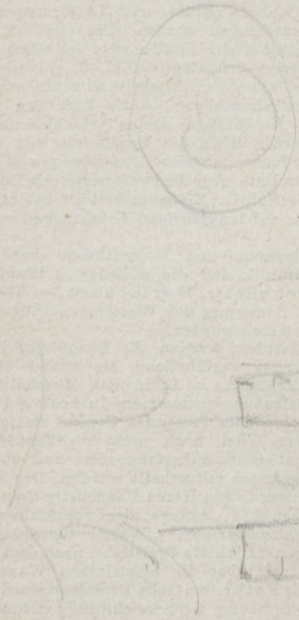
Auch die Capitel „Maschinenbau“ und „Logarithmen“ haben einige Zusätze erhalten; in der Hydraulik sind die wichtigsten Resultate der neuesten Untersuchungen Plenkner's, Harlacher's, v. Wagner's und Mocquery's über die Bewegung des Wassers in Flüssen in gedrängter Darstellung aufgenommen worden.

Im Capitel XX über Strassenbau wurden die Steigungsverhältnisse der Strassen (nach Launhardt) ausführlicher als seither behandelt, ausserdem mancherlei Ergänzungen, z. B. in den Abschnitten über Pferdebahnen, Strassenunterhaltung vorgenommen. In noch viel höherem Grade haben solche Zusätze bei dem folgenden Capitel stattgefunden, worin namentlich neuere, zum Theil noch nicht veröffentlichte Erhebungen über die in Sammelbassins aufzufangenden und über die in Flüssen abfliessenden Wassermengen mitgetheilt wurden. Der Abschnitt „Mauern gegen Wasserdruck“ wurde von Herrn Baumeister Canz gleichfalls umgearbeitet. Die Abschnitte „Anlage der Schifffahrtskanäle“, „Fischleitern“, „Kanalschifffahrtsbetrieb“, „Wasserversorgungswesen“ sind erweitert, bei letzterem namentlich die Preislisten nach dem neuesten Stand ergänzt und Zusätze, wie über die electrischen Wasserstandsanzeiger, gemacht worden. Die Petersen'sche Drainirungsmethode hat bei dem Abschnitt über Entwässerung Berücksichtigung gefunden.

Stuttgart, im August 1881.

Rheinhard.

Druckfehler. Auf Seite 79, Zeile 24 ist zu lesen statt 9^m —: 1 qm.



INHALT.

Kalendarium mit einer Chronik des Ingenieur- und Eisenbahnwesens. Münzvergleichungs-Tabelle. Schreib- und Termin-Kalender. — Notizen über den Postverkehr und über die Benutzung des Telegraphen. Projectirpapier. Eisenbahnkarte.

Seite

I. Mathematik. A. Kreisumfänge, Kreisinhalte, Quadrate, Cuben, Quadrat- und Cubikwurzeln. B. Tabelle der trigonomet. Linien. C. Tabelle d. Bogenlänge etc. f. d. Radius = 1. D. Berechnung v. Dreiecken u. regelmässigen Vielecken. E. Inhalte von Flächen u. Körpern. F. Methode d. kleinsten Quadrate 1

II. Maass-, Gewichts- und Vergleichungstabellen . . . 9

III. Gewichtstabellen für Walzeisen 16
A. Band- und Flacheisen. B. Quadrat- und Rundeisen. C. Gleichschenkeliges Winkeleisen. D. Ungleichschenkelige Winkeleisen. E. T-Eisen. F. [-förmig gewalzte Träger. G. I-förmig gewalzte Träger. H. +-Eisen, sowie Preisnotizen.

IV. Gewichtstabellen für Metallplatten, Wellenbleche, Buckelplatten 21

V. Gewichtstabellen für Ketten und Drahtseile 22

VI. Gewichtstabellen für gusseiserne Röhren 23

VII. Cubiktabelle für Rund- und Kanthölzer 24

VIII. Wärme. Thermometer. Calorie. Ausdehnung u. specif. Wärme versch. Körper. Lineares Schwindmaass. Schwinden des Holzes . 25

IX. Tabellen der specifischen Gewichte 26

X. Mechanik von Prof. Keck in Hannover u. d. Herausg. A. Schwerpunkte v. Flächen u. Körpern. B. Reibung. C. Elastic. u. Festigkeit. 27

XI. Stütz- und Futtermauern von Baumeister Canz in Stuttgart 35
1) Bestimmung des Erddrucks. 2) Stärke der Futtermauern. 3) Praktische Regeln u. Formeln für Stütz-, Futter- u. Verkleidungsmauern.

XII. Brücken 41
A. Gewölbte Brücken. B. Hölzerne Balkenbrücken. C. Eiserne Brücken von Prof. Weyrauch in Stuttgart. Tabelle über Fahrbahnbelastungen, über die Gewichte, Widerstandsmomente etc. von Zoreseisen, Wellblechen und Eisenbahnschienen. Pfeilerdimensionen. Anstrich eiserner Brücken.

XIII. Erdbau 54
A. Erdberechnung. B. Böschungsanlagen. C. Lösen u. Laden und D. Transport d. gel. Bodens. Tab. üb. d. Transportpreise bei Verwendung v. Schieb-, Hand- u. Pferdekippkarren, ferner bei Rollbahntransport. Locomotivtransport auf provisorischen Eisenbahnen. Wahl der Transportart.

XIV. Ueber Fundationen 63
Gründungen auf gewachsenem Boden, auf Pfahl- und liegenden Rosten, auf Beton sowie auf Brunnen. Fangdämme. Leistung und Kosten der Zug-, Kunst-, Dampf- und Pulver-Rammen. Baggerarbeiten. Fundirung auf Pfählen mittelst Wasserspülung. Bereitung von Beton und Mörtel, Kosten der Betonirungsarbeiten, Berechnung des Materialienbedarfs hierfür.
Normen für die einheitl. Lieferung u. Prüfung v. Portlandcement. 71

XV. Preisentwicklungen für Maurer- und Steinhauerarbeiten, für Zimmerarbeiten und für Strassenbauten 72
Gewinnung von Steinen in Brüchen. Ansätze für Mörtelberechnung. Auszug aus der Circularverf. d. pr. Handelsminist., betr. den Materialbedarf bei Maurerarbeiten. Tabelle der bei Veranschlagung von Maurerarbeiten aufzuwendenden Materialien-Quantitäten und Mörteltabelle. Preisanalysen von Maurer- und Steinhauerarbeiten, von Zimmerarbeiten, von Strassenbau- und Unterhaltungsarbeiten.

Seite

XVI. Aus dem Maschinenbau 81
A. Transmissionen, Schraubenbolzen, Zahnräder. B. Kraftmaschinen. Thierische u. hydraul. Motoren. Tabelle über Gefälle, Aufschlagwasserwaagen u. Nutzleistung vert. Wasserräder. Dampfmaschinen nebst Tabellen üb. Kohlen- etc. Verbrauch, über Dampfspannung u. Wirkungsgrad versch. Masch. C. Pumpen.

XVII. Vermessungswesen 88
A. Abstecken v. Strassen- u. Eisenb.-Curven. B. Formeln für Horizontalmessungen. Triangulation. C. Tachymetrie. D. Trigonom. u. E. Barom. Höhenmessungen. F. Bestim. d. Reduct. coëff. der Aneroïde. Barom. Höhentafeln. G. Erl. Fehlergrenzen b. Messungen.

XVIII. Vierstellige Logarithmentafel u. Constanten 99

XIX. Hydraulik 104
Hydro- u. aërostatischer Druck, Spann. u. Dichtigk. d. Luft. Ausfluss d. Wassers bei const. Druckhöhe. Grösse d. Ausfluss-Coëffic. nebst Tabelle. Ausfluss b. Ueberfällen. Beweg. d. Wassers in Rohrleitungen, ferner in Flüssen u. Kanälen. Resultate von Messungen der Druckhöhenverluste in Rohrleitungen. Geschwindigkeits- u. Wassermessungen in Flüssen. Stauhöhe u. Stauweite bei Wehren u. sonstigen Einbauten. Stoss des Wassers.

XX. Strassenbau 124
Nutzleistung und Zugkraft der Zugthiere 124
Steigungsverhältnisse der Strassen 125
Strassenverkehr, Fuhrwerksdimensionen, Breitedimensionen von Strassen und Feldwegen, Baumpflanzungen, Construction von Wendeplatten, Minimalradien 129
Anlage und Dimensionen von städt. Strassen; Pferdebahnen . . 131
Construction der chaussirten, gepflasterten, Asphalt-, Klinker-, Holz- etc. Strassen und Wege 133
Anlage d. Fuss- u. Reitwege, d. Trottoirs aus Asphalt, Cement etc. 137
Brückenfahrbahnen und Schiffbrücken 138
Leistung u. Kosten d. Strassenwalzen u. Strassenreinigungsmasch. 138
Strassenunterhaltung nebst Tabellen und Tafeln über die Kosten der Strassenunterhaltung, über Schottermaterialverbrauch, über die Festigkeit verschiedener Schottermaterialien. Vergleichung der Anlage- und Unterhaltungskosten städtischer Strassen . . 139
Auszug aus d. Circularverf. d. preuss. Handelsmin. von 1871 betr. die Projectirung und Veranschlagung für den Bau von Kunststrassen 143

XXI. Wasserbau 146
Angaben über Pegelstände, über die Grösse der Niederschläge und der abfliessenden Wassermengen, über Verdunstung des Wassers, Sammelweiheranlagen u. s. w. 146
Durchflussprofil kleinerer Brücken an kurzen Wasserläufen. . . 147
Bestimmung der Mauerstärken bei Wasserdruck 148
Anlage und Construction von Abzugskanälen in Städten nebst Preisanalysen von Handarbeiten und Materialien 149
Anlage von Werkskanälen und festen Wehren 155
Anlage und Unterhaltung von Schifffahrtskanälen, Wasserbedarf, Zugkraft und Zugkosten 156
Kanalschifffahrtsbetrieb 159
Notizen über Tauerei 160
Construction und Materialbedarf von Flussbauten 161
Uferschutz- und Deichbauten 164
Ueber Wasserversorgungsanlagen, Gewinnung des Wassers, Wasserbedarf, Beschaffenheit des Wassers, Filteranlagen, Sammelbassins, Sammelbrunnen, Hochreservoirs etc., Bestimmung der Wandstärke der Röhren, Tabellen über die Dimensionen und Gewichte gusseis. Röhren, Pumpen und hydr. Widder etc. 164
Vertheilung des Wassers, Anlage und Ausführung der Rohrleitungen. Berechnung der Wandstärken 169
Hydranten, Streifkästen, Hausleitungen, Wassermesser etc. . . . 171
Notizen zu Kostenvoranschlägen über Wasserleitungen 172
Entwässerung v. Ländereien. — Drainage, Petersen'sche Drainmethode 174
Bewässerung von Wiesen, Berieselung mit Canalwasser 177

XXII. Gezeitentafel für die Nordsee 178

Kalender für das Jahr 1882.

Jahreszeiten.

Die vier Jahreszeiten des Jahres 1882 nehmen ihren Anfang: der Frühling am 20. März um 6 Uhr Nachmittags; der Sommer am 21. Juni um 2 Uhr Nachmittags; der Herbst am 23. September um 5 Uhr Morgens; der Winter am 21. December um 11 Uhr Abends.

Finsternisse des Jahres 1882.

Im Jahre 1882 finden zwei Sonnenfinsternisse und ein Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe statt. Nur die erste Sonnenfinsterniss und der Anfang des Venusdurchgangs werden in unseren Gegenden sichtbar sein.

Die erste Sonnenfinsterniss (eine totale) ereignet sich in den Vormittagsstunden des 17. Mai und ist im nördlichen Afrika, Europa und fast dem ganzen Continente von Asien sichtbar. In unseren Gegenden wird nur ein kleiner Theil der Sonne verfinstert werden. In Köln beginnt sie um 6 Uhr 37 Minuten (Grösse der Verfinsterung 0,25 der Sonnenscheibe) und endet um 8 Uhr 2 Minuten. In Breslau Anfang 7 Uhr 15 Minuten. — Ende 8 Uhr 56 Minuten. (Grösse 0,32.) Die zweite Sonnenfinsterniss fällt in die Nacht vom 10. zum 11. November und ist in Australien und dem grössten südlichen Theile des stillen Oceans sichtbar. — Der Venusdurchgang ereignet sich in den Nachmittags- und Abendstunden des 6. December und dauert etwa 6½ Stunden. In Europa ist nur der Anfang, in Süd-Amerika und im Osten von Nordamerika wird der ganze Verlauf derselben sichtbar sein. In Köln beginnt er um 2 Uhr 27 Minuten und geht die Sonne um 3 Uhr 53 Minuten unter. In Breslau Eintritt um 3 Uhr 7 Minuten, Sonnenuntergang 3 Uhr 51 Minuten.

Schreib- und Terminkalender.

Protestantische, katholische und jüdische Festtage.

Die mit * bezeichneten Feste werden streng gefeiert.

Januar.		Februar.		März.	
1	Neujahr.	21	Fastnacht.	5	Purim.
6	Heilige 3 Könige.	22	Aschermittwoch.	25	Mariä Verkünd.
April.		**Mai.**		**Juni.**	
4	Passahfest. *	18	Himmelf. Christi.	8	Frohnleichnamfest.
5	2. Passahfest. *	24	u. 25. Wochenfest.*	24	Johannistag.
6	Grüner Donnerstag.	28	Heil. Pfingstfest.	29	Peter u. Paul.
7	Charfreitag.	29	Pfingstmontag.		
9	Heil. Osterfest.				
10	Ostermontag.				
10	7. Passahfest. *				
11	Passah Ende. *				
Juli.		**August.**		**September.**	
25	Zerstör.d.Tempels.*	15	Mariä Himmelfahrt.	14	Neujahr d. Israel. * Anfang d. J. 5643.
				15	Zweites Neujahrf. *
				23	Versöhnungsfest. *
				28	Laubhüttenfest. *
				29	Zweites Fest. *
October.		**November.**		**December.**	
4	Palmenfest.	1	Aller Heiligenfest.	3	1. Advent.
5	Laubhüttenf.Ende.*	2	Aller Seelenfest.	8	Mariä Empfängn.
6	Gesetzesfreude.*			25	Heil. Christtag.
				26	2. Weihnachtsfest.

Januar. (1882.) Februar.

		Protestanten.	Katholiken.
S	1	**Neujahr**	**Neuj.** Ch. B.
M	2	n. Neuj. Abel, S.	n. N. Makarius
D	3	Enoch, Dan.	Genovefa
M	4	Methusalem ♈	Titus B.
D	5	Simeon	Telesph.
F	6	**Heil. 3 Kön.**	**Heil. 3 Kön.**
S	7	Melchior	Valentin
S	8	1. n. Ep. Balth.	1. Ep. Severin
M	9	Caspar	Julian
D	10	Paulus, E.	Paul Eins.
M	11	Erhard	Higynus
D	12	Reinhold ☾	Ernestus
F	13	Hilarius	Hilarius
S	14	Felix	Felix
S	15	2. n. Ep. Habak.	2. Ep. Maurus
M	16	Marcellus	Marcellus
D	17	Antonius	Anton E.
M	18	Prisca	Petri Stlf. z. R.
D	19	Ferdinand ♈	Canutus
F	20	Fabian Sebast.	Fabian. Seb.
S	21	Agnes	Agnes
S	22	3. n. Ep. Vincenz	3. Ep. Vincenz
M	23	Emerentia	Mar. Verl.
D	24	Timotheus	Timotheus
M	25	Pauli Bek.	Pauli Bek.
D	26	Polykarp ☽	Polykarp
F	27	Joh. Chrysost.	Joh. Chrysost.
S	28	Carl	Carl d. Gr.
S	29	4. n. Ep. Samuel	4. Ep. Fr. Sales
M	30	Adelgunde	Martina
D	31	Valerius	Petr. Nolas.

		Protestanten.	Katholiken.
M	1	Brigitta	Ignatius
D	2	**Mariä Lm.**	**Mariä Lm.**
F	3	Blasius ♈	Blasius B.
S	4	Veronika	Veronika
S	5	Sept. Agatha	Sept. Agatha
M	6	Dorothea	Dorothea
D	7	Richard	Romuald
M	8	Salomon	Joh. v. Matha
D	9	Apollonia	Apollonia
F	10	Renata	Scholastika
S	11	Euphrosina ☾	Desiderius
S	12	Sexag. Severin	Sexag. Eulalia
M	13	Benignus	Katharina
D	14	Valentius	Valentius
M	15	Formosus	Faustin
D	16	Juliane	Juliane
F	17	Constantia	Constantia
S	18	Concordia ♈	Flavian
S	19	Estom. Susanna	Estom. Conr.
M	20	Eucherius	Eleuther.
D	21	Fastn. Eleon.	Fastn. Eleon.
M	22	Ascherm. P. St.	Ascherm. P. S.
D	23	Reinhard	Romana
F	24	Matthias Ap. ☽	Matth. Apost.
S	25	Victorius	Modestus
S	26	Invoc. Nestor	Invoc. Alex.
M	27	Hector	Leander
D	28	Justus	Romanus

Mai. (1882.) Juni.

		Protestanten.	Katholiken.
M	1	Phil. Jacob.	Phil. u. Jac.
D	2	Sigismund	Athanasius
M	3	† Erfindung ♈	† Erfindung
D	4	Florian	Florian
F	5	Gotthard	Pius V.
S	6	Dietrich	Joh. v. d. Pforte
S	7	4. Cant. Gottfr.	4. Cant. Stanisl.
M	8	Stanislaus	Michael B.
D	9	Hiob	Gregor
M	10	Gordian ☾	Isidor
D	11	Mamertus	Gangolf
F	12	Pancratius	Pancratius
S	13	Servatius	Servatius
S	14	5. Rog. Christ.	5. Rog. Bon.
M	15	Sophia	Sophie
D	16	Honoratus	Joh. v. Nep.
M	17	Jobst ♈	Peregrin
D	18	**Himm. Chr.**	**Himm. Chr.**
F	19	Sara	Cölestin
S	20	Franziska	Bernhard
S	21	6. Ex. Prudens	6. Ex. Felix
M	22	Helena	Julia
D	23	Desiderius	Desiderius
M	24	Esther	Mar. H. d. Chr.
D	25	Urban ☽	Gregor VII.
F	26	Eduard	Philipp N.
S	27	Beda	Jos. P. Beda
S	28	**H. Pfingstf.**	**Pfingsten**
M	29	**Pfingstm.**	**Pfingstm.**
D	30	Wigand	Ferdinand
M	31	Quat. Petron.	Quat. Petron.

		Protestanten.	Katholiken.
D	1	Nicomedes ♈	Gratiana
F	2	Marquard	Erasmus
S	3	Erasmus	Clotildis
S	4	Trinit. Ulrike	1. Franz Carac.
M	5	Bonifacius	Bonifacius.
D	6	Benignus	Norbert.
M	7	Lucretia	Lucretia
D	8	Frohnl. M. ☾	**Frohnleich.**
F	9	Barnimus	Prim. u. Fel.
S	10	Onophrius	Margaretha
S	11	1. n. Tr. Barnab.	2. Barnabas
M	12	Claudina	Joh. v. H. F.
D	13	Tobias	Ant. v. P.
M	14	Modestus	Basilius
D	15	Vitus ♈	Vitus
F	16	Justina	Benno B.
S	17	Volkmar	Adolph
S	18	2. n. Tr. Paulina	3. Gervasius
M	19	Gervasius	Juliana F.
D	20	Raphael	Silverius
M	21	Jacobina	Alois v. G.
D	22	Achatius	Paulinus
F	23	Basilius ☽	Edeltrud
S	24	Joh. d. T.	Joh. d. T.
S	25	3. n. Tr. Eulog.	4. Prosper
M	26	Jeremias	Joh. u. Paul
D	27	Sieben Schläfer	Ladislaus K.
M	28	Leo, Pabst	Leo II., Pabst
D	29	Peter u. Paul	Peter u. Paul
F	30	Pauli Ged.	Pauli Ged.

Quatember

März. (1882.)

		Protestanten.	Katholiken.
M	1	Quat. Albinus	Quat. Albin.
D	2	Louise	Simplicius
F	3	Kunigunde	Kunigunde
S	4	Adrian	Casimir
S	5	Rem. Friedr. ♍	Remin. Euseb.
M	6	Eberhardine	Friedrich
D	7	Felicitas	Thomas
M	8	Philemon	Joh. v. Gott
D	9	Quat. Prudent.	Franziska
F	10	Henriette	40 Märt.
S	11	Rosina	Heraklius
S	12	Oculi Gr., P. ☾	Oculi Greg., P.
M	13	Ernst	Rosine
D	14	Zacharias	Mathilde K.
M	15	Mittf. Isabella	Mittf. Long.
D	16	Cyriacus	Heribert
F	17	Gertrud	Gertrude
S	18	Alexander	Eduard
S	19	Lät. Joseph ♍	Lät. J. N. Chr.
M	20	Hubert	Nicetas
D	21	Benedictus	Benedict
M	22	Casimir	Octavian
D	23	Eberhard	Victorin
F	24	Gabriel	Gabriel
S	25	Mariä Verkünd.	Mar. Verk.
S	26	Judica Eman. ☽	Jud. Emanuel
M	27	Rupert	Schmerz. M.
D	28	Gideon	Guntram
M	29	Eustasius	Eustasius
D	30	Guido	Quirin
F	31	Philippine	Amos. Pr.

April.

		Protestanten.	Katholiken.
S	1	Theodora	Hugo
S	2	Palm. Theodos.	Palm. Fr. v. P.
M	3	Christian ♍	Pancratius B.
D	4	Ambrosius	Isidorus
M	5	Maximus	Vinc. Ferrer.
D	6	Gr. Donn. Six.	Gr. Donn.
F	7	**Charfr.** Cöl.	**Charfr.** Her.
S	8	Heilmann	Dionys
S	9	**Hl. Osterfest**	**H. Ostern**
M	10	**Osterm.** Ez.	**Osterm.** E. P.
D	11	Hermann ☾	Leo, Pabst
M	12	Julius	Julius
D	13	Justinus	Hermenegild
F	14	Tiburtius	Tiburtius
S	15	Obadias	Anastasius
S	16	1. Quas. Caris.	1. Quas. Turib.
M	17	Rudolf ♍	Rudolf
D	18	Florentin	Apollonia
M	19	Werner	Crescentia
D	20	Sulpitius	Sulpitius
F	21	Adolf	Anselm
S	22	Lothar	Soter u. C.
S	23	2. Mis. Georg	2. Mis. Adalb.
M	24	Albert	Georg
D	25	Marcus Ev. ☽	Marcus Ev.
M	26	Reimarus	Cletus
D	27	Anastasius	Peregrin
F	28	Therese	Vitalis
S	29	Sibylla	Peter M.
S	30	3. Jubil. Josua	3. Jub. Kathar.

Juli. (1882.)

		Protestanten.	Katholiken.
S	1	Theobaldus ♍	Theobaldus
S	2	4. n. Tr. M. Heim.	5. M. Heims.
M	3	Cornelius	Heliodor
D	4	Ulrich	Udalrich
M	5	Anselmus	Domitius
D	6	Jesaias	Jesaias
F	7	Demetrius ☾	Willibald
S	8	Kilian	Kilian
S	9	5. n. Tr. Cyrillus	6. Anatolia
M	10	7 Brüder.	Amalia
D	11	Pius	Pius I., P.
M	12	Heinrich	Heinrich
D	13	Margaretha	Margaretha
F	14	Bonaventura	Bonaventura
S	15	Apost. Th. ♍	Apost. Th.
S	16	6. n. Tr. Walter	7. Maria v. B.
M	17	Alexius	Alexius
D	18	Carolina	Friedrich
M	19	Ruth	Aurelia
D	20	Elias	Elias Pr.
F	21	Daniel	Praxedes
S	22	Maria Magd.	Maria Magd.
S	23	7. n. Tr. Alb. ☽	8. Apollinaris
M	24	Christina	Christine
D	25	Jacobus	Jacob Ap.
M	26	Anna	Anna
D	27	Berthold	Pantaleon
F	28	Innocenz	Victor P.
S	29	Martha	Martha J.
S	30	8. n. Tr. Beatr. ♍	9. Abd. u. S.
M	31	Germanus	Ignaz v. L.

August.

		Protestanten.	Katholiken.
D	1	Petri Kettenf.	Petri Kettenf.
M	2	Portiuncula	Portiuncula
D	3	August	Stephan
F	4	Perpetua	Dominicus
S	5	Dominicus	Maria Schnee
S	6	9. n. Tr. Vrkl. C. ☾	10. Verkl. Jesu
M	7	Donatus	Cajetan
D	8	Ladislaus	Cyriakus
M	9	Romanus	Romanus
D	10	Laurentius	Laurentius
F	11	Titus	Susanna
S	12	Clara	Clara J.
S	13	10. n. Tr. Hild. ♍	11. Cassian
M	14	Eusebius	Eusebius
D	15	Mariä Himmelf.	Mariä Hmlf.
M	16	Isaac	Rochus B.
D	17	Bertram	Bertram
F	18	Emilia	Helene
S	19	Sebald	Ludw. v. T.
S	20	11. n. Tr. Bernh.	12. Stephan K.
M	21	Anastasius	Joh. Fr.
D	22	Oswald ☽	Timotheus
M	23	Zachaeus	Philipp B.
D	24	Bartholom.	Bartholom.
F	25	Ludwig	Ludwig K.
S	26	Irenäus	Zephyrin
S	27	12. n. Tr. Gebhd.	13. Joseph Cal.
M	28	Augustinus ♍	Augustin
D	29	Joh. Enthaupt.	Joh. Enthaupt.
M	30	Benjamin	Rosa v. L.
D	31	Rebecca	Raimund

September. (1882.)

		Protestanten.	Katholiken.
F	1	Aegidius	Aegidius
S	2	Rahel, Lea	Stephan K.
S	3	13. n. Tr. Mans.	14. Seraph
M	4	Moses ☾	Rosalia
D	5	Nathanael	Laurent. J.
M	6	Magnus	Magnus
D	7	Regina	Regina
F	8	Mariä Geb.	Mariä Geb.
S	9	Bruno	Gorgonius
S	10	14. n. Tr. Sosth.	15. Nicol. v. T.
M	11	Gerhard	Prot. u. H.
D	12	Ottilie ♍	Macedonius
M	13	Christlieb	Maternus
D	14	† Erhöhung	Mariä N.
F	15	Constantia	Nicomedes
S	16	Euphemia	Corn. u. Cyp.
S	17	15. n. Tr. Lamb.	16. Hildegard
M	18	Siegfried	Thomas v. V.
D	19	Januarius	Januarius
M	20	Quat. Fried. ☽	Quat. Eust.
D	21	Matth. Ev.	Matth. Ev.
F	22	Moritz	Mauritius
S	23	Joel	Thekla
S	24	16. n. Tr. Joh. E.	17. Rupert
M	25	Cleophas	Cleophas
D	26	Cyprianus	Cyprian
M	27	Cosm. u. Dam. ♍	Cosm. u. Dam.
D	28	Wenzeslaus	Wenzel K.
F	29	Michaelis	Michael E.
S	30	Hieronymus	Hieronymus

October.

		Protestanten.	Katholiken.
S	1	17. n. Tr. Remig.	18. Rosenkrzf.
M	2	Vollrad	Leodegar
D	3	Ewald	Candidus
M	4	Franz ☾	Franz v. A.
D	5	Fides	Placidus
F	6	Charitas	Bruno
S	7	Spes	Justine
S	8	18. n. Tr. Ephr.	19. Brigitta
M	9	Dionysius	Dionysius
D	10	Amalia	Franz B.
M	11	Burchard	Nicasius
D	12	Ehrenfried ♍	Maximilian
F	13	Coloman	Coloman
S	14	Wilhelmine	Callistus
S	15	19. n. Tr. Hedw.	20. Theresia
M	16	Gallus	Gallus A.
D	17	Florentin	Hedwig
M	18	Lucas Ev.	Lucas Ev.
D	19	Ptolemaeus	Peter v. Al.
F	20	Wendelin ☽	Felician
S	21	Ursula	Ursula
S	22	20. n. Tr. Cordula	21. Cordula
M	23	Severinus	Joh. Cap.
D	24	Salome	Raphael E.
M	25	Adelheid	Chrysanthus
D	26	Amandus ♍	Amandus
F	27	Sabina	Frumentius
S	28	Simon, Juda	Sim. u. Juda
S	29	21. n. Tr. Engelh.	22. Narcissus
M	30	Hartmann	Claudius
D	31	Wolfgang	Wolfgang

November. (1882.)

		Protestanten.	Katholiken.
M	1	Aller Heil.	Aller Heil.
D	2	Aller Seel. ☾	Aller Seel.
F	3	Gottlieb	Hubertus
S	4	Charlotte	Carl Borr.
S	5	22. n. Tr. Erich	23. Emerich
M	6	Leonhard	Leonhard
D	7	Erdmann	Engelbert
M	8	Claudius	Gottfried
D	9	Theodorus	Theodor
F	10	Martinus P. ♍	Andreas Av.
S	11	Martin B.	Martin B.
S	12	23. n. Tr. Kunib.	24. Kunib. B.
M	13	Eugen	Stanislaus
D	14	Levinus	Venerand. M.
M	15	Leopold	Leopold
D	16	Ottomar	Othmar Abt.
F	17	Hugo	Gregor Th.
S	18	Gottschalk ☽	Odo Abt.
S	19	24. n. Tr. Elis.	25. Elisabeth
M	20	Edmund	Felix v. V.
D	21	Mariä Opfer.	Mariä Opfer.
M	22	Ernestine	Cäcilia J.
D	23	Clemens	Clemens P.
F	24	Lebrecht	Johann v. Kr.
S	25	Katharina ♍	Katharina
S	26	25. n. Tr. Conrad	26. Conrad
M	27	Loth	Virgilius
D	28	Günther	Sosthenes
M	29	Noah	Saturnin
D	30	Andreas	Andreas Ap.

December.

		Protestanten.	Katholiken.
F	1	Arnold	Eligius
S	2	Candidus ☾	Bibiana
S	3	1. Adv. Cassian	1. Adv. Fr. X.
M	4	Barbara	Barbara
D	5	Abigail	Sabbas Abt
M	6	Nicolaus	Nicolaus
D	7	Antonia	Ambros
F	8	Mariä Empf.	Mar. Empf.
S	9	Joachim	Leokadia
S	10	2. Adv. Judith ♍	2. Adv. Judith
M	11	Wladimir	Damasus
D	12	Epimachus	Maxentius
M	13	Lucia	Lucia
D	14	Israel	Spiridion
F	15	Johanna	Cälian
S	16	Ananias	Adelheid K.
S	17	3. Adv. Lazar. ☽	3. Adv. Lazar.
M	18	Christoph	Gratian
D	19	Manasse	Nemesius
M	20	Quat. Abrah.	Quat. Liberat.
D	21	Thomas, Ap.	Thomas, Ap.
F	22	Beata	Demetrius
S	23	Ignatius	Victoria
S	24	4. Ad., Ad. Ev. ♍	4. Ad. Ad. u. Ev.
M	25	**Heil. Christf.**	**Hl. Christf.**
D	26	**Stephanus**	**Stephanus**
M	27	Johannes Ev.	Joh. Ev.
D	28	Unsch. Kind.	Unsch. Kind.
F	29	Jonathan	Thom. B.
S	30	David	David P.
S	31	**n. Christ.** Sylv.	**n. Chr.** Sylv.

Messen.

Braunschweig: 16 Tage, 9. Februar; 17. August.
Cassel: 14 Tage, 20. März; 21. August.
Frankfurt a/Main: 21 Tage, 29. März; 30. August (ohne Geleitswoche).
Frankfurt a/Oder: 6.—25. März; 10.—29. Juli; 13. November.
Leipzig: 2.—15. Januar; 23. April bis 13. Mai; 24. Septbr. bis 14. Octbr.

☞ Die Zeitangaben des Auf- und Untergangs der Sonne und des Mondes über jeder Woche sind für die Mitte Deutschlands, 51° N. Br. angesetzt und gelten für den Sonntag.

Datum des Ostersonntags

vom Jahre 1882 angefangen bis zum Schlusse des Jahrhunderts.

1882: 9. April.	1887: 10. April.	1892: 17. April.	1897: 18. April.
1883: 25. März.	1888: 1. April.	1893: 2. April.	1898: 10. April.
1884: 13. April.	1889: 21. April.	1894: 25. März.	1899: 2. April.
1885: 5. April.	1890: 6. April.	1895: 14. April.	
1886: 25. April.	1891 29. März.	1896: 5. April.	1900: 15. April.

Münz-Vergleichungs-Tabelle.

	Deutsche Mark.
Deutsches Reich: 1 M. à 100 Pf. (1 kg feines Gold = 2790 M.; 1 kg feines Silber = 200 M.; 1 kg Gold = 15,5 kg Silber.)	1,00
Aegypten: 1 Piaster à 40 Para à 2 Courant-Piaster	0,21
1 Beutel à 5 Pfund à 100 Piaster	106,00
Algier wie Frankreich.	
Arabien: 1 Krusch à 40 Diwani	1,67
1 Mahmudi à 20 Gass	0,21
1 Mokkathaler à 80 Cabir	3,50
Belgien: 1 Franc à 100 Centimes	0,80
Brasilien: 1 Milreïs Silber à 1000 Reales	2,34
1 Milreïs Papiergeld	1,67
Dänemark: 1 Krone à 100 Oere	1,125
Frankreich: 1 Franc à 100 Cent.	0,80
1 Zwanzig Francs-Stück Gold (1 kg Gold bei 0,900 Feingehalt = 3100 Fr., 1 kg Silber desgl. = 198,50 Fr.)	16,20
Griechenland: 1 Drachma à 100 Lepta (wie Frankreich)	0,80
Gross-Brittannien u. Irland: 1 Shilling à 12 Pence	1,00
1 Pfd. Sterling Gold à 20 Shilling	20,43
Japan: 1 Gold-Yen à 100 Sen	4,38
Italien: 1 Lira à 100 Centesimi	0,80
1 Ducato à 10 Carlini à 10 Grana	3,44
Mexiko: 1 Piaster à 8 Reales oder 100 Centimes	4,33
1 Unze Gold à 16 Piaster	66,11
Niederlande: 1 Gulden à 100 Cents	1,70
1 Goldstück à 10 Gulden	16,47
Oesterreich-Ungarn: 1 Gulden Silber à 100 Kreuzer	2,00
1 Achtgulden-Stück Gold (= 20 Francs)	16,00
(1 kg Gold bei 0,900 Feingehalt = 155 Achtgulden-Stücke.)	
Persien: 1 Toman Gold à 10 Kran à 2 Panabat	9,30
1 Rupie Silber	1,56
Peru: 1 Sol à 100 Cents	4,00
Portugal: 1 Milreïs à 1000 Reïs	4,47
1 Goldkrone à 10 Milreïs	44,70
Rumänien: 1 Piaster (Lei) à 100 Ban Para	0,80
1 Zwanzig Lei-Stück Gold	16,16
Russland: 1 Silber-Rubel à 100 Kopeken	3,22
1/2 Imperial Gold à 5 Rubel	16,74
Schweden und Norwegen: 1 Krone à 100 Oere	1,125
1 Goldstück zu 20 Kronen	22,50
Schweiz: 1 Fr. à 100 Cts. (Rappen)	0,80
Serbien: 1 Dinar à 100 Para	0,80
Spanien: 1 Peseta à 100 Cents	0,364
1 Escudo (Coronna) à 10 Reales à 10 Decima (oder 34 Maravedis)	2,10
1 Gold-Doblon de Isabell = 10 Escudos	21,34
Türkei: 1 Piaster à 40 Para à 3 Kurant-Asper	0,19
1 Medjidié Goldm. v. 100 Piastern	18,48
1 Medjidié Silberm. v. 20 Piastern	3,60
1 Beutel = 5 Goldmedjidié.	
Vereinigte Staaten von Nord-Amerika: 1 Gold-Dollar à 100 Cts.	4,19
1 Silber-Dollar	4,00

1. Sonntag. **Neujahr.** — 1846 Eröffn. der Wilhelmsbahn Cosel-Oderberg. — 1871 Eröffn. der Linz-Budweiser E.-B. Locomotivbahn.

2. Montag. — 1856 Eröffn. der Brünn-Rossitzer E.-B. — 1871 Capitulation von Mézières.

3. Dienstag. — 1795 Josia Wedgwood † in Etruria. — 1876 Eröffn. der Raab-Oedenburger E.-B.

4. Mittwoch. ♈ — 1849 F. X. Gabelsberger, Erf. der Stenographie, † in München (geb. 9. Febr. 1789). — 1875 Einführung des Bahnpolizei-Reglem. f. dieEisenb. Deutschlands.

5. Donnerstag. — 1643 Isaak Newton geb. zu Woolsthorpe in England († 1727 zu London).

6. Freitag. **Heil. 3 Könige.** — 1838 Eröffn. der Florisdorf-Wagramer E.-B. (K. Ferdin. Nordbahn).

7. Sonnabend. — 1831 H. Stephan, Staatssecretär im deutschen Reichspostamt, geb. zu Stolpe in Pommern.

8. Sonntag. — 1642 Galileo Galilei † (geb. 18. Februar 1564).

9. Montag. — 1845 Eröffn. d. E.-B. von Montpellier nach Nismes. — 1848 von Avignon nach Marseille.

10. Dienstag. — 1846 Einsturz des Viaducts von Barentin. (27 Bogen à 17,7 m Spannweite.)

11. Mittwoch. — 1844 preuss. Patent auf Heusinger v. Waldegg's Doppel-Scheibenräder. — 1871 Schlacht b. Le Mans.

12. Donnerstag. ☾ — Siegreiche Kämpfe des Generals v. Werder gegen General Chanzy. (22,000 Gefangene, 12 Geschütze, 6 Locomotiven, 400 Wagen erbeutet.)

13. Freitag. — 1873 G. Welckner, Obermaschinenmstr., † zu Paderborn.

14. Sonnabend. — 1841 Vertrag zwischen Bayern, Sachsen u. Altenburg wegen Bahnanlage von Leipzig über Hof und Bamberg nach Nürnberg.

N. Radsbergs Retir $1\frac{1}{2}^{h}$

do —— 3^{h}

15. Sonntag. — 1874 Eröffn. der Mähr.-Schlesischen Grenzbahn.

16. Montag. — 1874 Aufstellen der bestehenden Ladeprofile des Ver. D. E.-V. durch die techn. Commission in Hannover.

17. Dienstag. — 1706 Benjamin Franklin geb. zu Boston († 17. April 1790).

18. Mittwoch. — 1871 Feierliche Proclamirung des Königs Wilhelm zum Deutschen Kaiser.

19. Donnerstag. ♈ — 1736 James Watt geb. zu Greenock in Schottland († 25. August 1819). — 1871 Schlacht bei St. Quentin.

20. Freitag. — 1859 Eröffnung der Werra-Eisenbahn (letzte Strecke).

21. Sonnabend. — 1880 Deutsches Reichspatent auf Heusinger v. Waldegg's betriebssichere Doppel-Scheibenräder.

22. Sonntag. — 1856 Eröffn. der Bonn-Kölner E.-B.

23. Montag. — 1845 Einsturz d. Tunnels von Cumptich b. Girlemont.

24. Dienstag. — 1840 Baurath Prof. H. Garbe geb. zu Hannover. — 1880 Deutsches Reichspatent von E. Kaselowsky's betriebssichern Eisenbahnrädern.

25. Mittwoch. — 1845 Ausschreiben der Concurrenz zum Bau des Werdau-Viaductes der Sächs.-Bayr. E.-B.

26. Donnerstag. ☽ — 1806 William Pitt † (geb. 28. Mai 1759). — 1856 Eröffn. der Köln-Crefelder E.-B.

27. Freitag. — 1756 Amad. Mozart geb. zu Salzburg († den 5. Dec. 1791). — 1855 Eröffn. der Panama-Bahn (Colon-Aspinvall).

28. Sonnabend. — 1701 Charles Marie Condamine, Anreger eines Normelmaasses, geb. zu Paris.

Karlsby Rek. 3h

Karlsby 5h

Karlsby 4h

Karlsby 4h

Karlsberg 3h

Karlsby 1h

Karlsby 4h

29. Sonntag. — 1700 Daniel Bernoulli geb. zu Gröningen († 17. März 1782).

30. Montag. — 1871 Uebergabe sämmtlicher Forts von Paris an die Deutschen.

31. Dienstag. — 1802 Nils Ericson, Schöpfer des schwedischen Eisenbahnnetzes geb. († 8. September 1870).

II. Februar.

28 Tage.

1. Mittwoch. — 1869 Eröffn. der ersten Strecke der Kaschau-Oderberger Bahn.

2. Donnerstag. Mariä Reinigung. — 1871 Uebertritt d. franz. Südarmee (80,000 Mann) unter Bourbaki auf Schweizergebiet.

3. Freitag. ♉ 1871 General v. Manteuffel macht bei La Cluse 15,000 Gefangene und erbeutet 19 Geschütze und 2 Adler.

4. Sonnabend. — 1774 Charles Marie Condamine † (geb. 28. Jan. 1701 zu Paris.)

Le 3r Korsbæg 1/4

Korsbæg 3r

Torsdag Morgen Bus fra Kjøbh. ang. Vand: Kjør i Landmandsbanken. Samt Torsdag Aften en Indbrudstyv Mysse i Porten. Gjælgt og Murer ansat Kjældrene gjennemsyr og vil Skyggefarskine ved i Port: ind Drainrør under Kjældergulv. Fredag gik med Udbetalinger Dersig paa at faa Ledn. i Orden. Fredagsformiddag Flettede mer Vogn Cement og Kalkasdere.
Lørdag Morgen Porten aldr. Orden.

Korsbæg 3r

5. Sonntag. — 1846 Eröffnung der Köln-Mindener Bahnstrecke Düsseldorf-Duisburg. — 1862 J. Castelli † zu Wien.

6. Montag. — 1836 Otto Grove, Professor der technischen Hochschule in München, geb. in Goslar a. Harz.

7. Dienstag. — 1851 Eröffn. der E.-B. Madrid-Aranjuez.

8. Mittwoch. — 1871 Die Forts Haute- und Basse-Peiche bei Belfort von den Deutschen genommen.

9. Donnerstag. — 1789 F. X. Gabelsberger, Erf. der Stenographie, geb. zu München († 4. Januar 1849).

10. Freitag. — 1755 Ch. de Montesquieu † zu Paris.

11. Sonnabend. ☾ — 1650 René Descartes (Renatus Cartesius) † zu Stockholm (geb. den 31. März 1596 zu La Haye).

Kerkabey 3 4

Kerkabey Ih

12. Sonntag. — 1804 J. Kant † zu Königsberg. — 1809 Charles Darwin geb. zu Shrewsbury.

13. Montag. — 1862 Eröffn. der ersten Eisenbahn am Cap der guten Hoffnung. Capstadt-Wellington.

14. Dienstag. — 1747 Gründung des École des Ponts et Chaussées.

15. Mittwoch. — 1811 Prof. Dr. Chr. Mor. Rühlmann, Geh. Reg.-Rath., geb. zu Dresden. — 1856 Eröffn. der Arnheim-Emmericher E.-B.

16. Donnerstag. — 1857 Eröffn. der Rechte-Oder-Ufer E.-B. — 1871 Capitulation von Belfort.

17. Freitag. — 1564 Michel Angelo †. — 1871 Waffenstillstand zwischen Frankreich und Deutschland bis 25. Febr.

18. Sonnabend. ♓ — 1546 Mart. Luther † zu Eisleben. — 1564 Galileo Gallilei geb. — 1869 Eröffn. der E.-B. Athen-Piräus.

Kolaby 3 W

19. Sonntag. — 1473 N. Copernicus geb. zu Thorn. — 1745 A. Volta geb. zu Como. — 1789 Sir W. Fairbairn geb. zu Kelso.

20. Montag. — 1850 I. Techniker-Versamml. des Vereins D. E.-V. zu Berlin (18.—26. Febr.). (Erster Entwurf d. Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands.)

21. Dienstag. Fastnacht. — 1732 Georg Washington geb.

22. Mittwoch. Aschermittwoch. — 1793 F. W. Harkort geb. († 6. März 1880).

23. Donnerstag. — 1855 K. Fr. Gauss † zu Göttingen (geb. den 30. April 1777 zu Braunschweig).

24. Freitag. ☽ 1468 Joh. Gutenberg † zu Eltville. — 1583 Einführung des jetzigen Kalenders durch Papst Gregor XIII.

25. Sonnabend. — 1846 Crampton's Schnellzuglocomot. 1. engl. Patent. — 1871 Conferenzen des Grafen Bismarck mit Thiers und Jules Favre wegen der Friedensbedingungen.

26. Sonntag. — 1834 Alois Sennefelder, Erfinder der Lithographie, † in München. — 1871 Friedens-Präliminarien in Versailles unterzeichnet.

27. Montag. — 1821 Eröffn. des Canals von St. Denis.

28. Dienstag. — 1825 Eduard Koch, Geh. Oberbaurath, geb. zu Coblenz. — 29. Februar 1880 Durchstich des Gotthard-Tunnels, 14,830 m lang.

III. März.

31 Tage.

1. Mittwoch. Quatember. — 1871 Einzug der Deutschen in Paris. — 1876 Einführung des neuen Telegraphen-Tarif-Systems in Deutschland.

2. Donnerstag. — 1867 Vollend. d. 2000sten Borsig'schen Locomotive. — 1871 Ratification des Friedensschlusses durch Kaiser Wilhelm in Versailles.

3. Freitag. — 1797 Hagen, Wasserbaumeister, geb. zu Königsberg.

4. Sonnabend. — 1836 Privilegium des Freiherrn v. Rothschild für die Kaiser-Ferdinands-Nordbahn auf 50 Jahre.

Karlsberg 4h

Karlsberg 2h

nudevärk Forhoedne i Grossen Laurbyen
Hjelder. Forhuskjoldet er 32. Berlik Jernit

Karlsberg 3h

5. Sonntag. ♈ — 1849 Eröffnung der Britania-Brücke.

6. Montag. — 1787 Joseph v. Fraunhofer geb. zu Straubing in Bayern. — 1880 F. W. Harkort † (geb. 22. Februar 1793).

7. Dienstag. — 1831 Chr. Heinr. Strick, Finanzrath in Dresden, geb. zu Osnabrück. — 1874 Eröffn. der Zahnradbahn auf den Kahlenberg bei Wien.

8. Mittwoch. — 1483 Raph. Santi (Sanzio) geb. zu Urbino.

9. Donnerstag. — 1851 Hans Christ. Oersted, Entdecker des Electro-Magnetismus, † in Kopenhagen.

10. Freitag. — 1854 Gründung der ersten Gesellschaft für submarine Telegraphenkabel.

11. Sonnabend. — 1794 Gründ. des École polytechnique zu Paris.

Kalaby $5\frac{1}{2}$ h

Kalaby $1\frac{1}{2}$

Kalaby M 4

Kalaby Rd. 2

12. Sonntag. ☾ — 1846 Gründung der Esslinger Locomotivfabrik.

13. Montag. — 1813 Engl. Patent auf Hedley's Locomotive mit freier Adhäsion (glatten Triebrädern).

14. Dienstag. — 1860 Carl Ritt v. Ghega, Erbauer der Semmeringbahn, † in Wien.

15. Mittwoch. Mittfasten. — 1811 Oliver Evans † zu Pittsburg (geb. 1755 zu Philadelphia).

16. Donnerstag. — 1863 Eröffn. der Vorpommer'schen E.-B. (Angermünde-Stralsund).

17. Freitag. — 1782 Daniel Bernoulli † zu Basel. — 1879 Emil Herm. Hartwich, Geh. Ober-Baurath, † in Berlin (geb. 1802 zu Bensdorf).

18. Sonnabend. — 1808 Jos. Ritter von Stummer-Traunfels, Präsident der Kaiser Ferdin.-Nordbahn und der techn. Commission des V. D. E. V. geb. zu Wien. — 1872 Eröffn. der Kaschau-Oderberger E.-B.

1/2

Korlabzug 2

Kerner Tegn. til Red. ends

19. Sonntag. ♈ — 1827 A. v. Kaven, Geh. Reg.-Rath, I. Director des Polytechnikums in Aachen, geb. in Bremen.

20. Montag. Frühlings-Anfang. — (Tag und Nacht gleich.) — 1727 Isaak Newton † zu London.

21. Dienstag. — 1763 Jean Paul Richter geb. zu Wunsiedel.

22. Mittwoch. Geburtstag Sr. Majestät des Deutschen Kaisers. — 1832 Joh. Wolfg. Göthe † zu Weimar. — 1856 Eröffn. der Weissenfels-Geraer E.-B.

23. Donnerstag. — 1872 Lebr. Uhlich † zu Magdeburg (geb. 1799).

24. Freitag. — 1802 Prof. Dr. G. Chr. Conr. Hunnäus geb. zu Goslar. — 1879 Karl Karmarsch, Director des Polytechnikums in Hannover, † daselbst.

25. Sonnabend. Mariä Verkündigung. — 1843 Eröffn. des Themse-Tunnels.

Underskr. Forholdene i Landmandsb. m. H. t
nye Ordning.

Lisp. H. Larsen ang. Karlsberg.
Cuppld. " " " og Lauritzen
Mødt med H. Larsen Vordenskjoldsv. 32.

26. Sonntag. ☽ — Erstes engl. Patent von Trevithik's Strassenb.-Locomotive 1802.

27. Montag. — 1826 Genehmigung zum Bau der Bahn von Lyon nach St. Etienne.

28. Dienstag. — 1749 P. S. Graf Laplace geb. zu Beaumont en Auge († 1827 den 5. März zu Paris.)

29. Mittwoch. — 1810 die erste Schnellpresse von König aus Heilbronn in England patentirt. — 1879 K. Karmarsch † in Hannover.

30. Donnerstag. — 551 v. Chr. Confucius geb. — 1282 Sicilianische Vesper.

31. Freitag. — 1873 Eröffn. der Halberstadt-Blankenburger E.-B.

IV. April.

30 Tage.

1. Sonnabend. — 1815 Fürst O. E. L. Bismarck geb. zu Schönhausen. — 1867 Eröffn. d. Ungar. St.-E.-B. Budapest-Rutteck.

Zahnbrecher forcepurgh aus der Stadt be.
gyptes.

Ludwigsen forcepurgh aus Beholdsen Kan
sanlis hjemme.

Hr. Ludwigsen & svarch bekræftet.

Ons Mdtg. hos Arndt ab Dente Kapalor
fra Ohlsen & Ahlmann.

Ons Morgenen hos Ohlsen & Ahlmann

Ons Middagen hos Ludwigsen & Hansen.

Morgen 7.07. Paa Sy Carlsberg med Schrödt.

2. Sonntag. — 1872 S. F. B. Morse † zu Ponykeepsie bei New-York.

3. Montag. ♈ — 1617 John Napier † auf Merchiston bei Edinburg (geb. 1550).

4. Dienstag. — 1838 Eröffn. der ersten russisch. E.-B. St. Petersburg-Zarskoje-Selo.

5. Mittwoch. — 1827 A. Volta † zu Como (geb. 19. Febr. 1745).

6. Donnerstag. **Gründonnerstag.** — 1871 Eröffn. der Arad-Temesvarer E.-B.

7. Freitag. **Charfreitag.** — 1832 Prof. Wilh. Launhardt, Geh. Reg.-Rath, geb. zu Hannover. — 1839 Eröffnung der Leipzig-Dresdener E.-B.

8. Sonnabend. — 1815 erstes engl. Patent von G. Stephensons Locomotiv-Steuerung.

Underrigt paa Vegn. hvad der vil medgaa til Landmandsbankens

Brev fra Hl. Larsen om de ønskede skove veg. paa Carlsberg.
I Kr. 2 Breve til Aalborg og Ohlo. ang en Bestilling og ang Afsendelse til Carlsberg (2 á 4 Øre Frimærke).

Morgen Kl 7. Carlsberg for at vaade de ankomne Kvæ. Brev fra Ohl. & St med Oplysninger af Lage.

I Skrev til Ludvigsen om at beg. Løsdag (4 Øre Frimærke).

Brev fra Ludvigsen om Cykel / Helligdagene.

Fra Ludvigsen. Afhaler begge Tirsdag.

9. Sonntag. **Heil. Osterfest.** — 1851 Eröffn. der nördl. österr. Staatsbahn Brünn-Bodenbach.

10. Montag. **Ostermontag.** — 1843 Eröffn. der E.-B. v. Heidelberg-Karlsruhe. — 1878 Alb. Borsig's Sohn, Locomotiv-Fabrikant, † zu Berlin.

11. Dienstag. ☾ — 1828 Einführung des Omnibus in Paris.

12. Mittwoch. — 1840 Franz Ritter v. Gerstner † zu New-York. — 1881 Ludw. v. Klein † zu München.

13. Donnerstag. — 1872 Eröffn. der Hannover-Altenbeckener E.-B.

14. Freitag. — 1629 Chr. Huygens, Erfinder der Pendeluhren, geb. im Haag († 8. Juni 1695).

15. Sonnabend. — 1836 Antrag u. Einführung der Gauss-Weber'schen Zeiger-Telegraphen bei der Leipzig-Dresdener E.-B.

Kl 7 Harlsberg. Besuch Kir che und Schwir v Petersen

Kl 7 Harlsb. Eugen Lauer.

Kl 7 K. Opstellung hos Chr Ahlmann Rø (Formosa)

Kl 7 K. Opstilling forbedr hos Larsen for at hjørne dug. Fordrukkjg.

Kl 7 K (Aabdj. Carlsen ank. Fordrukkjelag. Brøndt sat Vrovl med Lærk: Gjæst hos Larsen.

16. Sonntag. — 1845 Abschluss des Vertrags zum Bau der Eisenb. Hannover-Bremen. — 1865 Eröffn. der Cosel-Oderberger E.-B.

17. Montag. ♈ — 1790 Benj. Franklin †. — 1812 Ed. Schinz, Erfinder des ersten Manometers, geb. zu Zürich.

18. Dienstag. — 1873 Just. Frhr. v. Liebig † zu München. — 1881 Max. Maria v. Weber † zu Berlin.

19. Mittwoch. — 1852 Eröffn. der Sächs.-Böhm. Staatsbahn. — 1853 Eröffn. der Great-Indian-Penninsular Railway.

20. Donnerstag. — 1786 Marc Séguin geb. zu Annonay in Frankreich. — 1870 Eröffn. der Cottbus-Grossenhainer E.-B.

21. Freitag. — 1844 Erste Anwendung von Nasmyths Dampframme in Bridgewater.

22. Sonnabend. — 1866 Prof. Ferd. Schwarz † zu Berlin.

Hos Reckmann ang. K. Trap Lyn

Kl 7 Karlsberg. Vandbehold sak, ingen Lund. Fordrukgoldsgat. Forkl rettet. Ab paa Jernvarelad.

Kl 7 Karlsberg. Ingen Lund. Fordrukgoldsgat forbig. Hos Ludvigsen.

Kl 7 Karlsbg. Ab. paa Vandrad.

Karlsberg. Klokke vakt paa Cestern & Vandrad Hos Ohlsen & Adelsmann

Karlsbg. Ab. forbrad.

Karlsberg Død

23. Sonntag. — 1842 Franz. Patent auf J. J. Meyer's Expansionssteuerung.

24. Montag. — 1837 Eröffn. d. ersten Strecke d. Leipzig-Dresdener E.-B.

25. Dienstag. ☽ — 1769 Mark Isamb. Brunel geb. zu Hacqueville in Frankr. — 1822 Max Maria v. Weber geb. zu Dresden.

26. Mittwoch. — 1711 D. Hume geb. — 1787 Ludw. Uhland geb. zu Tübingen.

27. Donnerstag. — 1791 S. F. B. Morse geb. zu Charlestown in Massachussets.

28. Freitag. — 1853 Joh. Ludw. Tieck † zu Berlin.

29. Sonnabend. — 1854 Eröffn. der ersten Locomotivbahn in Brasil. (Porta de Mana-Reiz de Serra).

Kalvsby Morgon. Afhemta hos Bäckman
berg. Utspraning.

Kalvsby Morgon

Kalvsby Morgon.

Morgon Kalvsby. 2 Gange. Kjöt om sph Blekkenl
Jensen. (Dosis 3,30). Kl 5½ - 7½ Kalvsby med
Aurbl. Beskenk ang. Pissoirs &c.

Kalvsby Blekkenl afsken Lufton

Kalvsby Ab Jonkenl

30. Sonntag. — 1777 K. Fr. Gauss geb. zu Braunschweig. — 1864 G. L. F. Laves † zu Hannover.

V. Mai.

31 Tage.

1. Montag. — 1836 Eröffn. der Lambach-Gmundener Bahn als Pferdebahn. — 1847 Eröffn. der Hannover-Haarburger E.-B.

2. Dienstag. — 1820 Rob. Gerwig, erster Bauleiter der Gotthardb., geb. zu Karlsruhe. — 1865 K. v. Etzel †.

3. Mittwoch. ♆ Kreuzerfindung. — 1835 Eröffn. der E.-B. Brüssel-Mecheln.

4. Donnerstag. — 1707 C. v. Linné geb. — 1872 Eröffn. der E.-B. von Hetzendorf nach K. Ebersdorf.

5. Freitag. — 1840 Beginn der Arbeiten zum Auspumpen d. Harlemer Meeres. — 1843 Eröffn. d. Eisenb. v. Paris nach Rouen.

6. Sonnabend. — 1859 Friedr. Alex. v. Humboldt † zu Berlin. — 1868 Eröffn. der Fünfkirchen-Barkser E.-B.

Kristiansand.

Kristiansand.

Kristiansand Passasjerer ankommer. Landmandsbanken Tilbakekomst.
Kristiansand. Ahlmann & Dreier Kl 2 Kl 2½ Lørdag
Kl 6 Middag med Lørdag: Landmandsbanken
(Typemaskin rettes).
Kristiansand. Fortsat Passasjerekspedition. Bryggeopgang mellem Landbanken Tollbod
3½–4. Aftenekspedition. Kl 11½–12.

Landmandsbanken Kristiansand oppgraves Fra Kl 8 Morgen – Kl 8 Aften

Kristiansand. Landmandsbanken Morgenekspedition Fra Kl 4–8
Kl 7 Kaffe Aamodt.

7. Sonntag. — 1523 Franz v. Sickingen †. — 1868 erste Versuchsfahrten mit Fairlie's Locomotive.

8. Montag. — 1842 Furchtbares Brandunglück eines Zuges auf der Versailler Bahn (link. Ufer).

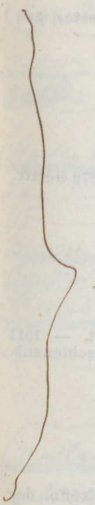
9. Dienstag. — 1805 Friedr. v. Schiller † zu Jena.

10. Mittwoch. ☾ — 1760 Joh. Pet. Hebel geb. in Basel. — 1869 Eröffn. der Pacific-Bahn.

11. Donnerstag. — 1795 F. A. Ritter v. Gerstner geb. zu Prag († 12. April 1840 zu New-York).

12. Freitag. — 1803 Justus v. Liebig geb. zu Darmstadt († 18. April 1873 zu München).

13. Sonnabend. — 1813 Engl. Patent von Brunton's Locomotive mit automat. Füssen.



Herlaby. Landmand.

Herlaby Landmand.

Herlaby Landmand.

14. Sonntag. — Carl Beyer, ber. Locomotivbauer in Manchester, geb. 1813 zu Plauen.

15. Montag. — 1841 Eröffn. der ersten Siebenbürger E.-B. — 1879 Gottfr. Semper † zu Rom.

16. Dienstag. — 1788 Friedr. Rückert geb. zu Schweinfurt. — 1811 erstes engl. Patent von Blenkinsop's Zahnschienenb.

17. Mittwoch. ☿ (Sichtbare Sonnenfinsterniss.) — 1842 Eröffn. der Hamburg-Bergedorfer E.-B.

18. Donnerstag. **Himmelfahrt Christi.** — 1857 Beginn der II. Techniker-Versamml. des Ver. D. E.-V. in Wien (18.—26. Mai). Erster Entw. d. Triester Lade-Profils.

19. Freitag. — 1762 J. G. Fichte geb. zu Rammenau in der O.-Lausitz. — 1844 Eröffn. der Hannover-Braunschweiger E.-B.

20. Sonnabend. — 1471 Albr. Dürer geb. zu Nürnberg. — 1858 Eröffn. der Aussig-Teplitzer E.-B.

d 14
Landmandsbanken

d 7 Maa

Landmandsbanken fra Kl 8 Morgen til 8 Aften

d 15
Karlsberg Landmandsbanken Morgen, Kl 1 og Kl 6
Aandet Brønden udenfor Byen

d 18 Maa

Karlsberg Prasers Opstilling forbi
Landmandsbanken Morgen og Kl 6-7

d 19
Karlsberg Landmandsbanken Morgen og Kl 6
Aandet

29
Karlsberg. Landmandsbanken Morgen og Kl 5½-6½
med Aandet.

d 10 Juni
Karlsberg Landmandsbanken Morgen (Blikkenslagern ved Porten) og Kl 4-4½
Karlsberg. Landmandsb. (Prolagen begynder)
d 17

d 14
Landmandsb. Afstaaet med Museet og Omstilling
af Blikkvært

Karlsberg Aldre Landmandsb Prolagen
Kl 1 hos Kapt. Hansen ved Kastellet.
Kl 4 Ludvigsen & Hansen / Karlsberg.

Karlsberg. Kl 1 i Kastellet med Kapt Hansen.
Landmandsbanken Rivet tilstede Kl 6 Fiskerstr
2 Par med ubegr Retur
Hos Ludvigsen og bestilt Praservinder

21. Sonntag. — 1506 Columbus † zu Segovia. — 1826 Georg v. Reichenbach † zu München.

22. Montag. — 1842 Eröffn. der ersten Strecke der Oberschles. E.-B.

23. Dienstag. — 1871 Eröffn. der Zahnradbahn Vitznau-Rigi.

24. Mittwoch. — 1543 Nicolaus Kopernicus † (geb. 19. Febr. 1473).

25. Donnerstag. ☽ — 1815 Abbé Caselli, Erfind. des Pantelegr., geb. zu Siena. — 1872 J. H. A. Mohn, Oberbaurath, † zu Hannover.

26. Freitag. — 1872 Eröffn. der Posen-Thorn-Bromberger E.-B.

27. Sonnabend. — 1265 Dante geb. zu Florenz. — 1564 J. Calvin † zu Genf.

Karlsberg. Gmdt Beskæftigelse om Udgravning
S. Herz paa Kanterods.

Karlsberg Udgravning beg.

Karlsberg. Udgravning fortsat

Karlsberg Morgens Eftermdg
Brondrenning beg.

Karlsberg Brondrenning beg. Vandkanon
til de to Klosetter kommen
Mrs Amdt: Landsb. Nr 6 for at see paa
nogle Engelyster paa Pensionat

Karlsberg Morgens Eftermdg
Rørlægning i Kjøkk beg.

28. Sonntag. **Heil. Pfingstfest.** — 1876 Eduard Koch, Geh. Oberbaurath, † zu Thale (geb. 28. Februar zu Coblenz).

29. Montag. **Pfingstmontag.** — 1829 Sir Humphry Davy, Erfinder der Sicherheitslampe, † zu Genf. — 1847 Einsturz der gusseis. Deebrücke beim Passiren eines Zuges.

30. Dienstag. — 1416 Hieron. v. Prag † in Constanz. — 1778 Voltaire † zu Paris.

31. Mittwoch. Quatember. — 1809 Ferd. v. Schill † zu Stralsund. — 1831 Emil Tilp, Centr.-Inspect. d. K. Ferd. Nordbahn, geb. zu Brüx.

VI. Juni.

30 Tage.

1. Donnerstag. ♆ — 1874 Eröffn. der Oberlausitzer E.-B. u. 1851 der schwedischen E.-B. Christine-Hanne-Sjöandan.

2. Freitag. — 1846 Eröffn. d. Oesterr. Südb. v. Gratz nach Cilli. — Carl Beyer, Locomotivbauer in Manchester, † 1876.

3. Sonnabend. — 1831 Gründung d. techn. Hochschule in Hannover.

Herlaby Morgen d Eftermdg
Rørlagn forbaat

Herlaby. Rørlagn forbaat

Herlaby Rørlagn endt
Ster hie H. Lærer v Kirken om Regn. fra
Landmandsbanken (8 Gre).

Herlaby. Morgen d Eftermdg.

Herlaby Morgen d. Eftermdg (Arnbd)
Store Brønd rist og utett
Brev ad Opmand; Castella kan besigtes

4. Sonntag. — 1880 Beginn des Baues am Arlberg-Tunnel.

5. Montag. — 1568 Graf Egmont u. Horn in Brüssel enthauptet. — 1826 Carl Maria v. Weber † zu London.

6. Dienstag. — 1846 Eröffn. d. ersten Strecke der Thüringischen E.-B.

7. Mittwoch. — 1826 Jos. v. Fraunhofer † zu München.

8. Donnerstag. ☾ **Frohnleichnamfest.** — 1695 Chr. Huygens † (geb. 14. April 1629). — 1874 Eröffn. der K. Franz-Josefbahn.

9. Freitag. — 1781 George Stephenson geb. zu Wylam bei Newcaste a. T. († 12 August 1848 zu Tapton House bei Chesterfield).

10. Sonnabend. — 1816 Karl Exter, I. Obermaschinenmeister der bayer. Staats-E.-B., geb. zu Zweibrücken.

Harlsberg

Harlsberg · Ofterwitz mit Dröbsen · Castell

Harlsberg alte Klosterkirche romanisch · Fenster
mit Kreuze bis Flex

Harlsberg Morgen Pissen · Gang
Ofterwitz Flex

Harlsberg Morgen · Ofterwitz
bis Oxelberg

Harlsberg mit Oxelberg · Ofterwitz · Flex
mit Kork bis Dröbsen

11. Sonntag. — 1847 Eröffn. d. ersten Strecke der Pfälz. Ludwigs-E.-B.

12. Montag. — 1809 Heinr. Kirchweger, früher Maschinen-Director der Hannov. Staatsbahn, geb. in Colberg a. d. Ostsee.

13. Dienstag. — 1808 Carl Ritter v. Ghega geb. zu Venedig. — 1838 Eröffn. d. London-Bristol-(Great-Western-)E.-B.

14. Mittwoch. — 1830 Eröffn. der Liverpool-Manchester E.-B. für Personenverkehr.

15. Donnerstag. ♍ — 1879 Sir William Fothergill Cooke, Erfinder des Zeiger-Telegraphen, † in London.

16. Freitag. — 1623 Blaise Pascal geb. zu Clermont. — 1865 Eröffn. der Tilsit-Insterburger E.-B.

17. Sonnabend. — 1854 Eröffn. der Oesterr. südöstl. Staats-E.-B. Marchegg-Pesth-Szolnock-Szegedin.

~~Karlsberg – Asten – Herz~~

Karlsberg – Asten – Herz

Karlsberg – Asten

Morgen 8 Asten Karlsberg
Deutsches Brot i Karlsbad

Morgen Karlsberg – Asten – Herz Landgasse
Lerner Amt Regen. im Landwasserbad

Morgen Karlsberg – Herz 2den Wolpert mit
wandt Asten Herz

Karlsberg – Herz Mittag Odenberg

18. Sonntag. — 1878 Beginn der VIII. Techniker-Versammlung des Vereins D. E.-V. in Stuttgart (18.—20. Juni).

19. Montag. — 1833 Gesetz-Entwurf zum Bau der belg. Staatsbahn von der Nordsee nach der Maas und dem Rhein.

20. Dienstag. — 1616 Salvator Rosa geb. zu Benella bei Neapel. — 1846 Eröffn. d. Thüring. E.-B. von Weissenfels nach Halle.

21. Mittwoch. Sommers-Anfang. — (Längster Tag.)

22. Donnerstag. — 1819 A. Wöhler, Eisenbahndirector in Strassburg geb. in Soltau.

23. Freitag. ☽ — 1854 Eröffn. der Frankfurt-Hanauer E.-B. und Osnabrück-Siegen.

24. Sonnabend. Johannistag. — 1777 Joh. Ross geb. — 1795 E. H. Weber geb. zu Wittenberg. — 1847 Eröffn. d. E.-B. von Erfurt nach Eisenach.

Karlsberg mit Bf. Elmer. Abfahrt Padeborn

Karlsberg Morgen. Ke 5½ – 7 Karlsberg mit Elmer. abfahrt

Karlsberg

Karlsberg (Ludwigsee)

Karlsberg

Karlsberg (Forst)

25. Sonntag. — 1804 J. Borsig geb. zu Breslau († 6. Juli 1854 zu Berlin). 1871 Eröffn. der ungarischen Nordostbahn.

26. Montag. — 1795 P. Denis, Erbauer der Nürnberg.-Fürther E.-B., geb. zu Mainz. — 1846 Eröffn. der Main-Neckar E.-B.

27. Dienstag. — 1876 VII. Techniker-Versammlung des Vereins D. E.-V. in Constanz (26.—28. Juni).

28. Mittwoch. — 1871 V. Techniker-Versammlung d. Vereins D. E.-V. in Hamburg (26.—29. Juni).

29. Donnerstag. Peter und Paul. — 1839 Eröffn. der Magdeburg-Schönebecker E.-B. — 1876 Eröffn. d. Weimar-Geraer E.-B.

30. Freitag. — 1876 Eröffn. d. erst. chinesisch. E.-B. Shangai-Woosung (nach kurzer Zeit wieder abgerissen).

VII. Juli.

31 Tage.

1. Sonnabend. ♈ — 1847 Eröffn. d. E.-B. von Löbau-Görlitz. — 1864 d. Grande-Central-Belge. — 1869 d. Cöslin-Danzig. E.-B.

a

Aften Hertz

Aften Hertz

Hertzberg for at klare O. v. d. Rey
Hes Anliv mit denen

Ohlsen & Schumann for at aften Rey

2. Sonntag. Mariä Heimsuchung. — 1863 Eröffn. der E.-B. Lissabon-Badajoz. — 1872 Eröffn. der Vorarlberger E.-B.

3. Montag. — 1878 J. J. Rousseau † zu Ermenonville bei Paris.

4. Dienstag. — 1840 Eröffn. d. Dampfschifffahrt zwischen Liverpool und New-York (Cunardlinie).

5. Mittwoch. — 1817 Karl Vogt geb. zu Giessen.

6. Donnerstag. — 1846 Leibnitz geb. zu Leipzig. — 1854 J. Borsig † zu Berlin.

7. Freitag. ☾ — 1752 Jaquard geb. zu Lyon († 7. August 1834 zu Oullins bei Lyon).

8. Sonnabend. — 1810 Rob. Schumann geb. zu Zwickau. — 1846 Unfall bei Fampoux auf der französ. Nordbahn.

Flesby Formandy. Opelby Efterm.
for ab. ver Lokum

Brev fra Faktemann ab Lokum
a penne til Karlsby

9. Sonntag. — 1386 Arnold Winkelried † zu Sempach. — 1855 Eröffn. d. Dortmund-Soeter E.-B.

10. Montag. — 1835 Genehmig. z. Bau der Paris-St. Germain E.-B.

11. Dienstag. — 1536 D. Erasmus von Rotterdam † zu Basel.

12. Mittwoch. — 1878 Einführung der Bahnordnung für deutsche Bahnen untergeordneter Bedeutung.

13. Donnerstag. — 1845 Concession der Eisenb. von Paris nach Lyon.

14. Freitag. — 1846 Eröffn. der Pest-Waitzener E.-B. u. 1858 der Rhein-Nahebahn.

15. Sonnabend. ☿ — 1867 Eröffn. der Bremen-Oldenburger E.-B. u. 1873 der Nordbrabant-Deutschen E.-B.

Karlsberg. Opskilling af Lodsen bg
Herh. Aften

Karlsbi. Forhandlen af Lodsens Opsyn
Nordland ch Grafse for Amtb

Karlsberg - Herh Eftermiddag

Karlsberg

16. Sonntag. — 1871 Eröffn. der Salzburg-Tyroler E.-B. u. 1851 der sächsisch-bayer. Staatsbahn.

17. Montag. — 1816 Karl Theodor Sorge, Oberbaurath, geb. zu Leipzig. — 1854 Eröffn. der Semmeringbahn (Gloggitz-Mürzzuschlag).

18. Dienstag. — 1845 Concession der Paris-Strassburger E.-B. — 1855 Eröffn. der ersten Strecke der Pfälz. Maximiliansb.

19. Mittwoch. — 1879 L. Favre, Erbauer des Gotthard-Tunnels, † im Tunnel.

20. Donnerstag. — 1845 Eröffn. der Glückstadt-Elmshorner E.-B.

21. Freitag. — 1820 Oerstedt entdeckt die electromagnet. Erscheinungen.

22. Sonnabend. — 1856 Eröffn. der Westfälischen E.-B.

Kartoffeln Äpfel

Mit Aepfel paar Kartoffeln

Haselnuß z. fürs Pferd am Abend 1½

23. Sonntag. ☽ — 1822 Fr. Wilh. Herschel †. — 1858 erstes Patent auf Giffard's Injector.

24. Montag. — 1841 Vollendung der ersten Borsig'schen Locomotive.

25. Dienstag. — 1809 J. F. Redtenbacher geb. zu Steyr. — 1814 G. Stephenson's Locomotive auf d. Killingsworth E.-B.

26. Mittwoch. — 1793 Einführ. d. optischen Telegraphen in Frankreich.

27. Donnerstag. — 1851 Eröffn. der preussischen Ostbahn. — 1866 Vollendung des unterseeischen Telegraphenkabels zw. Europa und Amerika.

28. Freitag. — 1794 M. J. Robespierre †. — 1830 Juli-Revolution in Paris.

29. Sonnabend. — 1784 Den. Diderot †.

Hr Aalborg (Ver. Amts)

Tilsagt Blikkenslager Kit Korlaberg

~~Hr Aalborg~~

Korlaberg. Sagt Blikkenst Bagkt m

Skorn Hr Aalborg

— 2r aalbor

Korlaberg Aalborg Hr

Aalborg Hr

30. Sonntag. ♍ — 1857 Eröffn. der E.-B. Adelsberg-Triest.

31. Montag. — 1803 John Ericson geb. zu Langbanshyttan in Schweden. — 1842 Eröffn. der Berlin-Stettiner E.-B.

VIII. August.

31 Tage.

1. Dienstag. Petri Kettenfeier. — 1842 Vollend. d. Themse-Tunnels durch Marc J. Brunel. — 1873 Eröffn. der Prinz Heinrich E.-B. u. 1876 der Marienburg-Mlawkaer E.-B.

2. Mittwoch. — 1839 Eröffn. der Strecke Köln-Düren der Rhein. E.-B.

3. Donnerstag. — 1839 Eröffn. der Paris-Versailler E.-B. (rechtes Ufer).

4. Freitag. — 1870 Treffen bei Weissenburg.

5. Sonnabend. — 1856 Eröffn. der braunschweig'schen Südbahn (Börsum-Kreiensen).

Aalborg 6te

Hos Blikkenslager Jørgensen Kalvebod

Aalborg 2te

(Hellesh)

(Hellebæk)

Hos Hesp for det kgl. Regiment

Aalborg 2te Kalvebod

Aalborg 3te

Kalvebod ml Aarhus. Hos Blikkenslager

6. Sonntag. ☾ Verklärung Christi. — 1789 Friedrich List geb. zu Reutlingen († 30. Novbr. 1846 zu Kufstein). — 1870 Schlacht b. Wörth. Eroberung d. Spiecheren Höhen b. Saarbrücken.

7. Montag. — 1846 Eröffn. der Berlin-Potsdam-Magdeburger E.-B. u. 1847 der E.-B. Zürich-Baden.

8. Dienstag. — 1844 Concession d. Eisenb. Paris-Sceaux nach System Arnoux.

9. Mittwoch. — 1867 Eröffn. der E.-B. Samarang-Tangveng (Java).

10. Donnerstag. — 1847 Eröffn. der Stargard-Posener E.-B. u. 1874 d. Brünn-Rossitzer E.-B.

11. Freitag. — 1846 Engl. Patent auf G. Stephenson's 3-cylindr-Locomotive — 1856 Eröffn. der E.-B. Raab-Neu-Szöny.

12. Sonnabend. — 1848 Georg Stephenson † in Tapton-House bei Chesterfield. — 1852 Eröffn. d. Paris-Strassburger E.-B.

13. Sonntag. ♉ — 1520 Ferd. Cortez erobert Mexico. — 1818 Feod. Leonhardi, Obermaschinenmeister der Rhein. E.-B., geb. zu Dresden.

14. Montag. — 1777 Hans Christian Oerstedt, Entdecker des Electro-Magnetismus, geb. zu Rudkjöbnig (Dänemark). — 1872 Eröffn. der Donau-Drau E.-B.

15. Dienstag. Mariä Himmelfahrt. — 1846 Eröffn. d. Niederschles.-Märk. E.-B. — 1867 Eröffn. d. Algier-Blidaher E.-B. u. 1869 des Suezkanales.

16. Mittwoch. — 1858 erste telegraphische Depesche von Europa nach Amerika. — 1870 Schlacht bei Mars-la-Tours.

17. Donnerstag. — 1823 Gründung von Stephenson's Locomotivfabr. in New-Castle on Tyne. — 1869 Eröffn. der Nordhausen-Erfurter E.-B.

18. Freitag. Geburtstag Sr. M. des Kaisers von Oesterreich. — 1870 Schlacht bei Gravelotte. 1874 Sir William Fairbairn †.

19. Sonnabend. — 1840 Eröffn. der Magdeburg-Leipziger E.-B. — 1870 Beginn der Beschiessung von Strassburg.

Karlsbrz

20. Sonntag. — 1847 Eröffn. der E.-B. von Wiener-Neustadt nach Oedenburg. — 1863 der niederländ. Central-E.-B.

21. Montag. Geburtstag Sr. K. K. Hoheit des Kronprinzen von Oesterreich. — 1838 Adalb. Chamisso †. — 1858 Vollendung der 1000sten Borsig'schen Locomotive.

22. Dienstag. ☽ — 1647 Denis Papin geb. zu Blois. — 1877 Eröffn. der West-Holsteiner E.-B.

23. Mittwoch. — 1769 Georg Cuvier geb. — 1831 A. N. Gneisenau † zu Posen. — 1870 Chalons von den Franzosen geräumt.

24. Donnerstag. Bartholomäus. — 1830 Belgien befreit sich v. d. Niederl. — 1845 Eröffn. der Olmütz-Prager E.-B.

25. Freitag. — 1725 Gründ. d. Univers. Göttingen. — James Watt † 1819 zu Heathfield bei Birmingham (geb. 19. Januar 1736).

26. Sonnabend. — 1846 Engl. Patent auf Crampton's Eilzuglocomotive. — 1878 Sir Rob. Hill, Erfinder der Briefmarken, † in London.

Karlsberg

27. Sonntag. — 1831 H. Tellkampf, Eisenb.-Director in Altona, geb. zu Hamm in Westfalen.

28. Montag. ♍ — 1749 J. W. Goethe geb. zu Frankfurt a. M. — 1870 Eröffn. der ersten Siebenbürger E.-B.

29. Dienstag. — 1817 E. Buresch, Geh. Oberbaurath in Oldenburg, geb. zu Derneburg bei Hildesheim.

30. Mittwoch. — 1846 Eröffn. der Köthen-Bernburger E.-B. — 1847 der Chemnitz-Risaer E.-B. — 1870 Schlacht bei Beaumont.

31. Donnerstag. — 1821 Herm. Ludw. Feod. Helmholtz, ber. Mathematiker u. Phys., geb. zu Potsdam. — 1870 Kämpfe bei Sedan.

IX. September.

30 Tage.

1. Freitag. — 1840 Eröffn. der Berlin-Anhaltischen E.-B. — 1865 Eröffn. der Frankfurt-Bebraer E.-B. u. 1868 der Kaiser Franz-Josephb. — Prof. C. Dolezalek geb. z. Marburg.

2. Sonnabend. — 1870 Capitulation von Sedan. — 1872 P. Denis † zu Dürkheim. — 1876 K. Th. Sorge, Oberbaurath, † zu Dresden.

Fordj med Cattleplanum

Hos L.C Levyson j bent Afsk

Med Bethe beach hans Vatsk

Med Schrift i Bethes Leilighet og
oplyst Vatsken

Karlsberg

Fik hos Amtsk Aalborgplanum

3. Sonntag. — 1844 Explosion einer Locomotive durch Blitzschlag auf der Philadelphia- und Reading-E.-B.

4. Montag. ☾ — 1870 Proclamation der Republik in Frankreich.

5. Dienstag. — 1733 Chr. M. Wieland geb. — 1870 Einzug von König Wilhelm in Rheims.

6. Mittwoch. — 1845 Eröffn. der E.-B. Crimitschau-Werdau-Zwiekau.

7. Donnerstag. — 1815 Joh. Perner, Obering. d. Oesterr. Staatsb. geb. († d. 10. Septbr. 1845.)

8. Freitag. Mariä Geburt. — 1870 Nils Ericson, Schöpfer des Schwedischen Eisenbahnnetzes, † zu Stockholm (geb. 31. Jan. 1802).

9. Sonnabend. — 1737 Aloisio Galvani geb. zu Bologna († 4. Dec. 1798 das.)

Aalborg 3h

Morgen von Ob W Sk z. best Afbos
Hes Fredrikshavn aus Bester Vorsk
Aalborg 4½h

Von Hes L C Lerzsohn (Morgens)

Hes Bestek Opschiff beg.
Aalborg 3h

Gruß Lotsk Bestek an Land
abgesandt

L.C Lerzsohn (Morgens) Bestek Vorsk fort
Aalborg (Folkestad) 2½h

L.C Lerzsohn (Morgens & Abends)

10. Sonntag. — 9 Ende der Hermannsschlacht. — 1848 Eröffnung der Hessischen Ludwigs-Bahn.

11. Montag. — 1865 Beginn der III. Techniker-Versamml. d. Ver. D. E.-V. zu Dresden (11.—16. Sept.).

12. Dienstag. ♍ — 1839 Eröffn. d. Strassb.-Colm. E.-B — 1840 Eröffn. d. Mannh.-Heidelb. E.-B. u. 1872 d. Prag-Dux. E.-B.

13. Mittwoch. — 1858 Gen.-Vers. d. Ver. D. E.-V. i. Triest. (Genehm. d. Durchf.-Prof.) — 1866 Eröffn. d. Berl.-Görl. E.-B.

14. Donnerstag. Kreuzerhöh. — 1870 C. A. Steinheil † zu München. — 1874 VI. Technik.-Vers. d. Ver. D. E.-V. z. Düsseld.

15. Freitag. — 1830 Eröffn. der Liverpool-Manchester E.-B. — 1859 Isamb. Kingd. Brunel † zu London.

16. Sonnabend. — 1850 Eröffn. der Saarbrücker E.-B. u. 1872 der Pilsen-Priesener E.-B.

Aalborg $4\frac{1}{2}^{h}$ (Folketalg)

Aalborg 4^{h} (F)

Aalborg 1^{h} (F)

Aalborg $1\frac{1}{2}^{h}$ (F)

Aalborg $5\frac{1}{2}^{h}$ (F)

17. Sonntag. — 1871 Eröffn. der Mont-Cenis-Eisenbahn.

18. Montag. — 1827 Hellwag, Ober-Ingenieur der Gotthardtbahn, geb. zu Eutin.

19. Dienstag. — 1844 Eröffn. der Altona-Kieler E.-B. — 1870 Paris von den Deutschen völlig eingeschlossen.

20. Mittwoch. ☽ Quatember. — 1839 Eröffn. der E.-B. Amsterdam-Haag u. 1876 Pilsen-Eisenstein.

21. Donnerstag. — 1801 M. Jacobi, Erfinder der Galvanoplastik, geb. zu Potsdam († 10. März 1874 zu Petersburg).

22. Freitag. — 1791 Michael Faraday geb. zu Newington Butts bei London († 25. Aug. 1867 zu Hamptoncourt).

23. Sonnabend. Herbst-Anfang. — (Tag und Nacht gleich.) — 1800 Joh. Heinr. Aug. Mohn, Oberbaurath in Hannover, geb. zu Halle.

Aalborg (4 Uhr P.)

Aalborg 1h (P.)

Aalborg 4h (P.)

Aplev: Aalborg

24. Sonntag. — 1849 Eröffn. der Kurf. Friedr. Wilh. Nordb. (Gerstungen-Haueda).

25. Montag. — 1871 Eröffn. der ersten Locomotivbahn in Honduras (Porto Caballo-San Jago).

26. Dienstag. — 1839 Eröffn. der Taunusbahn.

27. Mittwoch. ♈ — 1825 Eröffn. der Stockton-Darlington E.-B. mit Stephenson's Locomot. „Perseverance". (Erste Anwendung d. Blasrohrs.)

28. Donnerstag. — 1868 Beginn der IV. Techniker-Versamml. des Ver. D. E.-V. zu München (28.—30. Sept.) — 1870 Capitulation von Strassburg.

29. Freitag. Michaelis. — 1846 Eröffn. der E.-B. von Lucca nach Pisa.

30. Sonnabend. Geburtstag I. M. der deutschen Kaiserin. — 1870 Ausfall von Paris zurückgeschlagen.

Die Arbeit auf dem Boden

Laubholzkohle $3\frac{1}{4}$ h

1. Sonntag. — 1863 Eröffn. der Almelo-Salzbergener u. 1871 der Breslau-Mittelwalder E.-B.

2. Montag. — 1846 Eröffn. der Niederschl. Zweigb. von Glogau nach Sagan u. Hansdorf. — 1871 d. Dux-Bodenbacher E.-B.

3. Dienstag. — 1839 Eröffn. d. ersten E.-B. in Italien (Neapel-Portici).

4. Mittwoch. ☾ — 1840 Eröffn. der München-Augsburger Bahn. — 1870 Cernirung von Thionville.

5. Donnerstag. — 1849 Eröffn. der Ruhrort-Crefelder E.-B., ferner 1860 Küstendsche-Tschernawoda.

6. Freitag. — 1829 Locomotiv-Concurr. auf d. Liverpool-Manchester E.-B. — 1836 Aufricht. d. Obelisken von Luxor in Paris.

7. Sonnabend. — 1807 Fulton's Dampfschiff auf dem Hudson.

8. **Sonntag.** — 1855 Eduard Schinz † zu Dresden (geb. 17. April 1812).

9. **Montag.** — 1847 Eröffn. der Elberfeld-Dortmunder E.-B.

10. **Dienstag.** — 1841 Vollendung der ersten Maffei'schen Locomotive. — 1870 Gefecht bei Artenay (Orleans).

11. **Mittwoch.** — 1857 Josef Ressel, Erfinder des Schraubendampfers, † zu Triest. — 1870 Schlacht bei Orleans.

12. **Donnerstag.** ♈ — 1492 Columbus entdeckt Amerika. — 1801 C. A. Steinheil geb. zu Rappoltsweiler im Elsass. — 1859 Rob. Stephenson †.

13. **Freitag.** — 1847 Eröffn. der Oberschlesischen u. 1878 d. Ural-Bahn.

14. **Sonnabend.** — 1845 Eröffn. der Hannov. Staatsb. von Lehrte nach Celle. — 1875 Eröffn. der preuss. Militärbahn.

15. Sonntag. — 1823 Ludw. v. Becker geb. zu Seelbach. — 1847 Eröffn. der Hannover-Mindener E.-B. und letzte Strecke der Köln-Mindener E.-B.

16. Montag. — 1851 Eröffn. der Lübeck-Büchener E.-B. u. 1873 der Erzherzog Albrecht Bahn.

17. Dienstag. — 1803 Karl Karmarsch geb. zu Wien. — 1841 Eröffn. der Kaiser Ferdinands Nordbahn.

18. Mittwoch. Geburtstag Sr. K. K. Hoheit des Kronprinzen des deutschen Reichs. — 1870 Einnahme von Chateaudun.

19. Donnerstag. — 1828 auf dem Bedlingtoner Eisenwerke werden die ersten Schienen gewalzt. — 1843 preuss. Patent auf Borsig's Coulissen-Steuerung.

20. Freitag. ☽ — 1856 Eröffn. der Oberhausen-Arnheimer E.-B.

21. Sonnabend. — 1830 Eröffn. der E.-B. Prag-Lana-Pinie als Pferdeb.

Brev fra Jakobsen at Lokum
kjøpe Kaninskj.

Morgen Kaffebrød for at tale med Z.

Morgen Kaffebrød med Abdb. Ølen Ohlsen Ahlmann
2 Lederhosen. Om Ephraim Hagen hos Ohlsen
2 Ahlmann og Abdb

22. Sonntag. — 1845 Eröffn. der Stuttgart-Kannstadter E.-B. u. 1873 d. Ungar. Nord-Ostbahn.

23. Montag. — 1838 Eröffn. d. Berlin-Potsdam. E.-B. u. 1843 d. Strecke Hannover-Lehrte.

24. Dienstag. — 1842 Eröffn. der Niederschlesisch-Märkischen E.-B. 1870 Capitulation von Schlettstadt.

25. Mittwoch. — 1851 Eröffn. der Magdeburg-Wittenberger E.-B.

26. Donnerstag. ♈ — 1800 H. K. B. Graf von Moltke geb. — 1844 I. Bahntelegraph auf der Taunusbahn nach Syst. Fardely. — 1854 Eröffn. der Schleswig'schen E.-B.

27. Freitag. — 1728 James Cook, Entdecker Australiens, geb. zu Niaston in England. — 1870 Capitulation von Metz. — 1880 Ludw. v. Becker † zu Wien.

28. Sonnabend. — 1848 Eröffn. der E.-B. Barcelona-Metoro u. 1872 der Turnau-Kralup-Prager E.-B.

Karlsberg Morgen

Karlsberg Morgen z hus Ludwigsau

Karlsberg Morgen

Karlsberg M

Karlsberg M. Ludwigsau

Karlsberg M

29. Sonntag. — 1843 Eröffn. der Breslau-Schweidnitz-Freiburger E.-B. u. 1856 der Breslau-Posen-Glogauer E.-B. — 1870 Metz von den Deutschen besetzt.

30. Montag. — 1870 Karl Exter, Ober-Maschinenmstr. d. bayer. Staatsb. †. — 1813 Ludw. v. Klein geb. zu Utritsch in Böhmen.

31. Dienstag. — 1841 Eröffn. der Jerxheim-Helmstedter E.-B. — 1845 Eröffn. d. E.-B. Oppeln-Gleiwitz-Königshütte.

XI. November.

30 Tage.

1. Mittwoch. Allerheiligenfest. — 1838 Eröffn. der Braunschweig-Wolfenbütteler E.-B. u. 1846 der Niederschlesischen Zweigbahn.

2. Donnerstag. ☾ Allerseelenfest. — 1801 Einführung d. metrischen Systems in Frankreich. — 1847 Vollendung des Tunnels von La Nerthe.

3. Freitag. — 1858 Eröffn. der Werra-E.-B. — 1870 Belfort von den Deutschen cernirt.

4. Sonnabend. — 1857 Eröffn. der ersten Strecke der Süd-Norddeutschen Verbindungs-Bahn.

Karlsbad

Karlsbad

Karlsbad

Karlsbad

Karlsbad

5. Sonntag. 1494 Hans Sachs, geb. zu Nürnberg. — 1855 Eröffn. der Buschtehrader E.-B.

6. Montag. — 1632 Gustav Adolf † zu Lützen.

7. Dienstag. — 1809 Richard Hartmann, Begründer der sächsischen Maschinenfabrik, geb. zu Strassburg.

8. Mittwoch. — 1870 Capitulation von Verdun.

9. Donnerstag. — 1810 Eröffn. des Canals von St. Quentin.

10. Freitag. ☿ (Unsichtbare Sonnenfinsterniss.) — 1846 Gründung des Verbandes der preussischen Eisenbahn-Direct., jetz. „Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen".

11. Sonnabend. — 1759 Friedr. Schiller, geb. zu Marbach.

Karlsberg

Karlsberg

12. Sonntag. — 1871 Eröffn. der Breslau-Warschauer E.-B.

13. Montag. — 1862 Lud. Uhland † zu Tübingen.

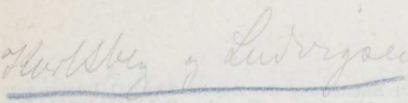
14. Dienstag. — 1716 Gottfr. Wilh. Leibnitz † zu Hannover. — 1867 Eröffn. der Böhmischen Nordbahn.

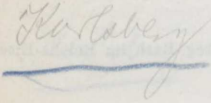
15. Mittwoch. — 1630 Joh. Kepler † zu Regensburg. — 1738 Herschel geb. zu Hannover.

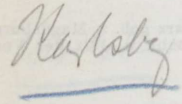
16. Donnerstag. — 1823 Jul. Rohde Construct. der Hamburger Elbbrücken geb. († d. 20. Dec. 1880.) — 1853 Eröffn. d. Hessischen Ludwigsbahn.

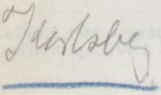
17. Freitag. — 1837 Eröffn. der ersten Strecke der Kaiser Ferdinand-Nordbahn. — 1875 Charl. Bl. Vignoles † zu Hythe bei Southampton.

18. Sonnabend. ☽ — 1767 Herstellung d. ersten (guss)eisernen Eisenbahnschiene. — 1789 L. J. Daguerre geb. z. Corneilles.









19. Sonntag. — 1805 Ferd. v. Lesseps geb. z. Versailles. — 1828 Franz Schubert † zu Wien.

20. Montag. — 1421 Entstehung des Zuyder Sees (27 Dörfer verschl.). — 1602 Otto v. Guerike, Erfinder der Luftpumpe, geb. zu Magdeburg.

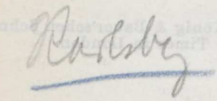
21. Dienstag. — 1768 D. F. Schleiermacher geb. zu Breslau. — 1855 Eröffn. der E.-B. Löhne-Osnabrück.

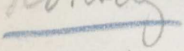
22. Mittwoch. — 1830 W. Streckert, Geh. Reg.-Rath im Reichs-Eisenbahnamt, geb. zu Cassel.

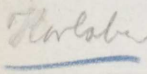
23. Donnerstag. — 1808 Prof. Ferdin. Schwarz geb. z. Magdeburg. — 1857 Eröffn. der Theiss-Bahn u. 1872 der Vorarlberger E.-B.

24. Freitag. — 1462 Entdeckung von Australien. — 1861 Eröffn. der Lüttich-Mastrichter E.-B. — 1870 Capitulation von Thionville.

25. Sonnabend. ♈ — 1814 Jul. Rob. v. Mayer geb. zu Heilbronn u. 1874 Eröffn. der Dortmund-Gronau-Enscheder E.-B.







☉ Aufg. 7 U. 34 M.; ☉ Unterg. 4 U. 0 M.

XI. November.

30 Tage.

☾ Aufg. 5 U. 30 M. Abends.

26. Sonntag. — 1836 Mac Adam † zu Moffat in Schottland (geb. 1755). — 1870 Durchschlag des Mont Cenis-Tunnels.

27. Montag. — 1814 Erste Anwend. der König & Bauer'schen Schnellpresse beim Druck der Times in London.

28. Dienstag. — 1853 Eröffn. der Passing-Starnberger E.-B. — 1870 Treffen bei Beaune la Rolande.

29. Mittwoch. — 1876 Katastrophe auf der nach Wetlis System erbauten Wädensweil-Einsiedeln-Bahn.

30. Donnerstag. — 1803 Gottfr. Semper geb. zu Hamburg. — 1846 Friedr. List † zu Kufstein.

XII. December.

31 Tage.

1. Freitag. — 1847 Eröffn. der Stelee-Vohwinkel-E.-B. — 1855 der Schweidnitz-Reichenbacher E.-B.

2. Sonnabend. ☾ — 1843 Eröffn. der E.-B. von Valenciennes nach d. Belg. Grenze. — 1861 der Warschau-Bromberger E.-B.

Kalbeyer

3. Sonntag. — 1795 Sir Rowland Hill, Begründer der einstufigen Posttaxe, geb. zu Kiddermünster († 27. Aug. 1879 zu London).

4. Montag. — 1798 Aloisio Galvani † zu Bologna.

5. Dienstag. — 1791 Amad. Mozart † (geb. d. 27. Jan. 1756 zu Salzburg).

6. Mittwoch. — Venus-Durchgang. — 1869 Eröffn. der ersten Strecke der österr. Nord-Westbahn.

7. Donnerstag. — 1835 Eröffn. der ersten deutschen Locomotivbahn Nürnberg-Fürth.

8. Freitag. Mariä Empfängniss. — 1841 J. H. Dannecker † (geb. 15. Octb. 1758).

9. Sonnabend. — 1798 J. R. Forster † zu Halle.

P. C. Lumpoth, Kyalon. Dem 12.1 Ke
24 3. Bem 2,5

10. Sonntag. ♑ — 1799 Einführung des Metermaasses in Frankreich. — 1875 Eröffn. der Posen-Creuzburger E.-B.

11. Montag. — 1826 Prof. Dr. Aug. Ritter, Geh. Regierungsrath, geb. zu Lüneburg.

12. Dienstag. — 1847 Eröffn. d. Wunstorf-Bremer E.-B. — 1849 Marc Isamb. Brunel, Erbauer des Themse-Tunnels † zu London.

13. Mittwoch. — 1822 Rud. Paulus, Ober-Insp. d. Oesterr. Südb., geb. zu Stuttgart. — 1863 Friedr. Hebbel † zu Wien.

14. Donnerstag. — 1799 Georg Washington † zu Mount Vernon. — 1846 Eröffn. der E.-B. v. Esslingen n. Plochingen.

15. Freitag. — 1846 Eröffn. der Berlin-Hamburger E.-B. u. 1858 der Kaiserin Elisabeth-Bahn.

16. Sonnabend. — 1803 Robert Stephenson geb. zu Wilmington († 12. Oct. 1859).

17. Sonntag. ☽ — 1789 G. L. F. Laves geb. zu Uslar. — 1854 Eröffn. der Semmeringbahn.

18. Montag. — 1803 G. v. Herder †. — 1786 C. M. v. Weber geb. zu Eutin.

19. Dienstag. — 1841 Prof. Alb. Frank geb. zu Lauenstein, Prov. Hannover. — 1875 Eröffn. der Dux-Bodenbacher E.-B.

20. Mittwoch. Quatember. — 1838 Eröffn. der Düsseldorf-Elberfelder E.-B. u. 1845 der Köln-Mindener E.-B.

21. Donnerstag. Winters-Anfang. — (Kürzester Tag.) — 1845 Eröffnung der Bahnstr. Radeberg-Bischofswerda.

22. Freitag. — 1841 engl. Patent auf R. Stephenson's Coulissensteuerung.

23. Sonnabend. — 1597 Mart. Opitz geb. zu Bunzlau.

24. Sonntag. ♔ Geburtstag I. M. der Kaiserin von Oesterreich. — 1524 Vasco de Gama †. — 1860 Eröffn. d. E.-B. Smyrna-Frianda.

25. Montag. **Heil. Christfest.** — 1844 Gründung des Organs f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens. — 1871 Eröffn. d. Ungar.-Galizischen E.-B.

26. Dienstag. **Zweites Christfest.** — 1792 Charles Babbage, Erfinder der Rechenmaschine, geb.

27. Mittwoch. — 1571 Johannes Kepler geb. zu Magstadt. — 1825 H. Sternberg, Professor und Oberbaurath, in Carlsruhe, geb.

28. Donnerstag. — 1843 Eröffnung der Niederländischen Rhein-Eisenbahn. — 1879 Einsturz der Taybrücke bei Dundee.

29. Freitag. — 1822 G. Welkner, Ober-Maschinenmstr., geb. zu Herzberg († 13. Jan. 1873 zu Paderborn).

30. Sonnabend. — 1849 Eröffn. der Main-Weser Bahn u. 1869 Eröffn. der Oberhessischen E.-B.

31. Sonntag. — 1856 Eröffn. der E.-B. von Königszell nach Liegnitz u. 1872 der Dniester-Bahn.

Notizen über den Postverkehr.

Gewöhnliche Briefe.

a) Nach dem deutschen Reich, Oesterreich-Ungarn. Das Gewicht eines Briefes darf 250 Gramm nicht übersteigen. Das Porto beträgt auf alle Entfernungen:

bis 15 Grm. incl. . . . 10 Pfg. frankirt 20 Pfg. unfrankirt
bei grösserem Gewicht 20 « « 30 « «

b) Nach dem Weltpostverein, bestehend aus den andern europäischen und überseeischen Ländern, mit Ausnahme unter c. Gewicht der Briefe unbeschränkt. Porto für je 15 Gramm 20 Pfg. für frankirte, 40 Pfg. für unfrankirte Briefe*).

c) Nach dem Auslande, und zwar nach Annam, Siam, Ascension, Capland, Cap Natal, St. Helena, Bolivien, Columbien, Costa Rica, Guatemala, Hayti, Nicaragua, Paraguay, die Britischen Colonien Barbados und St. Vincent, Australien, Vandiemensland, Samoa-Insel, Sandwichs-Inseln frankirte Briefe 60 Pfg. für je 15 Grm., unfrankirte 80 Pfg.

Drucksachen. Gegen die für Drucksachen festgesetzte ermässigte Taxe können befördert werden: alle durch Buchdruck, Kupferstich, Stahlstich, Holzschnitt, Lithographie, Metallographie, Callographie und Photographie vervielfältigten Gegenstände, welche nach ihrer Form und sonstigen Beschaffenheit zur Beförderung mit der Briefpost geeignet sind, ferner Correcturbogen, denen das Manuscript beigefügt werden darf. Auch dürfen den Correcturbogen Aenderungen und Zusätze, welche die Ausstattung und den Druck betreffen, in Ermangelung des Raumes auf besonderen Zetteln beigefügt werden.

Drucksachen müssen frankirt werden.

Nach den Staaten ad b können auch Rechnungen und Geschäfts-Papiere als Drucksachen versandt werden. Das Gewicht einer Drucksache darf 1000 Gramm nicht übersteigen. Das Porto beträgt auf alle Entfernungen:

1) Nach Deutschland und Oesterreich-Ungarn:

bis 50 Gramm incl. . . . . 3 Pfg.
über 50—250 Gramm incl. . . 10 «
« 250—500 « « . . . 20 «
« 500—1000 « « . . . 30 «

2) Nach sämmtlichen oben unter b genannten Ländern 5 Pfg. für je 50 Gramm.

3) Nach den Ländern unter c 10 Pfg. für je 50 Gramm.

Waarenproben. Dieselben dürfen das Gewicht von 250 Gramm nicht übersteigen.

Das Porto beträgt nach Deutschland, Oesterreich-Ungarn 10 Pfg. bis 250 Gramm, nach sämmtlichen Ländern unter b 5 Pfg. für je 50 Gramm, nach den unter c 10 Pfg. für 50 Gramm, mindestens jedoch 15 Pfg.

Postkarten. (Francozwang.) Das Porto beträgt nach obigen Ländern ad a 5 Pfg., nach denjenigen ad b 10 Pfg.

Postkarten mit Antwort sind nur zulässig nach Deutschland, Belgien, Frankreich, Helgoland, Luxemburg, Argentinische Republik, Italien, Niederlande Norwegen, Portugal, Rumänien, Spanien, der Schweiz und den niederländischen Colonien, Türkei und nach Alexandrien (Oesterr. Postamt), Honduras, Persien, die Portugiesischen Colonien, Salvador, Cuba und Portorico à 20 Pfg.

Einschreibsendungen. Zulässig nach Deutschland, Oesterreich-Ungarn und dem Weltpostverein. Frankaturzwang nach dem Weltpostverein. Nach Deutschland auch für Vorschussbriefe und Packete ohne Werth. Einschreibgebühr 20 Pfg. Gebühr für Rückscheine (Recipisse) 20 Pfg.

Für den Verlust einer Einschreibsendung wird in Deutschland eine Entschädigung von 40 Mark, von den übrigen Staaten eine solche von 50 Francs bezahlt, vorausgesetzt, dass die schuldige Verwaltung auch in ihrem innern Verkehre zur Entschädigung gesetzlich verpflichtet ist. (England und Nordamerika nicht.)

Postauftragsbriefe. Dieselben sind zulässig nach Deutschland bis zu 600 Mark, das Porto beträgt 30 Pfg., nach der Schweiz bis 750 Francs, Porto 20 Pfg., für je 15 Gramm, Gebühr 20 Pfg. für den Brief, Frankreich

*) In den Grenzbezirken von Deutschland, Belgien, Niederlanden und der Schweiz ist das Briefporto zwischen den Orten, welche bis 30 Kilometer von einander entfernt sind, auf die Hälfte ermässigt.

500 Francs 20 bezw. 40 Pf., Belgien 750 Francs 40 Pfg., Luxemburg 400 Mark 40 Pfg., Niederland 150 Gulden 40 Pfg., Rumänien 750 Francs 40 Pfg.

Die Postaufträge sind unter Couvert an die Postanstalt, welche die Einziehung bewirken soll, unter Einschreibung abzusenden. Der Brief muss die Bezeichnung „Postauftrag" tragen. Die einzulösenden Papiere (quittirte Rechnung, Wechsel, Zinsscheine etc.) sind zur Aushändigung an den, welcher Zahlung leisten soll, beizufügen.

Auch wird das Vorzeigen von Wechseln nach Deutschland bis zu jedem Betrage, behufs Annahme durch den Bezogenen, im innern Verkehre Deutschlands vermittelt. Besonderes Formular dazu erforderlich. Porto und Gebühr für die Acceptbesorgung beträgt ohne Rücksicht auf die Höhe des Wechselbetrags 70 Pfg.

Postanweisungen sind zulässig:

1) nach Deutschland und Luxemburg bis 400 Mark, Gebühr 20 Pfg. bis 100 Mark, 30 Pfg. über 100—200 Mark, 40 Pfg. über 200 Mark.
2) nach Belgien, Egypten, Frankreich, Italien, Rumänien und der Schweiz bis 500 Francs, Gebühr 20 Pfg. für je 20 Mark, mindestens aber 40 Pfg.; Beträge nur in Francs auszufüllen — Cours vorher auf der Post zu erfragen;
3) nach Helgoland, Oesterreich-Ungarn, Constantinopel bis 400 Mark, Gebühr 10 Pfg. für je 20 Mark, mindestens aber 40 Pfg.;
4) nach Dänemark bis 355 Kronen, Gebühr wie bei 3;
5) nach Schweden und Norwegen bis 355 Kronen, Gebühr wie bei 2;
6) nach Grossbritannien bis 210 Mark, Gebühr bis 75 Mark 75 Pfg., über 75—150 Mark 150 Pfg., über 150 Mark 225 Pfg.;
7) nach den Niederlanden bis 235 Gulden holländ., Gebühr wie bei 2;
8) nach den Niederländischen Besitzungen in Ostindien bis 150 Gulden holländ., Gebühr 30 Pfg. für je 20 Mark, mindestens aber 40 Pfg.;
9) nach Oesterreich bis 400 Mark, 1 Bis 80 Mark Gebühr 40 Pfg., für weitere je 20 Mark je 10 Pfg. mehr; Beträge nur in Mark-Währung auszufüllen;
10) nach Ostindien bis 20 Pfund Sterling, Gebühr 100 Pfg. bis 75 Mark, über 75—150 Mark 200 Pfg., über 150 Mark 300 Pfg.;
11) nach Portugal bis 90 Milreis, Gebühr wie bei 2;
12) nach Australien (Orte bei der Post erfragen) bis 210 Mark, Gebühr 50 Pfg. für je 20 Mark oder einen Theil davon, mindestens aber 100 Pfg.;
13) nach Nord-Amerika bis 50 Dollars, Gebühr für je 20 Mark 20 Pfg., mindestens 40 Pfg.

Nach dem Ausland, einschliesslich Luxemburg, sind internationale Formulare (auf orangerothem Papier) erforderlich; die Beträge sind je in der betr. Landes-Währung auszufüllen, deren Cours vorher bei der Postbehörde zu erfragen ist.

Postanweisungen nach ganz Deutschland, Luxemburg, Helgoland, Belgien und der Schweiz (nur bis 200 Francs) können auf telegraphischem Wege vermittelt werden. Näheres siehe unter: „Notizen über die Benutzung des Telegraphen".

Postnachnahme-Sendungen. Postnachnahmen sind nach ganz Deutschland, Luxemburg und Oesterreich-Ungarn auf Briefe und Packete bis 150 Mark zulässig. Neben dem Porto für den Brief oder das Packet beträgt die Postnachnahmegebühr für jede Mark 2 Pfg., mindestens 10 Pf.

Nach den übrigen Staaten Europa's (excl. Russland, Rumänien, Serbien, Griechenland) sind Nachnahmen in der Regel nur auf Packete zulässig.

Der Betrag der Nachnahme muss auf der Begleitadresse und dem Packete angegeben und quittirt sein.

Briefe mit Zustellungsurkunde können innerhalb Deutschland abgesandt werden. Neben dem Porto für den Brief beträgt die Zustellungsgebühr 20 Pfg. Das Formular zur Zustellungsurkunde muss dem Briefe offen beigegeben werden.

Nachzusendende Briefe. Für Nachsendung der Briefe nach sämmtlichen oben unter a und b aufgeführten Ländern wird besonderes Porto nicht erhoben, wenn die Nachsendung durch die Postanstalt erfolgt.

Durch Eilboten zu bestellende Sendungen sind mit dem Vermerk „durch Eilboten" oder „sofort zu bestellen" zu versehen. Die Eilbestellgebühr beträgt in Deutschland für einen Brief 25 Pfg. im Orte, 15 Pfg. per Kilometer auf's Land, in minimo jedoch 75 Pfg., für ein Packet, Werthbrief oder Postanweisung das Doppelte dieser Sätze. Den Eilboten werden nur Packete bis 5 Kilo, Sendungen bis 300 Mark mitgegeben.

Nach Belgien, Dänemark, Luxemburg, Niederland, Rumänien, Schweden, Schweiz beträgt die Eilbestellgebühr 25 Pfg., nach Serbien 30 Pfg.

Packet- und Werthsendungen. Packete werden bis zum Gewichte von 50 Kilo befördert. Denselben muss eine Post-Packetadresse beigegeben sein. Eine ausreichende Versiegelung ist nur bei Werthsendungen erforderlich.

Das Porto beträgt bis 5 Kilo auf 10 Meilen 25 Pfg., über 10 Meilen 50 Pfg., über 5 Kilo für jedes weitere Kilo bis 10 Meilen 5 Pfg., über 10—20 Meilen 10 Pfg., über 20—50 Meilen 20 Pfg., über 50—100 Meilen 30 Pfg., über 100—150 Meilen 40 Pfg., über 150 Meilen 50 Pfg.

Nach der Schweiz, Dänemark, Belgien und Niederland kosten 5 Kilo 80 Pfg., nach Frankreich 3 Kilo 80 Pfg. Frankirungszwang.

Briefe mit Werthangabe (Gold, Papiergeld, Werthpapiere) müssen mit haltbarem Umschlag versehen und ausreichend versiegelt sein. Das Maximalgewicht darf nur 250 Gramm betragen. Das Porto beträgt ohne Unterschied des Gewichts auf 10 Meilen 20 Pfg., für alle weiteren Entfernungen 40 Pfg.

Für Werth-Packete und Geldbriefe wird ausser vorstehendem Porto eine Versicherungsgebühr erhoben, welche für je 300 Mark oder einen Theil davon 5 Pfg., mindestens jedoch 10 Pfg. beträgt.

Unfrankirte bis 5 Kilo schwere Packete und Werthbriefe erleiden einen Zuschlag von 10 Pfg.

Versendung von Briefen mit Werthpapieren (Kassenscheinen) ist zulässig nach: Belgien, Dänemark und Colonien, Egypten, Frankreich nebst Colonien, Helgoland, Italien, Luxemburg, Niederland, Norwegen, Portugal und Colonien, Rumänien, Russland, Serbien, Schweden, Schweiz (auch nach Griechenland, Montenegro und Türkei über Oesterreich-Ungarn). Taxe und Höhe der zu versendenden Werthbeträge bei der Post zu erfragen.

Im Allgemeinen empfiehlt es sich, bei Versendung von Geldbeträgen von Postanweisungen Gebrauch zu machen, bezüglich Ausstellung der Postanweisungen nach dem Auslande (Angabe der Münzrechnung etc.) Erkundigung bei der Postanstalt einziehen.

Als Zuschlag für Sperrgut wird die Hälfte des Porto's mehr erhoben.

Bei Verlust von gewöhnlichen Packeten werden 3 Mark für ½ Kilo vergütet, desshalb Werthangabe zu empfehlen.

Zolldeclarationen sind erforderlich nach sämmtlichen nicht zum deutschen Reiche gehörigen europäischen Ländern (excl. Dänemark, Helgoland, Luxemburg), sodann nach sämmtlichen überseeischen Ländern. Nach der Schweiz bei Sendungen von ½ Kilo an. Wegen Beschaffenheit und Abfassung der Zolldeclarationen Erkundigung bei der Postanstalt einziehen.

Notizen über die Benutzung des Telegraphen.

Reichs- und Eisenbahn-Telegraphen-Aemter. Die Dienststellen, bei denen die zu befördernden Telegramme aufgeliefert werden müssen, sind:

1) die Reichs-Telegraphen-Aemter;
2) die Eisenbahn-Telegraphen-Aemter.

Die letzteren dürfen jedoch, wenn sich ein Reichs-Telegraphen-Amt am Orte befindet, Telegramme nur von solchen Personen annehmen, welche mit den Zügen ankommen, abreisen oder durchreisen.

Es empfiehlt sich daher, die Telegramme, wenn irgend möglich, bei einem Reichs-Telegraphen-Amt aufzugeben, namentlich, da die Eisenbahn-Telegraphen-Aemter berechtigt sind, für das Telegramm 20 Pfg. mehr zu erheben, als das Telegramm bei den Reichs-Telegraphen-Aemtern kostet.

Annahme von Telegrammen durch die Bahnposten. Die Bahnposten sind ermächtigt, so lange sie im deutschen Reichs-Telegraphen-Gebiete sich befinden, Telegramme anzunehmen.

Diese Telegramme sind von dem Aufgeber mit Post-Freimarken zu frankiren; sie können auf ein Stück Papier, ein Telegramm-Formular oder eine Postkarte geschrieben werden. In letzterem Falle ist das Wort „Postkarte“ auszustreichen und „Telegramm“ hinzuschreiben.

Annahme von Telegrammen durch die Telegraphenboten und Landbriefträger zulässig gegen Zuschlagsgebühr von je 10 Pfg.

Stadt-Telegramme. In denjenigen Städten, innerhalb deren Weichbild mehrere für den öffentlichen Verkehr bestimmte Telegraphen-Aemter sich befinden, z. B. Berlin, Hamburg u. s. w., können Telegramme zur Beförderung in der Stadt, sog. Stadt-Telegramme, aufgegeben werden. Dieselben müssen eine vollständige, genaue Wohnungsangabe (Strasse, Hausnummer u. s. w.) enthalten.

Bestimmung der Wortzahl. Bei Ermittelung der Wortzahl (Taxworte) gelten folgende Regeln:

1) gezählt wird alles, was der Aufgeber in der Urschrift des Telegramms zum Zwecke der Beförderung niedergeschrieben hat;
2) enthält ein Wort mehr als 15 Morse-Alphabet-Buchstaben, so wird der Ueberschuss immer bis zu 15 Buchstaben als ein Taxwort gezählt.
   Bei der aussereuropäischen Correspondenz ist das Maximum der Länge eines Wortes auf 10 Buchstaben festgesetzt;
3) die in Ziffern geschriebenen Zahlen werden für so viele Worte gezählt, als sie je 5 Ziffern enthalten, nebst einem Wort mehr für den Ueberschuss. Dieselbe Regel findet Anwendung auf die Zählung von Buchstabengruppen;
4) bei Zusammensetzungen von Worten durch Bindestriche oder Trennung durch den Apostroph werden die einzelnen Worte gezählt;
5) die Unterstreichung eines oder mehrerer hintereinander folgender Worte wird für ein Wort berechnet;
6) der Aufgeber ist berechtigt, für die Ausdrücke:

Dringendes Telegramm .	das Zeichen	D,
Antwort bezahlt	«	«	RP,
collationirtes Telegramm	«	«	TC,
Empfangs-Anzeige . . .	«	«	CR,
nachzusenden	«	«	FS,
Post bezahlt	«	«	PP,
Postuneingeschrieben . .	«	«	PU,
Express bezahlt	«	«	XP.

zu gebrauchen, welches als 1 Wort berechnet wird. Diese Abkürzungen sind stets vor die Adresse in ( ) Klammer zu setzen.

Gebühren-Tarif für Deutschland.

1) Für das gewöhnliche Telegramm auf alle Entfernungen, zwischen deutschen Telegraphen-Aemtern gewechselt, wird erhoben:
   a) eine Grundtaxe von 20 Pfg.,
   b) eine Worttaxe von 5 « für jedes Taxwort;
2) für Stadt-Telegramme wird erhoben:
   a) eine Grundtaxe von 20 Pfg.,
   b) für jedes Taxwort 2 «
3) für Telegramme, welche im inneren Verkehr Bayerns und Württembergs gewechselt werden, also nur Bayrische oder nur Württembergische Telegraphenlinien berühren, wird erhoben:
   a) eine Grundtaxe von 20 Pfg.,
   b) für jedes Taxwort 5 «

Gebührentarif für das Ausland. Ausser in Deutschland besteht der Worttarif nach folgenden europäischen Ländern:

	Grundtaxe.	Worttaxe.
1) Belgien	0,40 Pfg.	0,10 Pfg.
2) Dänemark	0,40 «	0,10 «
3) Frankreich	0,00 «	0,16 «
4) Grossbritannien	0,40 «	0,20 «
5) Helgoland	0,40 «	0,20 «
6) Italien	0,75 «	0,15 «
7) Luxemburg	0,20 «	0,5 «
8) Niederlande	0,40 «	0,10 «
9) Norwegen	0,40 «	0,20 «
10) Oesterreich-Ungarn	0,40 «	0,10 «
11) Russland:		
a. Europäisches	0,40 «	0,25 «
b. Kaukasisches	2,00 «	0,40 «
12) Spanien via Frankreich . .	1,00 «	0,20 «
13) Schweden	0,40 «	0,20 «
14) Schweiz	0,40 «	0,10 «
15) Europ. Türkei via Oesterreich	2,00 «	0,40 «

Bezahlte Antworten. Der Aufgeber kann die Gebühren für eine zu erwartende Antwort vorausbezahlen.

Zuschlags-Gebühr für Telegramme. Die Eisenbahn-Telegraphen-Aemter sind berechtigt, für das Telegramm zu den tarifmässigen Gebühren einen Zuschlag von 20 Pfg., sowie für jedes von ihnen bestellte Telegramm ein Bestellgeld von 20 Pfg. zu erheben.

Bei den Telegrammen jedoch, welche ausschliesslich mit dem Bahn-Telegraphen befördert werden, darf nur das Bestellgeld von 20 Pfg. zur Erhebung kommen.

Gebühren-Quittung. Ueber die erhobenen Gebühren wird dem Aufgeber auf sein Verlangen amtlich eine Gebühren-Quittung ertheilt, wofür ein Zuschlag von 20 Pfg. zu entrichten ist.

Dringende Privat-Telegramme. Gegen Bezahlung der dreifachen Gebühr eines gewöhnlichen Telegrammes von gleicher Länge kann der Aufgeber eine Bevorzugung seines Telegramms in der Beförderung erlangen, also Grundtaxe 60 Pfg. und Worttaxe 15 Pfg. Er hat dies Verlangen durch das Wort „dringend“ (urgent) oder das Zeichen „D“ vor der Adresse auszudrücken. Solche dringende Telegramme werden mit Vorrang vor den übrigen Privat-Telegrammen befördert.

Empfangs-Anzeigen. Der Aufgeber eines Telegramms kann verlangen, dass ihm die Zeit, zu welcher das Telegramm seinem Correspondenten zugestellt worden ist, sofort nach erfolgter Bestellung telegraphisch angezeigt werde. Die Gebühr hierfür im deutschen Verkehr beträgt 70 Pfg.

Telegramme mit Vergleichung. Wenn sich der Aufgeber eine erhöhte Sicherheit verschaffen will, dass sein Telegramm ohne Fehler befördert wird, so kann er die Vergleichung desselben verlangen, und zwar durch den der Adresse voranzustellenden Vermerk „collationirt“ oder „TC“.

Die Gebühr für dieses Verfahren beträgt die Hälfte derjenigen für das Telegramm selbst, wobei jedoch im inländischen Verkehr Bruchtheile von 5 Pfg. für volle 5 Pfg. gerechnet werden.

Telegramm-Abschriften. Der Aufgeber und der Adressat sind berechtigt, sich beglaubigte Abschriften sowohl der von ihnen aufgegebenen, als der an sie ausgehändigten Telegramme ausfertigen zu lassen. Für jede Abschrift bis zu 100 Worten sind 40 Pfg. zu entrichten.

Vermittelung von Baarzahlungen durch den Telegraphen. Es können:

1) innerhalb des deutschen Reiches und im Verkehr mit Luxemburg und der Insel Helgoland bis zum Betrage von . . . . . 400 Mark,
2) im Verkehr zwischen Deutschland und der Schweiz bis zum Betrage von . . . . . 200 Frcs.
3) im Verkehr zwischen Deutschland und Belgien bis zum Betrage von . . . . . 375 «

Einzahlungen auf Postanweisungen telegraphisch vermittelt werden, falls sich am Aufgabe- und am Adressorte ein öffentliches Telegraphen-Amt befindet.

Der Aufgeber zahlt den Betrag auf gewöhnliche Postanweisung bei der Ortspost- oder Telegraphen-Anstalt ein, wobei er das Verlangen ausspricht, dass die Anweisung auf telegraphischem Wege erfolgen soll und gleichzeitig diejenigen Angaben macht, welche er seinem Correspondenten sonst noch mittheilen will.

Nachsenden von Telegrammen. Befindet sich der Empfänger eines Telegramms nicht mehr am Bestimmungsorte, so kann ihm dasselbe innerhalb der Grenzen Europa's nach dem neuen Aufenthaltsorte, welcher bei Bestellung des Telegramms in der angegebenen Wohnung des Empfängers etwa mitgetheilt wird, nachgesandt werden. Die Gebühren werden vom Adressaten erhoben.

Zurückziehung und Unterdrückung. Telegramme, welche den Telegraphen-Aemtern zur Beförderung übergeben sind, können nur auf schriftlichen Antrag des Aufgebers, nach erfolgter Legitimation desselben, zurückgezogen oder unterdrückt werden.

Unbestellbarkeit von Telegrammen wird amtlich gemeldet und dem Aufgeber gegen 30 Pfg. Gebühren mitgetheilt, wenn aus der Unterschrift dieser mit genügender Sicherheit zu ersehen ist. Aus dem Auslande beträgt diese Gebühr 30 oder 40 Pfg.

Länder-Statistik.

Europa 9902149 qkm, 309 Mill. Einw. | Amerika 41134154 qkm, 85 Mill. Einw.
Asien . 44782900 « 824 « « | Austral. 8865684 « 4½ « «
Afrika . 29932948 « 199 « «

Staaten in Europa.	Herrscher und Geburtsjahr.	Einwohn. in Tausend.	Hauptstadt. Einwohner in Tausenden.	Steh. Heer in Tausnd. im Fried.	im Kriege
Deutschland . . .	Wilhelm I. 1797 .	45194	Berlin . . 1118	400	1300
Oesterreich . . .	Frz. Joseph I. 1830	37350	Wien . . 1020	296	1052
Russland	Alexander II. 1818	72572	St. Petersb. 691	575	1363
		u. 15250			
Italien	Humbert I. 1844 .	27760	Rom . . 282	205	868
Frankreich . . .	Grevy 1813 . . .	36905	Paris . . 1986	470	1200
		u. 6000			
England	Victoria 1819 . .	34156	London . 4000	101	500
		u. 257000			
Niederlande . . .	Wilhelm III. 1817	3809	Amsterd. . 302	90	?
		u. 23765			
Schwed. u. Norweg.	Oskar II. 1829. .	6349	Stockholm 153	47	175
Spanien	Alphons XII. 1857	16835	Madrid . 314	106	?
		u. 8091			
Portugal	Louis I. 1838 . .	4299	Lissabon . 224	33	70
		u. 2921			
Belgien	Leopold II. 1835 .	5336	Brüssel . 189	40	104
Dänemark	Christian IX. 1818	2032	Kopenhag. 225	17	50
Türkei	Abd. Hamid II. 1842	24644	Constantpl. 600	131	?
Griechenland . . .	Georg I. 1845 . .	1679	Athen . . 44	12	29
Schweiz	Bundesrath . . .	2669	Bern . . 36	?	?
Rumänien	Carl I. 1839 . . .	5376	Bukarest . 200	24	?
Bulgarien	Alexander I. 1857	1850	Sofia . . 18	?	?

Staaten in Deutschland.	Herrscher und Geburtsjahr.	Einwohn. in Tausend.	Fläche in qkm.	Einwohn. auf 1 qkm.	Hauptstadt. Einwohner in Tausenden.
Kgr. Preussen . .	Wilhelm I. 1797 .	27251	347509	77	Berlin . 1118
Kgr. Bayern . . .	Ludwig II. 1845 .	5271	75863	69	München . 230
Kgr. Sachsen . . .	Albert 1828 . . .	2970	14992	191	Dresden . 213
Kgr. Württemberg.	Carl 1823	1970	19503	101	Stuttgart . 105
Elsass-Lothringen.	—	1571	14511	108	Strassburg 94
Grh. Baden . . .	Friedrich 1826 .	1570	15043	104	Karlsruhe 50
Grh. Hessen . . .	Ludwig III. 1837	936	7678	122	Darmstadt 37
Grh. Meckl.-Schwer.	Frd. Franz II. 1823	576	13303	43	Schwerin . 30
Fr. Stadt Hamburg	Senat	454	409	1107	Hamburg . 270
Grh. Oldenburg . .	Peter 1827 . . .	337	6399	52	Oldenburg 19
H. Braunschweig .	Wilhelm 1806 . .	349	3630	88	Braunschw. 70
Grh. Schs.-Weimar	Crl. Alexand. 1818	309	3593	81	Weimar . 18
H. Anhalt	Friedrich 1831 .	232	2347	91	Dessau. . 21
H. Sachs.-Meining.	Georg II. 1826 .	207	248	78	Meiningen 10
H. S.-Coburg-Gotha	Ernst II. 1818 . .	194	1967	92	Coburg . 14
H. Schs.-Altenburg	Ernst Friedr. 1826	155	1321	117	Altenburg 24
Freie Stadt Bremen	Senat	156	255	612	Bremen . 104
F. Lippe	Woldemar 1824 .	120	1188	101	Detmold . 7
Grh. Meckl.-Strelitz	Friedr. Wilh. 1819	100	2929	34	N.-Strelitz 8
F. Reuss j. L. . .	Heinr. XIV. 1832	101	829	122	Gera. . . 24
F. Schw.-Rudolstdt.	Georg 1838 . . .	80	942	81	Rudolstadt 8
F. Schw.-Sondersh.	Günther 1830 . .	71	862	78	Sondershaus. 6
F. Waldeck . . .	Georg V. 1831 . .	56	1135	50	Arolsen . 2
Fr. Stadt Lübeck .	Senat	63	282	212	Lübeck . 48
F. Reuss ä. L. . .	Heinr. XXII 1846	50	316	160	Greiz . . 12
F. Schaumb.-Lippe	Adolf Georg 1817	35	443	103	Bückeburg 5

Adressen.

Name.	Ort.	Wohnung.
Lundberg	Norrtelje 49.2	
Arndt	Norrberg 11.3	
La Larsen	Gefleborg 5,	
Olsen	Stenyair 4,	
Weywood	Aagaard 68,	
Reis	Leipzig 5,	
Gustavson	Aagaard 70,	
Hoppe	Elbagade 5,	
Hoff	Nørrbygade 88.3	
~~Bisbjerg~~	~~Blaagaardsvej 6~~	
Hougaard	Nansensg. 24,	
Molle	H. Hansensg 32	
Lecher	Ramsborgvej 9,	
Diedrichsen	Silkegade 10	
~~Carstens~~	~~Gl. Kalkbrænderivej 5~~	
Fr. Nielsen	Frederiksbergg 17	

Adressen.

Name.	Ort.	Wohnung.

Adressen.

Name.	Ort.	Wohnung.

Mahrafabrik.

Die 1000 Kubikfuß Beton (1-3-6) - mezgaar
145 Centr. Cem. 100 Ktr. grus 4½ Kubikfuß Stein

Adressen.

Name.	Ort.	Wohnung.

Nogle enkelte Maalinger i Roeskilde i december 881. (ved Vejs) have givet som Maxafslag 1/6 Kubfod pr Lec fra 32,8 Tdr Land af Spildevand. Det er paa det omhdl Terrain Fabrikker der give meget Vand.

Terrainet var i Forvejen meget bebygget saaledes at de 32,8 Tdr L. svarede til 16,1 Tdr Land fuldt bebygget.

Spildevandsmængden var i Forvejen beregnet saal: Tdr fuldt Bebyggelse er anlagt 1,5 Kubfod pr Min pr Tdr Land., hvilket efter de anførte Bebyggelsesgrader gav for de 32,8 Tdr 0,403 Kubf pr Lec.

Maalingen giver 0,167 Kubf pr Lec lagt hertil Grundvand (efter Colding: 0,5 Kubfod pr Min pr Tdr Land) bliver dette $\frac{0.5}{60} \times 32.8 = 0,273$ Kubf pr Lec

i Alt $= \frac{0,167}{0,273} \frac{\text{Spildevand}}{\text{Kubfod}}$ pr Lec for de 32,8 Tdr L.
$0,44$

$\frac{\text{Sein w}}{\text{ein w}_1} = \frac{\varphi}{\varphi_1} \quad \frac{l}{f_1} = \frac{v_1}{v}$ Formel Tyfl. $\varphi = 0,2026$ $f = 3,1416$

Til Ober 1000 Kubf Cementbeton 1-2-2
285 Chr Cem 133 Tdr Grus 2 7/9 Kbf
(300 Kbf) (100 Kbf) (100 Kbf)

Materialforbrug:

Til 1000 Kubikfod Beton (1-3-6) – nedgaar
145 Centr Cem. 100 Td Grus 4½ Kubikf Sk Sand

Til 1000 Kubikfod Cementstobegods (1-2)
432 Centr Cem + 200 Td Grus.

Til 1000 Fliser 350 – 400 Centr Cem

Til 1000 Kubikf Murværk – 19000 hgl Sten
+ (1-3) 142 Centr Cem + 90 Td Sand
eller 6-2 40 Td hydr Kalk + 72 Td Sand

I Nedgangsbrønd:
Beton 4.4 Centr Cem + 3 Td Grus + ⅛ Kbf Sk
Pr Trd 185 St Sten + 0,4 Td Kalk + 0,7 Td Sand

I Mellembrønd
300 St Mursten + 2¼ Centr Cem + 1.4 Td Sand

Murstensopgjorelse.

Firkanter og Rundstaver i ojestfremstillet maa regnes: Alt som 6 Stkr pr løbende Fod i hver Retning Side.

Sten der optælles efter Fegn. (Løber) tillægges til det optalte 50% for at give Antallet pr løbende Fod; svarer til 8 Stenene vore 8" lange (8"+4" = 1 Fod).

De ligge Sider i Oggen kunne enten helles og behandles paa denne Maade eller regnes 19 Sten pr Kubikfod.

Nedgangsbrønd i Gjennemsnit regn 1500 St

Til 10 □ Fv Chaussé medgaar

0,75 Kubikfv Skjørv
0,62 " Rundsk
1/7 " Dalekegrus

Arbeidsløn 3,00 pr □ Fv

Til 1 □ Fv Gangsti medgaar

1/18 Kubikfv Nöttesk
1/50 " Gangstigrus

Arbeidsløn 1,50 pr □ Fv

De ovenanførte Priser give

1 □ Fv Chaussé = 11,20
10 □ Fv Gangsti = 5 kr 11

Løjtn. Larsen opgav 1851 efter Forespørgsel ang. Rockfallen at man kunde regne

for Grovning, Lægning og Tilkastning:

for 1 Fod Rist:

	9" Dybde.	13" Dybde.
18"	1,00	2.00
15"	1.00	1.50
12"	1.00	1.50
9"	0.80	1.20.
6"	0.75	

Lieut. Larsen har i Gulsbergsgaar for 18" i 12" Dybde gaaet 4 kr pr Alen ny

Afdemningsarb. Allebaer = 1/9 Tra pr Alen (1 Tra = 10 Kl) Resten 1/2 Kl pr Alen

0,80

9" Jern kosta 2,40 pr Dtr.

Dekseb hic Net Gangabr — 56,00
Vedlobskaare — 15.00
Hvobsaxe — 10.50.

Akkordpriser. 1861.

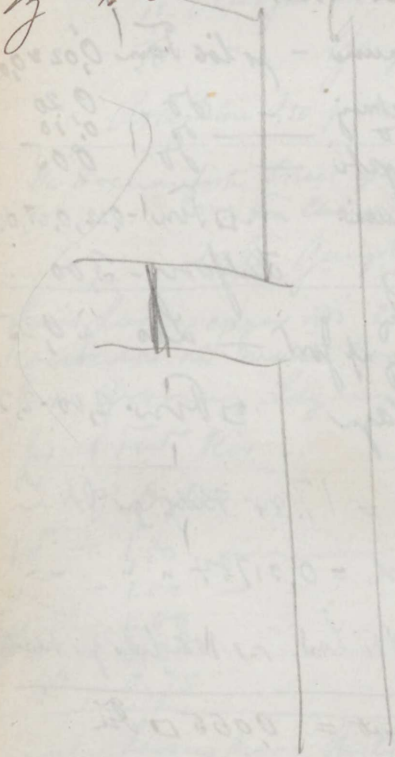
Rensning af Channé - pr löb Fam 0,02 à 0,03
Afskning af Grofstobning — do. 0,20
Fintobning — do 0,10
Smoring af Gangabr — do 0,05
Udhugning af Channé. □ Fam - 0,22, 0,25, 0,33
Kulegravning Kubfam - 3,00
Udgravning, Lecring & Opfyldningsarbeide af Jord — Læs à 0,25
Udhugning Bjerglag □ Fam. 2,00 - 2,33

1 cubic pr Bech. = 17.84 Kubf pr Dtr L
1 liter pr Bech = 0.01784 " " "
116/60 Kubfot pr Dtr Lod ~ 108 Liter pr Hek

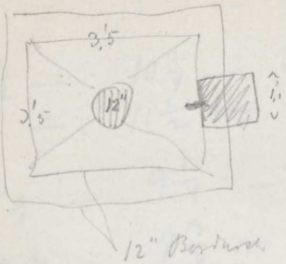
1 löb Al. 14" Bredde = 0,065 □ Fam
2 " " " = 0,130 " "
4 " " 14" " = 0,259 " "

1 □' Channelflade Kosta 0,33 à 0,35 | Regning af Channé fladen 4a 5 Kl pr Al □ Fam

Ved Oppgjørelsen til Kommunen
25 Aug Sept 1882 var det
sig at 1 Tdr murek Sedum
i Kjøbenhavn har Kostet 20 Kr
og 1 Tdr Kalk 3 Kr.

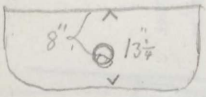


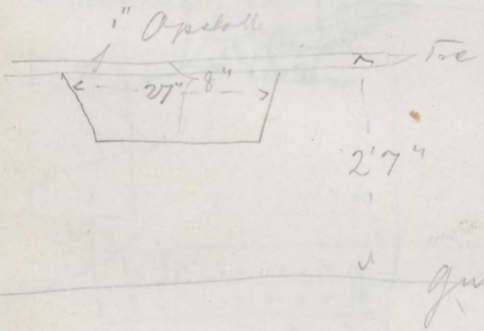
Ord: Th Hansens Skole



Vandr: Th Hansens Skole

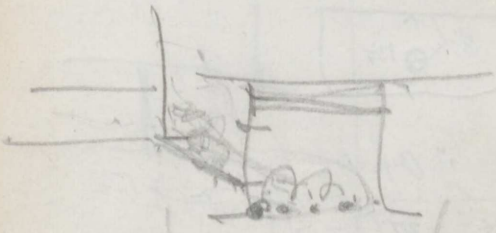
Plan





12" 6¼ 1.85
4 1.00

11 4½ - 120



16"×24" — 9 3/4 / 11' — 8.60 / 8.50 per Pair

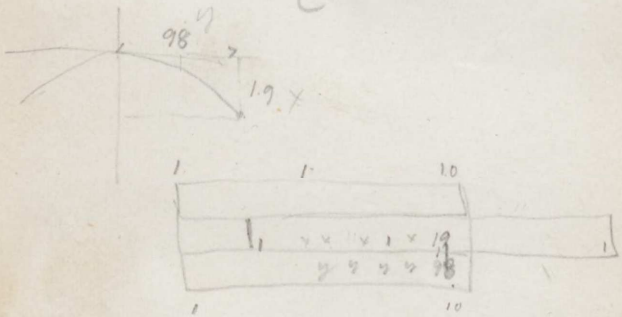
3 × 4 1/2 — 10 3/4 — 13
— — 11 1/2 — 13.30

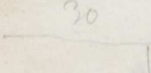
2'6 × 3'9 — 9 1/4 — 18
— 8 3/4 — 13

2 1/2 oak — 9 1/2 — 13.20
2×3 — — 8' — 12.80

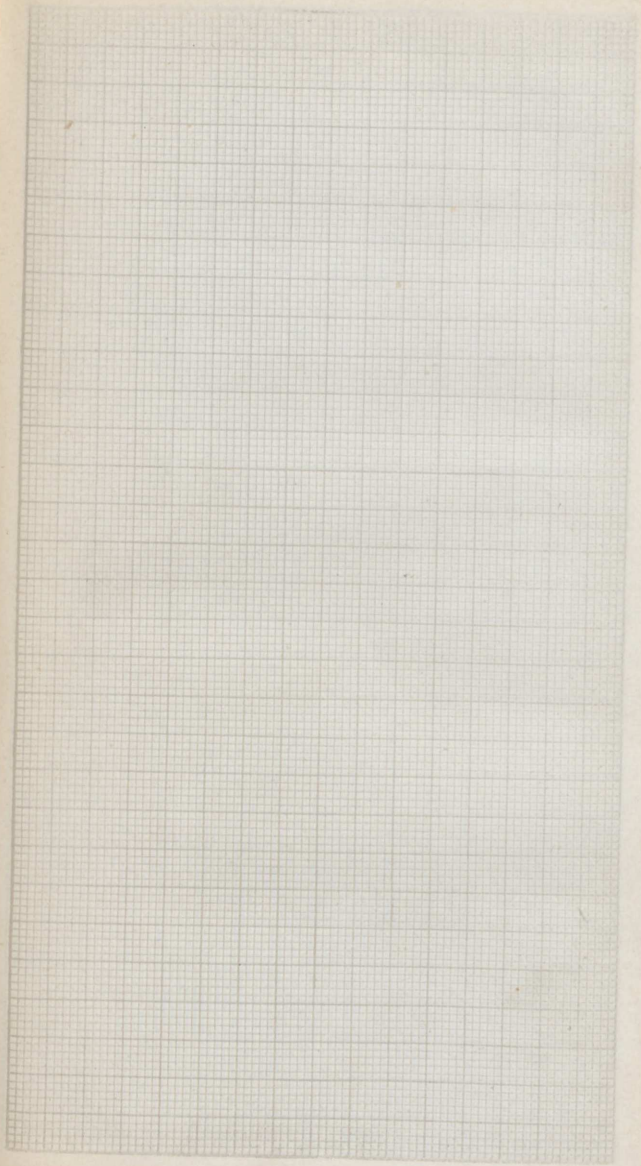
10" × 30 asst — 8 1/2 — 9.60
8 3/4 — 6.80

Parabel

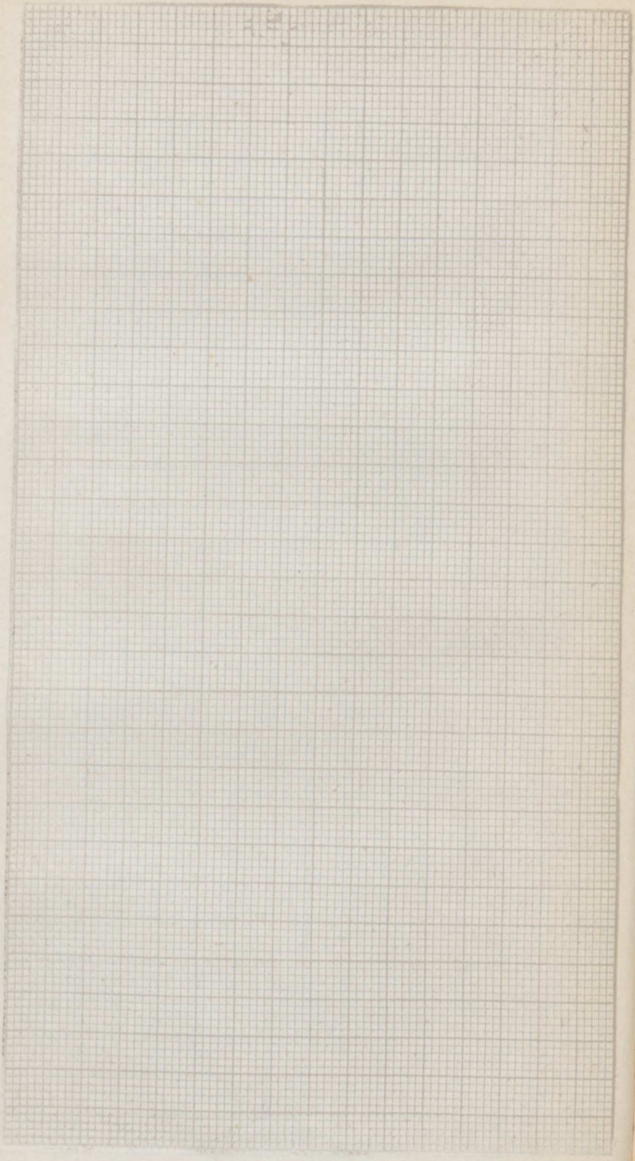


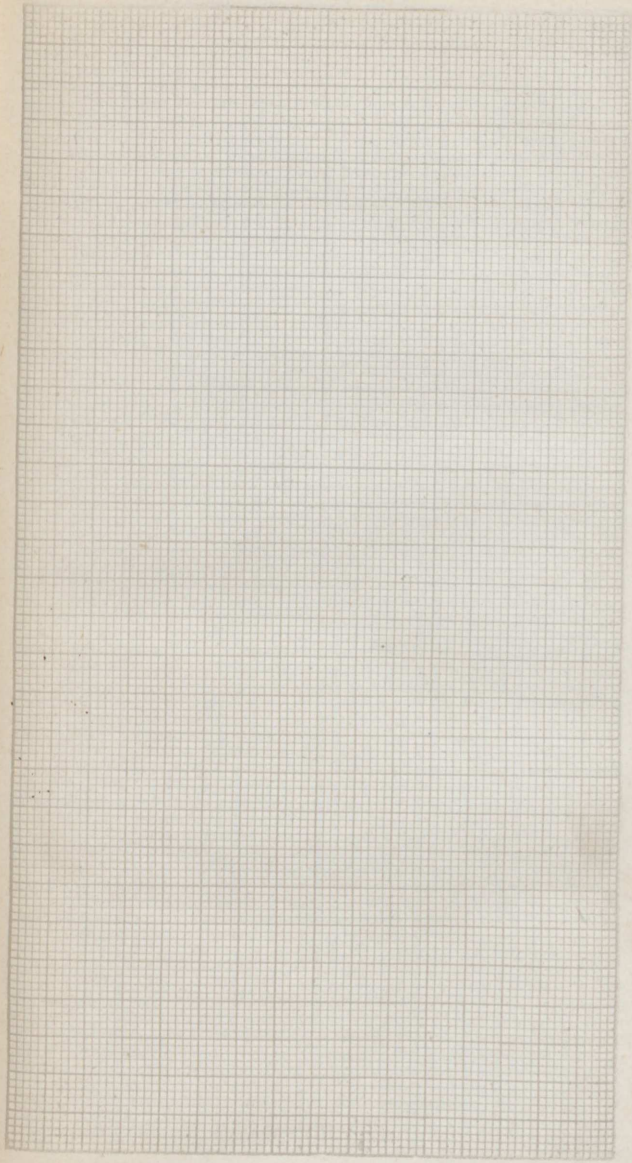


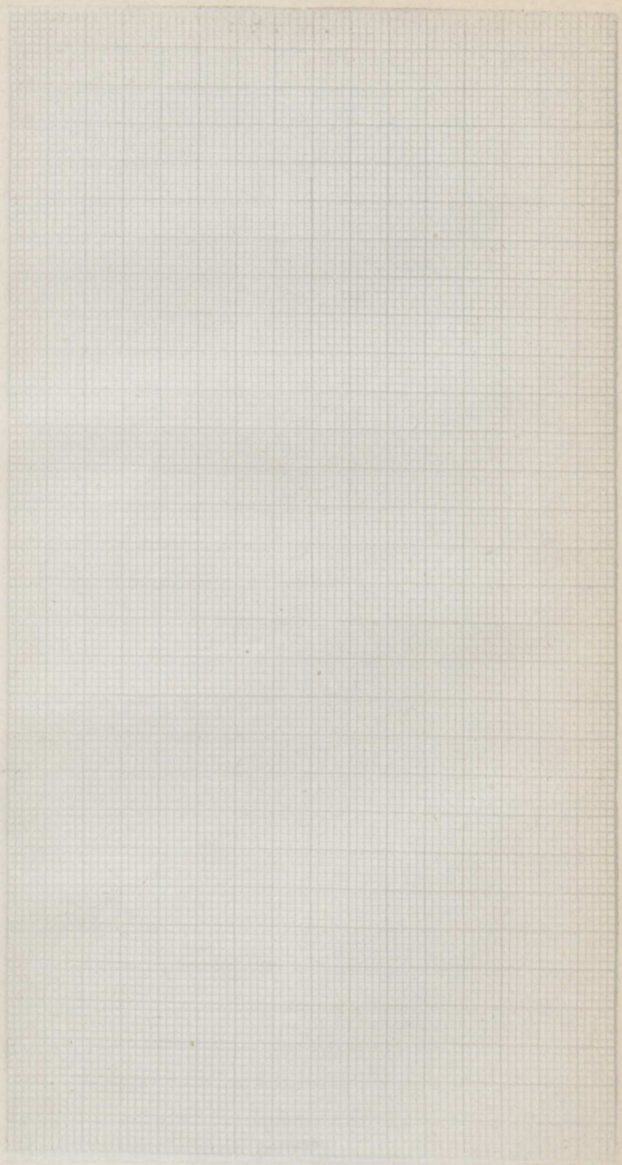
0.075



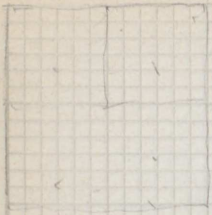
Millimeter.

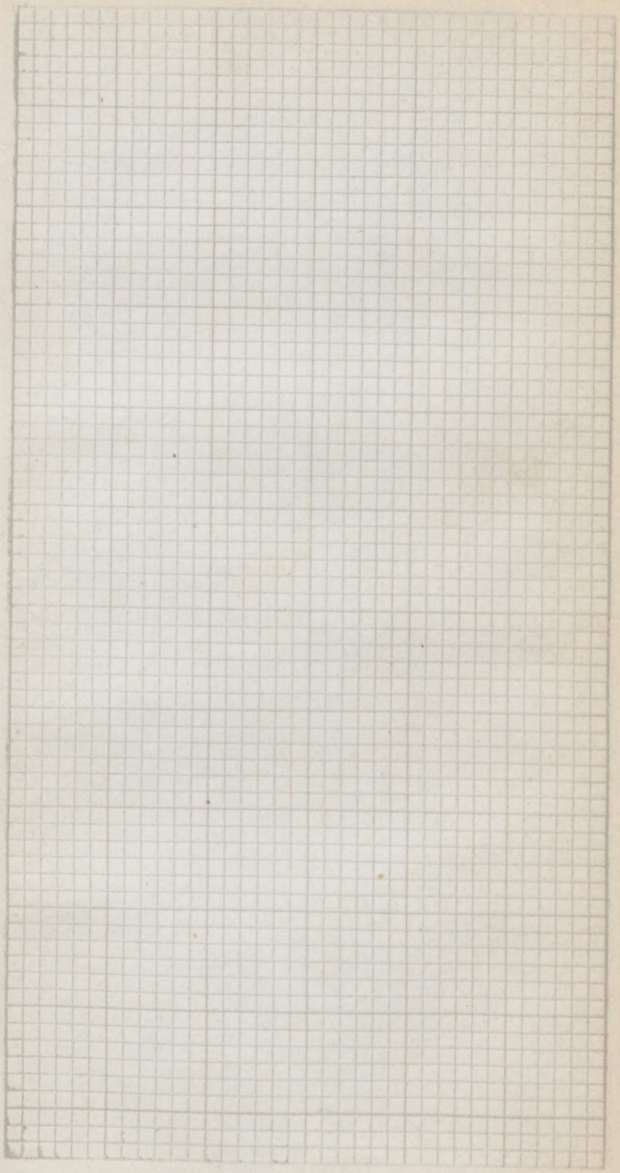






/ 2 Linien (Oesterreich, Preussen)





I. Mathematik.

Zusammengestellt vom Ingenieur W. Keck, Professor an der techn. Hochschule in Hannover und dem Herausgeber.

A. Kreisumfänge, Kreisinhalte, Quadrate, Cuben, Quadrat- und Cubikwurzeln.

n	$n\pi$	$n^2\frac{\pi}{4}$	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
1,0	3,142	0,7854	1,000	1,000	1,0000	1,0000
1,1	3,456	0,9503	1,210	1,331	1,0488	1,0323
1,2	3,770	1,1310	1,440	1,728	1,0955	1,0627
1,3	4,084	1,3273	1,690	2,197	1,1402	1,0914
1,4	4,398	1,5394	1,960	2,744	1,1832	1,1187
1,5	4,712	1,7672	2,250	3,375	1,2247	1,1447
1,6	5,027	2,0106	2,560	4,096	1,2649	1,1696
1,7	5,341	2,2698	2,890	4,913	1,3038	1,1935
1,8	5,655	2,5447	3,240	5,832	1,3416	1,2164
1,9	5,969	2,8353	3,610	6,859	1,3784	1,2386
2,0	6,283	3,1416	4,000	8,000	1,4142	1,2599
2,1	6,597	3,4636	4,410	9,261	1,4491	1,2806
2,2	6,912	3,8013	4,840	10,648	1,4832	1,3006
2,3	7,226	4,1548	5,290	12,167	1,5166	1,3200
2,4	7,540	4,5239	5,760	13,824	1,5492	1,3389
2,5	7,854	4,9087	6,250	15,625	1,5811	1,3572
2,6	8,168	5,3093	6,760	17,576	1,6125	1,3751
2,7	8,482	5,7256	7,290	19,683	1,6432	1,3925
2,8	8,797	6,1575	7,840	21,952	1,6733	1,4095
2,9	9,111	6,6052	8,410	24,389	1,7029	1,4260
3,0	9,425	7,0686	9,00	27,000	1,7321	1,4422
3,1	9,739	7,5477	9,61	29,791	1,7607	1,4581
3,2	10,053	8,0425	10,24	32,768	1,7889	1,4736
3,3	10,367	8,5530	10,89	35,937	1,8166	1,4888
3,4	10,681	9,0792	11,56	39,304	1,8439	1,5037
3,5	10,996	9,6211	12,25	42,875	1,8708	1,5183
3,6	11,310	10,179	12,96	46,656	1,8974	1,5326
3,7	11,624	10,752	13,69	50,653	1,9235	1,5467
3,8	11,938	11,341	14,44	54,872	1,9494	1,5605
3,9	12,252	11,946	15,21	59,319	1,9748	1,5741
4,0	12,566	12,566	16,00	64,000	2,0000	1,5874
4,1	12,881	13,203	16,81	68,921	2,0249	1,6005
4,2	13,195	13,854	17,64	74,088	2,0494	1,6134
4,3	13,509	14,522	18,49	79,507	2,0736	1,6261
4,4	13,823	15,205	19,36	85,184	2,0976	1,6386
4,5	14,137	15,904	20,25	91,125	2,1213	1,6510
4,6	14,451	16,619	21,16	97,336	2,1448	1,6631
4,7	14,765	17,349	22,09	103,823	2,1680	1,6751
4,8	15,080	18,096	23,04	110,592	2,1909	1,6869
4,9	15,394	18,857	24,01	117,649	2,2136	1,6985
5,0	15,708	19,635	25,00	125,000	2,2361	1,7100
5,1	16,022	20,428	26,01	132,651	2,2583	1,7213
5,2	16,336	21,237	27,04	140,608	2,2804	1,7325
5,3	16,650	22,062	28,09	148,877	2,3022	1,7435
5,4	16,965	22,902	29,16	157,464	2,3238	1,7544
5,5	17,279	23,758	30,25	166,375	2,3452	1,7652
5,6	17,593	24,630	31,36	175,616	2,3664	1,7758
5,7	17,907	25,518	32,49	185,193	2,3875	1,7863
5,8	18,221	26,421	33,64	195,112	2,4083	1,7967
5,9	18,535	27,340	34,81	205,379	2,4290	1,8070

n	$n\pi$	$n^2\frac{\pi}{4}$	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
6,0	18,850	28,274	36,00	216,000	2,4495	1,8171
6,1	19,164	29,225	37,21	226,981	2,4698	1,8272
6,2	19,478	30,191	38,44	238,328	2,4900	1,8371
6,3	19,792	31,173	39,69	250,047	2,5100	1,8469
6,4	20,106	32,170	40,96	262,144	2,5298	1,8566
6,5	20,420	33,183	42,25	274,625	2,5495	1,8663
6,6	20,735	34,212	43,56	287,496	2,5691	1,8758
6,7	21,049	35,257	44,89	300,763	2,5884	1,8852
6,8	21,363	36,317	46,24	314,432	2,6077	1,8945
6,9	21,677	37,393	47,61	328,509	2,6268	1,9038
7,0	21,991	38,485	49,00	343,000	2,6458	1,9129
7,1	22,305	39,592	50,41	357,911	2,6646	1,9220
7,2	22,619	40,715	51,84	373,248	2,6833	1,9310
7,3	22,934	41,854	53,29	389,017	2,7019	1,9399
7,4	23,248	43,008	54,76	405,224	2,7203	1,9487
7,5	23,562	44,179	56,25	421,875	2,7386	1,9574
7,6	23,876	45,365	57,76	438,976	2,7568	1,9661
7,7	24,190	46,566	59,29	456,533	2,7749	1,9747
7,8	24,504	47,784	60,84	474,552	2,7929	1,9832
7,9	24,819	49,017	62,41	493,039	2,8107	1,9916
8,0	25,133	50,266	64,00	512,000	2,8284	2,0000
8,1	25,447	51,530	65,61	531,441	2,8461	2,0083
8,2	25,761	52,810	67,24	551,368	2,8636	2,0165
8,3	26,075	54,106	68,89	571,787	2,8810	2,0247
8,4	26,389	55,418	70,56	592,704	2,8983	2,0328
8,5	26,704	56,745	72,25	614,125	2,9155	2,0408
8,6	27,018	58,088	73,96	636,056	2,9326	2,0488
8,7	27,332	59,447	75,69	658,503	2,9496	2,0567
8,8	27,646	60,821	77,44	681,472	2,9665	2,0646
8,9	27,960	62,211	79,21	704,969	2,9833	2,0724
9,0	28,274	63,617	81,00	729,000	3,0000	2,0801
9,1	28,588	65,039	82,81	753,571	3,0166	2,0878
9,2	28,903	66,476	84,64	778,688	3,0332	2,0954
9,3	29,217	67,929	86,49	804,357	3,0496	2,1029
9,4	29,531	69,398	88,36	830,584	3,0659	2,1105
9,5	29,845	70,882	90,25	857,375	3,0822	2,1179
9,6	30,159	72,382	92,16	884,736	3,0984	2,1253
9,7	30,473	73,898	94,09	912,673	3,1145	2,1327
9,8	30,788	75,430	96,04	941,192	3,1305	2,1400
9,9	31,102	76,977	98,01	970,299	3,1464	2,1472
10,0	31,416	78,540	100,00	1000,000	3,1623	2,1544
10,1	31,730	80,119	102,01	1030,301	3,1780	2,1616
10,2	32,044	81,713	104,04	1061,208	3,1937	2,1687
10,3	32,358	83,323	106,09	1092,727	3,2094	2,1757
10,4	32,673	84,949	108,16	1124,863	3,2249	2,1828
10,5	32,987	86,590	110,25	1157,625	3,2404	2,1897
10,6	33,301	88,247	112,36	1191,016	3,2558	2,1967
10,7	33,615	89,920	114,49	1225,043	3,2711	2,2036
10,8	33,929	91,609	116,64	1259,712	3,2863	2,2104
10,9	34,243	93,313	118,81	1295,029	3,3015	2,2172
11,0	34,558	95,033	121,00	1331,000	3,3166	2,2239
11,1	34,872	96,769	123,21	1367,631	3,3317	2,2307
11,2	35,186	98,520	125,44	1404,928	3,3466	2,2374
11,3	35,500	100,29	127,69	1442,897	3,3615	2,2441
11,4	35,814	102,07	129,96	1481,544	3,3764	2,2506
11,5	36,128	103,87	132,25	1520,875	3,3912	2,2572
11,6	36,442	105,68	134,56	1560,896	3,4059	2,2637
11,7	36,757	107,51	136,89	1601,613	3,4205	2,2702
11,8	37,071	109,36	139,24	1643,032	3,4351	2,2766
11,9	37,385	111,22	141,61	1685,159	3,4496	2,2831

n	$n\pi$	$n^2\frac{\pi}{4}$	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
12,0	37,699	113,10	144,00	1728,000	3,4641	2,2894
12,1	38,013	114,99	146,41	1771,561	3,4785	2,2957
12,2	38,327	116,90	148,84	1815,848	3,4928	2,3021
12,3	38,642	118,82	151,29	1860,867	3,5071	2,3084
12,4	38,956	120,76	153,76	1906,624	3,5214	2,3146
12,5	39,270	122,72	156,25	1953,125	3,5355	2,3208
12,6	39,584	124,69	158,76	2000,376	3,5496	2,3270
12,7	39,898	126,68	161,29	2048,383	3,5637	2,3331
12,8	40,212	128,68	163,84	2097,152	3,5777	2,3392
12,9	40,527	130,70	166,41	2146,689	3,5917	2,3453
13,0	40,841	132,73	169,00	2197,000	3,6056	2,3513
13,1	41,155	134,78	171,61	2248,091	3,6194	2,3573
13,2	41,469	136,85	174,24	2299,968	3,6332	2,3633
13,3	41,783	138,93	176,89	2352,637	3,6469	2,3693
13,4	42,097	141,03	179,56	2406,104	3,6606	2,3752
13,5	42,412	143,14	182,25	2460,375	3,6742	2,3811
13,6	42,726	145,27	184,96	2515,456	3,6878	2,3870
13,7	43,040	147,41	187,69	2571,353	3,7013	2,3928
13,8	43,354	149,57	190,44	2628,072	3,7148	2,3986
13,9	43,668	151,75	193,21	2685,619	3,7283	2,4044
14,0	43,982	153,94	196,00	2744,000	3,7417	2,4101
14,1	44,296	156,15	198,81	2803,221	3,7550	2,4159
14,2	44,611	158,37	201,64	2863,288	3,7683	2,4216
14,3	44,925	160,61	204,49	2924,207	3,7815	2,4272
14,4	45,239	162,86	207,36	2985,984	3,7947	2,4329
14,5	45,553	165,13	210,25	3048,625	3,8079	2,4385
14,6	45,867	167,42	213,16	3112,136	3,8210	2,4441
14,7	46,181	169,72	216,09	3176,523	3,8341	2,4497
14,8	46,496	172,03	219,04	3241,792	3,8471	2,4552
14,9	46,810	174,37	222,01	3307,949	3,8600	2,4607
15,0	47,124	176,72	225,00	3375,000	3,8730	2,4662
15,1	47,438	179,08	228,01	3442,951	3,8859	2,4717
15,2	47,752	181,46	231,04	3511,808	3,8987	2,4772
15,3	48,066	183,85	234,09	3581,577	3,9115	2,4825
15,4	48,381	186,27	237,16	3652,264	3,9243	2,4879
15,5	48,695	188,69	240,25	3723,875	3,9370	2,4933
15,6	49,009	191,13	243,36	3796,416	3,9497	2,4986
15,7	49,323	193,59	246,49	3869,893	3,9623	2,5039
15,8	49,637	196,07	249,64	3944,312	3,9749	2,5092
15,9	49,951	198,56	252,81	4019,679	3,9875	2,5146
16,0	50,265	201,06	256,00	4096,000	4,0000	2,5198
16,1	50,580	203,58	259,21	4173,281	4,0125	2,5251
16,2	50,894	206,12	262,44	4251,528	4,0249	2,5303
16,3	51,208	208,67	265,69	4330,747	4,0373	2,5355
16,4	51,522	211,24	268,96	4410,944	4,0497	2,5406
16,5	51,836	213,83	272,25	4492,125	4,0620	2,5458
16,6	52,150	216,42	275,56	4574,296	4,0743	2,5509
16,7	52,465	219,04	278,89	4657,463	4,0866	2,5561
16,8	52,779	221,67	282,24	4741,632	4,0988	2,5612
16,9	53,093	224,32	285,61	4826,809	4,1110	2,5663
17,0	53,407	226,98	289,00	4913,000	4,1231	2,5713
17,1	53,721	229,66	292,41	5000,211	4,1352	2,5763
17,2	54,035	232,35	295,84	5088,448	4,1473	2,5813
17,3	54,350	235,06	299,29	5177,717	4,1593	2,5863
17,4	54,664	237,79	302,76	5268,024	4,1713	2,5913
17,5	54,978	240,53	306,25	5359,375	4,1833	2,5963
17,6	55,292	243,29	309,76	5451,776	4,1952	2,6012
17,7	55,606	246,06	313,29	5545,233	4,2071	2,6061
17,8	55,920	248,85	316,84	5639,752	4,2190	2,6109
17,9	56,235	251,65	320,41	5735,339	4,2308	2,6158

n	$n\pi$	$n^2\frac{\pi}{4}$	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
18,0	56,549	254,47	324,00	5832,000	4,2426	2,6207
18,1	56,863	257,30	327,61	5929,741	4,2544	2,6256
18,2	57,177	260,16	331,24	6028,568	4,2661	2,6304
18,3	57,491	263,02	334,89	6128,487	4,2778	2,6352
18,4	57,805	265,90	338,56	6229,504	4,2895	2,6401
18,5	58,119	268,80	342,25	6331,625	4,3012	2,6448
18,6	58,434	271,72	345,96	6434,856	4,3128	2,6495
18,7	58,748	274,65	349,69	6539,203	4,3243	2,6543
18,8	59,062	277,59	353,44	6644,672	4,3359	2,6590
18,9	59,376	280,55	357,21	6751,269	4,3474	2,6637
19,0	59,690	283,53	361,00	6859,000	4,3589	2,6684
19,1	60,004	286,52	364,81	6967,871	4,3703	2,6731
19,2	60,319	289,53	368,64	7077,888	4,3818	2,6777
19,3	60,633	292,55	372,49	7189,057	4,3932	2,6824
19,4	60,947	295,59	376,36	7301,384	4,4045	2,6869
19,5	61,261	298,65	380,25	7414,875	4,4159	2,6916
19,6	61,575	301,72	384,16	7529,536	4,4272	2,6962
19,7	61,889	304,81	388,09	7645,373	4,4385	2,7008
19,8	62,204	307,91	392,04	7762,392	4,4497	2,7053
19,9	62,518	311,03	396,01	7880,599	4,4609	2,7098
20,0	62,832	314,16	400,00	8000,000	4,4721	2,7144
20,1	63,146	317,31	404,01	8120,601	4,4833	2,7189
20,2	63,460	320,47	408,04	8242,408	4,4944	2,7234
20,3	63,774	323,66	412,09	8365,427	4,5055	2,7279
20,4	64,088	326,85	416,16	8489,664	4,5166	2,7324
20,5	64,403	330,06	420,25	8615,125	4,5277	2,7368
20,6	64,717	333,29	424,36	8741,816	4,5387	2,7413
20,7	65,031	336,54	428,49	8869,743	4,5497	2,7457
20,8	65,345	339,80	432,64	8998,912	4,5607	2,7502
20,9	65,659	343,07	436,81	9129,329	4,5716	2,7545
21,0	65,973	346,36	441,00	9261,000	4,5826	2,7589
21,1	66,288	349,67	445,21	9393,931	4,5935	2,7633
21,2	66,602	352,99	449,44	9528,128	4,6043	2,7676
21,3	66,916	356,33	453,69	9663,597	4,6152	2,7720
21,4	67,230	359,68	457,96	9800,344	4,6260	2,7763
21,5	67,544	363,05	462,25	9938,375	4,6368	2,7806
21,6	67,858	366,44	466,56	10077,696	4,6476	2,7849
21,7	68,173	369,84	470,89	10218,313	4,6583	2,7893
21,8	68,487	373,25	475,24	10360,232	4,6690	2,7935
21,9	68,801	376,69	479,61	10503,459	4,6797	2,7978
22,0	69,115	380,13	484,00	10648,000	4,6904	2,8021
22,1	69,429	383,60	488,41	10793,861	4,7011	2,8063
22,2	69,743	387,08	492,84	10941,048	4,7117	2,8105
22,3	70,058	390,57	497,29	11089,567	4,7223	2,8147
22,4	70,372	394,08	501,76	11239,424	4,7329	2,8189
22,5	70,686	397,61	506,25	11390,625	4,7434	2,8231
22,6	71,000	401,15	510,76	11543,176	4,7539	2,8273
22,7	71,314	404,71	515,29	11697,083	4,7644	2,8314
22,8	71,628	408,28	519,84	11852,352	4,7749	2,8356
22,9	71,942	411,87	524,41	12008,989	4,7854	2,8397
23,0	72,257	415,48	529,00	12167,000	4,7958	2,8438
23,1	72,571	419,10	533,61	12326,391	4,8062	2,8479
23,2	72,885	422,73	538,24	12487,168	4,8166	2,8521
23,3	73,199	426,39	542,89	12649,337	4,8270	2,8562
23,4	73,513	430,05	547,56	12812,904	4,8373	2,8603
23,5	73,827	433,74	552,25	12977,875	4,8477	2,8643
23,6	74,142	437,44	556,96	13144,256	4,8580	2,8684
23,7	74,456	441,15	561,69	13312,053	4,8683	2,8724
23,8	74,770	444,88	566,44	13481,272	4,8785	2,8765
23,9	75,084	448,63	571,21	13651,919	4,8888	2,8805

n	$n\pi$	$n^2\frac{\pi}{4}$	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
24,0	75,398	452,39	576,00	13824,000	4,8990	2,8845
24,1	75,712	456,17	580,81	13997,521	4,9092	2,8885
24,2	76,027	459,96	585,64	14172,488	4,9193	2,8925
24,3	76,341	463,77	590,49	14348,907	4,9295	2,8965
24,4	76,655	467,60	595,36	14526,784	4,9396	2,9004
24,5	76,969	471,44	600,25	14706,125	4,9497	2,9044
24,6	77,283	475,29	605,16	14886,936	4,9598	2,9083
24,7	77,597	479,16	610,09	15069,223	4,9699	2,9123
24,8	77,911	483,05	615,04	15252,992	4,9799	2,9162
24,9	78,226	486,96	620,01	15438,249	4,9899	2,9201
25,0	78,540	490,87	625,00	15625,000	5,0000	2,9241

B. Tabelle der trigonometrischen Linien.

Gr.	sin.	cos.	tg.	cotg.		Gr.	sin.	cos.	tg.	cotg.	
0	0,000	1,000	0,000	∞	90	23	0,391	0,921	0,424	2,356	67
1	0,017	1,000	0,017	57,29	89	24	0,407	0,914	0,445	2,246	66
2	0,035	0,999	0,035	28,64	88	25	0,423	0,906	0,466	2,145	65
3	0,052	0,999	0,052	19,08	87	26	0,438	0,899	0,488	2,050	64
4	0,070	0,998	0,070	14,30	86	27	0,454	0,891	0,510	1,963	63
5	0,087	0,996	0,087	11,43	85	28	0,469	0,883	0,532	1,881	62
6	0,105	0,995	0,105	95,14	84	29	0,485	0,875	0,554	1,804	61
7	0,122	0,993	0,123	81,44	83	30	0,500	0,866	0,577	1,732	60
8	0,139	0,990	0,141	71,15	82	31	0,515	0,857	0,601	1,664	59
9	0,156	0,988	0,158	63,14	81	32	0,530	0,848	0,625	1,600	58
10	0,174	0,985	0,176	56,71	80	33	0,545	0,839	0,649	1,540	57
11	0,191	0,982	0,194	51,45	79	34	0,559	0,829	0,675	1,483	56
12	0,208	0,978	0,213	47,05	78	35	0,574	0,819	0,700	1,428	55
13	0,225	0,974	0,231	43,31	77	36	0,588	0,809	0,727	1,376	54
14	0,242	0,970	0,249	40,11	76	37	0,602	0,799	0,754	1,327	53
15	0,259	0,966	0,268	37,32	75	38	0,616	0,788	0,781	1,280	52
16	0,276	0,961	0,287	34,87	74	39	0,629	0,777	0,810	1,235	51
17	0,292	0,956	0,306	32,71	73	40	0,643	0,766	0,839	1,192	50
18	0,309	0,951	0,325	30,78	72	41	0,656	0,755	0,869	1,150	49
19	0,326	0,946	0,344	29,04	71	42	0,669	0,743	0,900	1,111	48
20	0,342	0,940	0,364	27,47	70	43	0,682	0,731	0,933	1,072	47
21	0,358	0,934	0,384	26,05	69	44	0,695	0,719	0,966	1,036	46
22	0,375	0,927	0,404	24,75	68	45	0,707	0,707	1,000	1,000	45
	cos.	sin.	cotg.	tg.	Gr.		cos.	sin.	cotg.	tg.	Gr.

C. Tabelle der Bogenlänge, Sehne und Bogenhöhe für den Radius = 1.

Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.	Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.	Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.
1	0,0175	0,0175	0,0000	11	0,1920	0,1917	0,0046	21	0,3665	0,3645	0,0167
2	0,0349	0,0349	0,0002	12	0,2094	0,2091	0,0055	22	0,3840	0,3816	0,0184
3	0,0524	0,0524	0,0003	13	0,2269	0,2264	0,0064	23	0,4014	0,3987	0,0201
4	0,0698	0,0698	0,0006	14	0,2443	0,2437	0,0075	24	0,4189	0,4158	0,0219
5	0,0873	0,0872	0,0010	15	0,2618	0,2611	0,0086	25	0,4363	0,4329	0,0237
6	0,1047	0,1047	0,0014	16	0,2793	0,2783	0,0097	26	0,4538	0,4499	0,0256
7	0,1222	0,1221	0,0019	17	0,2967	0,2956	0,0110	27	0,4712	0,4669	0,0276
8	0,1396	0,1395	0,0024	18	0,3142	0,3129	0,0123	28	0,4887	0,4838	0,0297
9	0,1571	0,1569	0,0031	19	0,3316	0,3301	0,0137	29	0,5061	0,5008	0,0319
10	0,1745	0,1743	0,0038	20	0,3491	0,3473	0,0152	30	0,5236	0,5176	0,0341

Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.	Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.	Grad.	Bogenlänge.	Sehne.	Bogenhöhe.
31	0,5411	0,5345	0,0364	81	1,4137	1,2989	0,2396	131	2,2864	1,8199	0,5853
32	0,5585	0,5512	0,0387	82	1,4312	1,3121	0,2453	132	2,3038	1,8271	0,5933
33	0,5760	0,5680	0,0412	83	1,4486	1,3252	0,2510	133	2,3213	1,8341	0,6013
34	0,5934	0,5847	0,0437	84	1,4661	1,3383	0,2569	134	2,3387	1,8410	0,6093
35	0,6109	0,6014	0,0463	85	1,4835	1,3512	0,2627	135	2,3562	1,8478	0,6173
36	0,6283	0,6180	0,0489	86	1,5010	1,3640	0,2686	136	2,3736	1,8544	0,6254
37	0,6458	0,6346	0,0517	87	1,5184	1,3767	0,2746	137	2,3911	1,8608	0,6335
38	0,6632	0,6511	0,0545	88	1,5359	1,3893	0,2807	138	2,4086	1,8672	0,6416
39	0,6807	0,6676	0,0574	89	1,5533	1,4018	0,2867	139	2,4260	1,8733	0,6498
40	0,6981	0,6840	0,0603	90	1,5708	1,4142	0,2929	140	2,4435	1,8794	0,6580
41	0,7156	0,7004	0,0633	91	1,5882	1,4265	0,2991	141	2,4609	1,8853	0,6662
42	0,7330	0,7167	0,0664	92	1,6057	1,4387	0,3053	142	2,4784	1,8910	0,6744
43	0,7505	0,7330	0,0696	93	1,6232	1,4507	0,3116	143	2,4958	1,8966	0,6827
44	0,7679	0,7492	0,0728	94	1,6406	1,4627	0,3180	144	2,5133	1,9021	0,6910
45	0,7854	0,7654	0,0761	95	1,6580	1,4746	0,3244	145	2,5307	1,9074	0,6993
46	0,8029	0,7815	0,0795	96	1,6755	1,4863	0,3309	146	2,5482	1,9126	0,7076
47	0,8203	0,7975	0,0829	97	1,6930	1,4979	0,3374	147	2,5656	1,9176	0,7160
48	0,8378	0,8135	0,0865	98	1,7104	1,5094	0,3439	148	2,5831	1,9225	0,7244
49	0,8552	0,8294	0,0900	99	1,7279	1,5208	0,3506	149	2,6005	1,9273	0,7328
50	0,8727	0,8452	0,0937	100	1,7453	1,5321	0,3572	150	2,6180	1,9319	0,7412
51	0,8901	0,8610	0,0974	101	1,7628	1,5432	0,3639	151	2,6354	1,9363	0,7496
52	0,9076	0,8767	0,1012	102	1,7802	1,5543	0,3707	152	2,6529	1,9406	0,7581
53	0,9250	0,8924	0,1051	103	1,7977	1,5652	0,3775	153	2,6704	1,9447	0,7666
54	0,9425	0,9080	0,1090	104	1,8151	1,5760	0,3843	154	2,6878	1,9487	0,7750
55	0,9599	0,9235	0,1130	105	1,8326	1,5867	0,3912	155	2,7053	1,9526	0,7836
56	0,9774	0,9389	0,1171	106	1,8500	1,5972	0,3982	156	2,7227	1,9563	0,7921
57	0,9948	0,9543	0,1212	107	1,8675	1,6077	0,4052	157	2,7402	1,9598	0,8006
58	1,0123	0,9696	0,1254	108	1,8850	1,6180	0,4122	158	2,7576	1,9632	0,8092
59	1,0297	0,9848	0,1296	109	1,9024	1,6282	0,4193	159	2,7751	1,9665	0,8178
60	1,0472	1,0000	0,1340	110	1,9198	1,6383	0,4264	160	2,7925	1,9696	0,8264
61	1,0647	1,0151	0,1384	111	1,9373	1,6483	0,4336	161	2,8100	1,9726	0,8350
62	1,0821	1,0301	0,1428	112	1,9548	1,6581	0,4408	162	2,8274	1,9754	0,8436
63	1,0996	1,0450	0,1474	113	1,9722	1,6678	0,4481	163	2,8449	1,9780	0,8522
64	1,1170	1,0598	0,1520	114	1,9897	1,6773	0,4554	164	2,8623	1,9805	0,8608
65	1,1345	1,0746	0,1566	115	2,0071	1,6868	0,4627	165	2,8798	1,9829	0,8695
66	1,1519	1,0893	0,1613	116	2,0246	1,6961	0,4701	166	2,8972	1,9851	0,8781
67	1,1694	1,1039	0,1661	117	2,0420	1,7053	0,4775	167	2,9147	1,9871	0,8868
68	1,1868	1,1184	0,1710	118	2,0595	1,7143	0,4850	168	2,9322	1,9890	0,8955
69	1,2043	1,1328	0,1759	119	2,0769	1,7233	0,4925	169	2,9496	1,9908	0,9042
70	1,2217	1,1472	0,1808	120	2,0944	1,7321	0,5000	170	2,9671	1,9924	0,9128
71	1,2392	1,1614	0,1859	121	2,1118	1,7407	0,5076	171	2,9845	1,9938	0,9215
72	1,2566	1,1755	0,1910	122	2,1293	1,7492	0,5152	172	3,0020	1,9951	0,9302
73	1,2741	1,1896	0,1961	123	2,1468	1,7576	0,5228	173	3,0194	1,9963	0,9390
74	1,2915	1,2036	0,2014	124	2,1642	1,7659	0,5305	174	3,0369	1,9973	0,9477
75	1,3090	1,2175	0,2066	125	2,1817	1,7740	0,5383	175	3,0543	1,9981	0,9564
76	1,3265	1,2313	0,2120	126	2,1991	1,7820	0,5460	176	3,0718	1,9988	0,9651
77	1,3439	1,2450	0,2174	127	2,2166	1,7899	0,5538	177	3,0892	1,9993	0,9738
78	1,3614	1,2586	0,2229	128	2,2340	1,7976	0,5616	178	3,1067	1,9997	0,9825
79	1,3788	1,2722	0,2284	129	2,2515	1,8052	0,5695	179	3,1241	1,9999	0,9913
80	1,3963	1,2856	0,2340	130	2,2689	1,8126	0,5774	180	3,1416	2,0000	1,0000

D. Berechnung von Dreiecken und regelmässigen Vielecken.

1. Dreieck.

Sind a, b, c die Seiten, α, β, γ die gegenüberliegenden Winkel und wird $\frac{a + b + c}{2} = s$ gesetzt, so gelten folgende Beziehungen:

$a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos\gamma = c^2$

$a : b = c = \sin\alpha : \sin\beta : \sin\gamma.$

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)\,(s-c)}{b\,.\,c}}$$

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{s\,(s-a)}{b\,.\,c}}$$

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg}\frac{\alpha+\beta}{2}}{\operatorname{tg}\frac{\alpha-\beta}{2}}$$

$$(a-b)\cos\frac{\gamma}{2} = c\sin\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right).$$

Der Flächeninhalt des Dreiecks ist

$$F = \frac{1}{2}\,ab\sin\gamma = \frac{a^2\sin\beta\,.\,\sin\gamma}{2\sin\alpha} = \sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}.$$

2. Regelmässige Vielecke.

Ist a die Seite, n die Anzahl der Seiten, R der Radius des umschriebenen Kreises, F der Flächeninhalt, so gilt:

$$F = \frac{n}{4}\,a^2\,.\,\operatorname{cotg}\frac{\pi}{n} = \frac{n}{2}\,R\,.\sin\frac{2\pi}{n};$$

$$a = 2R\sin\frac{\pi}{n}.$$

n	Flächeninhalt F =	Seitenlänge a
3	$0{,}4330\,.\,a^2 = 1{,}2990\,.\,R^2$	1,7321 . R
4	$1{,}0000\,.\,a^2 = 2{,}0000\,.\,R^2$	1,4142 . R
6	$2{,}5981\,.\,a^2 = 2{,}5981\,.\,R^2$	1,0000 . R
8	$4{,}8284\,.\,a^2 = 2{,}8284\,.\,R^2$	0,7654 . R
12	$11{,}1962\,.\,a^2 = 3{,}0000\,.\,R^2$	0,5176 . R
16	$20{,}1094\,.\,a^2 = 3{,}0615\,.\,R^2$	0,3902 . R

E. Inhalte einiger Flächen und Körper.

Kreis vom Halbmesser r hat den Umfang $2r\pi$ und die Fläche $r^2\pi$

$\pi = 3\,.\,141592654$, $\log\pi = 0\,.\,4971499$, $\log 2\pi = 0\,.\,79818$.

Kreisbogen mit dem Centriwinkel α hat die Länge $\frac{r\,.\,\alpha}{\varrho}$, wobei $\varrho = \frac{180}{\pi}$, $\frac{180\,.\,60}{\pi} = \frac{180\,.\,60\,.\,60}{\pi}$, je nachdem α in Graden, Minuten oder Secunden angegeben ist.

$$\varrho^0 = \frac{180}{\pi} = 57\,.\,296^0 \qquad \log\varrho^0 = 1\,.\,75812.$$

$$\varrho' = \frac{180\,.\,60}{\pi} = 3437\,.\,75' \qquad \log\varrho' = 3\,.\,53627.$$

$$\varrho'' = \frac{180\,.\,60\,.\,60}{\pi} = 206265'' \qquad \log\varrho'' = 5\,.\,31443.$$

Die Pfeilhöhe h eines flachen Bogens mit der Sehne s ist angenähert $= \frac{s^2}{8\,.\,r}$.

Kreisausschnitt vom Centriwinkel α^0:

$$F = \frac{\alpha}{360}\,r^2\pi.$$

Kreisabschnitt vom Centriwinkel α^0:

$$F = \left(\frac{\alpha}{180}\,\pi - \sin\alpha\right)\frac{r^2}{2}.$$

Parabelfläche mit der Sehne s und der Bogenhöhe h:

$$F = \frac{2}{3}\,s\,h.$$

Ellipse mit den Halbachsen a und b hat die Fläche $a \cdot b \cdot \pi$ und den Umfang $(a + b)\,\pi \left[1 + \frac{1}{4}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^2 + \frac{1}{64}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^4 + \cdots\right]$.

Inhalt des Obelisken und des Prismatoides
(wenn h der Abstand der parallelen Endflächen A und B ist, C einen Querschnitt in mittlerer Höhe parallel den Endflächen bedeutet):

$$J = \frac{h}{6}\,(A + 4\,C + B).$$

Inhalt der abgestumpften Pyramide
(wenn h der Abstand der parallelen Grundflächen F und f ist):

$$J = \frac{h}{3}\,(F + \sqrt{Ff} + f).$$

Inhalt der Kugel:

$$J = \frac{4}{3}\,r^3\pi = \frac{1}{6}\,d^3\pi.$$

Fläche der Kugel:

$$F = 4\,\pi \cdot r^2.$$

Inhalt des Kugelabschnitts
(wenn r der Kugelradius, a der der Schnittfläche, h die Höhe des Abschnitts):

$$J = \frac{1}{6}\,\pi\,h\,(3\,a^2 + h^2) = \frac{1}{3}\,\pi\,h^2\,(3\,r - h).$$

Inhalt der Kugelzone
(wenn r der Kugelradius, a und b die Radien der Endflächen, h die Höhe der Zone):

$$J = \frac{1}{6}\,\pi\,h\,(3a^2 + 3\,b^2 + h^2).$$

Inhalt des Kugelausschnitts
(wenn r der Kugelradius, h die Höhe der entsprechenden Kugelhaube):

$$J = \frac{2}{3}\,r^2\pi\,h.$$

Concentrisches Kugelgewölbe mit lichter Weite 2c, Höhe h und Dicke d:

$$J = \pi \cdot h \cdot d\left(\frac{c^2}{h} + h + 2d + \frac{2d^2}{3 \cdot r}\right).$$

Umdrehungsparaboloid im Abstand h vom Scheitel rechtwinklig abgeschnitten, so dass der Halbmesser des Schnittkreises = a ist, hat den Inhalt $J = \frac{a^2\pi \cdot h}{2}$. Eine Zone mit den Schnitthalbmessern a und b, Höhe h hat den Inhalt $J = \frac{a^2 + b^2}{2} \cdot \pi \cdot h$.

Umdrehungsellipsoid mit Drehachse a und Aequatorachse b hat den Inhalt $\frac{4}{3}\,\pi\,a\,b^2$. Das dreiachsige Ellipsoid mit den Achsen a, b, c dagegen $J = \frac{4}{3}\,\pi \cdot a, b, c$.

Inhalt eines Fasses
(wenn h die Höhe, R der Radius der Mitte, r der der Enden und die Dauben nach einer Parabel geformt sind):

$$J = \frac{\pi h}{15}\,(8\,R^2 + 4\,Rr + 3\,r^2).$$

NB. Die sonst übliche Formel

$$J = \frac{\pi h}{3}\,(2\,R^2 + r^2)$$

liefert zu grosse Werthe.

F. Methode der kleinsten Quadrate (nach Jordan).

Arithmetisches Mittel und mittlerer Fehler.

Wenn n gleich genaue Beobachtungen A zur Bestimmung einer Unbekannten vorliegen, so ist deren wahrscheinlichster Werth das einfache arithmetische Mittel:

$$x = \frac{[A]}{n}.$$

Aus den n Differenzen $\delta = x - A$ berechnet man den mittleren Fehler m einer einzelnen Beobachtung und den mittleren Fehler M des arithmetischen Mittels aus folgenden Gleichungen:

$$m = \sqrt{\frac{[\delta\,\delta]}{n-1}}, \qquad M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[\delta\,\delta]}{n(n-1)}}.$$

Wenn zwei Beobachtungen vorliegen, welche um den Werth d von einander abweichen, so ist der mittlere Fehler einer Beobachtung:

$$m = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0{,}707\ d$$

und der mittlere Fehler des Mittels selbst:

$$M = \frac{d}{2} = 0{,}5\ d.$$

Wenn zwei Grössen mit den mittleren zu fürchtenden Fehlern m_1 und m_2 gemessen sind, so ist der mittlere Fehler M ihrer Summe oder Differenz:

$$M = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}.$$

Wenn $m_1\ m_2\ m_3$ die mittleren Fehler der Grössen x, y, z .... sind, so ist der mittlere Fehler M der Function $a\,x + b\,y + c\,z + \ldots$

$$M = \sqrt{(a\,m_1)^2 + (b\,m_2)^2 + (c\,m_3)^2 + \ldots}$$

Wenn in einem Dreieck die Summe der drei gleich gut gemessenen Winkel um den Betrag w von der theoretischen Summe 180° (180 + Excess) abweicht, so ist w auf die drei Winkel gleich zu vertheilen.

Der mittlere Fehler m eines Winkels vor der Ausgleichung und der mittlere Fehler m' eines Winkels nach der Ausgleichung sind

$$m = \frac{\sqrt{3}}{3}\,w = 0{,}577\ w. \qquad m' = \frac{\sqrt{2}}{3}\,w = 0{,}471\ w.$$

II. Maass- und Gewichts-Tabellen.

A. Das metrische System.

1 Meter (m) = 100 Centimeter (cm) = 1000 Millimeter (mm) = 0,001 Kilometer (km). 1 Quadratkilometer (qkm) = 100 Hektar (ha). 1 ha = 100 Ar (a). 1 a = 100 Quadratmeter (qm). 1 Quadratcentimeter (qcm) = 100 Quadratmillimeter (qmm).

1 Cubikmeter (cbm) = 10 Hektoliter (hl). 1 hl = 100 Liter (l). 1 l = 1000 Cubikcentimeter (ccm). 1 ccm = 1000 Cubikmillimeter (cmm).

1 Tonne (t) = 1000 Kilogramm (kg). 1 kg = 1000 Gramm (g). 1 g = 1000 Milligramm (mg).

1 Meterkilogramm = 1 mkg. 1 Pferdestärke (Pferdeeffect) = 1 e. 1 Atmosphärendruck = 1 at.

Bei den Zeichen werden Schlusspunkte nicht beigefügt.

Die Buchstaben werden an das Ende der vollständigen Zahlenausdrücke gesetzt. Zur Trennung der Einerstellen von den Decimalstellen dient das Komma.

Das metrische System gilt im Deutschen Reiche, in Oesterreich, Frankreich, den Niederlanden, Belgien, Luxemburg, Italien, Griechenland, Rumänien, Spanien und Portugal, sowie den meisten südamerikanischen Republiken.

B. Maasse und Gewichte verschiedener Länder im Vergleiche mit dem Meter-System.

1. Meilen.	1 Meile = Kilometer.	1 Kilometer = Meilen.
Geographische Meilen (15 = 1° d. Aequat.) . .	7,420439	0,134763
See-Meilen (60 = 1° d. Merid.)	1,851852	0,540000
Baden, 1 Meile = 29629,6 Fuss	8,888889	0,112500
Bayern, 1 Meile = 2 Wegstunden = 25422 Fuss	7,419644	0,134816
Braunschweig, 1 Meile = 1625 Ruthen	7,419422	0,134781
Hannover, 1 Meile = 1587½ Ruthen	7,419205	0,134785
Preussen, 1 Meile = 2000 Ruthen	7,532485	0,132758
Sachsen, 1 Meile = 32000 Fuss	9,062080	0,110350
Württemberg, 1 Meile = 26000 Fuss	7,448748	0,134251
Oesterreich, 1 Meile = 4000 Klafter	7,585936	0,131823
Schweiz, 1 Wegstunde = 16000 Fuss	4,800000	0,208333
England, 1 Meile = 5280 Fuss	1,609315	0,621382
« 1 Londoner Meile = 5000 Fuss . . .	1,523972	0,656180
Russland, 1 Werst = 500 Saschen	1,066781	0,937400
Schweden, 1 Meile = 36000 Fuss	10,688436	0,093560

2. Ruthen-Maasse.	lfd. Ruthen etc. in Met.	□ Ruthen etc. in □m	Cub.-Ruthen etc. in cbm	Dm	□Dm	cbDm
				lfd. Ruthen etc. in	□	Cub.-
Badisch. Rth. 10′	3,00	9,00	27,00	3,33	11,11	37,04
Bayrische « 10′	2,92	8,52	24,86	3,43	11,74	40,22
Brnschw. « 16′	4,57	20,8	95,18	2,19	4,797	10,51
Frkf. Feldr. 12½′	3,56	12,7	45,03	2,81	7,901	22,21
« Wald-R.	4,51	20,3	—	2,22	4,915	—
Hmb. Geestr. 16′	4,59	21,0	96,40	2,18	4,757	10,37
« Marschr. 14′	4,01	16,1	—	2,49	6,213	—
Hannov. Rth. 16′	4,67	21,8	102,1	2,14	4,578	9,796
H.-Dmst. Klft. 10′	2,50	6,25	15,63	4,00	16,00	64,00
Homburg. Rth.	3,45	11,9	—	2,90	8,393	—
Kurhss. Kat. R.	3,99	15,9	—	2,51	6,285	—
Lübeck. Rth. 16′	4,60	21,2	—	2,17	4,722	—
Mecklenb. Rth.	4,66	21,7	—	2,15	4,613	—
Nass. Rth. 10′	5,00	25,0	—	2,00	4,000	—
Oldenb. Rth. 18′	5,33	28,4	—	1,88	3,526	—
« Kat.-R. 10′	2,96	8,75	—	3,38	11,42	—
Preuss. Rth. 12′	3,77	14,2	53,42	2,66	7,050	18,72
Sächs. Rth. 15⅙′	4,30	18,4	—	2,33	5,421	—
S.-Weim. R. 16′	4,51	20,4	—	2,22	4,913	—
Würtmb. R. 10′	2,86	8,21	23,51	3,49	12,18	42,53
Oestr. Klftr. 6′	1,90	3,60	6,821	5,27	27,80	146,6
« Ing.-Rth. 10′	3,16	9,99	—	3,16	10,01	—
Dänische R. 10′	3,14	9,85	30,92	3,19	10,15	32,35
Engl. Rth. 16½′	5,03	25,3	127,2	1,99	3,954	7,862
« Yard 3′	0,91	0,84	0,765	10,9	119,6	1308
Russ. Saschen 7′	2,13	4,55	9,712	4,69	21,97	103,0
Pariser Toise 6′	1,95	3,80	7,404	5,13	26,32	135,1

3. Feld-Maasse.	Morgen etc. in Ar.	Hektar in Morgen etc.
Bad. Morg.	36,00	2,778
Bayr. Tagew.	34,07	2,935
Brnschw. Fld. M.	25,02	3,997
« Wld.-Mrg.	33,35	2,998
Frankf. Fld.-M.	20,25	4,938
« Wld.-Mrg.	32,56	3,072
Hamb. Mrg.	96,58	1,035
Hannov. Mrg.	26,21	3,815
Hess.-Drmst. M.	25,00	4,000
Homb. Morg.	19,06	5,245
Kurhess. Acker	23,87	4,190
Mecklenb. M.	65,04	1,538
Oldnb. neu Jück	45,38	2,203
« alt Jück	56,03	1,785
Preuss. Mrg.	25,53	3,917
Sächs. Acker.	55,34	1,807
Weimar. Acker.	28,50	3,509
Württembrg. M.	31,52	3,173
Oestr. Joch	57,55	1,738
Engl. Acre	40,47	2,471
Russ. Dessiatine	109,3	0,915

Das nassauische Feldmaass ist dem hess.-darmst. gleich; in Lübeck und in Dänemark wird das Land nach dem Maass d. Aussaat berechnet; in Schleswig-Holstein sind verschiedene Lokal-Feldm. in Gebrauch.

4. Verwandlung metrischer Maasse in alte Preussische.

Meter in Fuss. ($1^m = 3{,}1861999'$.)

M.	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	3,19	6,37	9,56	12,74	15,93	19,12	22,30	25,49	28,68
10	31,86	35,05	38,23	41,42	44,61	47,79	50,98	54,17	57,35	60,54
20	63,72	66,91	70,10	73,28	76,47	79,65	82,84	86,03	89,21	92,40
30	95,59	98,77	101,96	105,14	108,33	111,52	114,70	117,89	121,08	124,26
40	127,45	130,63	133,82	137,01	140,19	143,38	146,57	149,75	152,94	156,12
50	159,31	162,50	165,68	168,87	172,05	175,24	178,43	181,61	184,80	187,99
60	191,17	194,36	197,54	200,73	203,92	207,10	210,29	213,48	216,66	219,85
70	223,03	226,22	229,41	232,59	235,78	238,96	242,15	245,34	248,52	251,71
80	254,90	258,08	261,27	264,45	267,64	270,83	274,01	277,20	280,39	283,57
90	286,76	289,94	293,13	296,32	299,50	302,69	305,88	309,06	312,25	315,43

5. Verwandlung alter preussischer Maasse in Metermaass.

Fuss und Zoll in Meter. ($1' = 0{,}31385350^m$.)

Fss.	—	1″	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″	10″	11″
—	0	0,026	0,052	0,078	0,105	0,131	0,157	0,183	0,209	0,235	0,262	0,288
1	0,314	0,340	0,366	0,392	0,418	0,445	0,471	0,497	0,523	0,549	0,575	0,602
2	0,628	0,654	0,680	0,706	0,732	0,758	0,785	0,811	0,837	0,863	0,889	0,915
3	0,942	0,968	0,994	1,020	1,046	1,072	1,098	1,125	1,151	1,177	1,203	1,229
4	1,255	1,282	1,308	1,334	1,360	1,386	1,412	1,438	1,465	1,491	1,517	1,543
5	1,569	1,595	1,622	1,648	1,674	1,700	1,726	1,752	1,779	1,805	1,831	1,857
6	1,883	1,909	1,935	1,962	1,988	2,014	2,040	2,066	2,092	2,119	2,145	2,171
7	2,197	2,223	2,249	2,275	2,302	2,328	2,354	2,380	2,406	2,432	2,459	2,485
8	2,511	2,537	2,563	2,589	2,615	2,642	2,668	2,694	2,720	2,746	2,772	2,799
9	2,825	2,851	2,877	2,903	2,929	2,955	2,982	3,008	3,034	3,060	3,086	3,112

Fss.	Meter.	Fss.	Meter.	Fss.	Meter.	Fss.	Meter.	Fss.	Meter.	Fss.	Meter.
10	3,139	19	5,963	28	8,788	37	11,613	46	14,437	55	17,262
11	3,452	20	6,277	29	9,102	38	11,926	47	14,751	56	17,576
12	3,766	21	6,591	30	9,416	39	12,240	48	15,065	57	17,890
13	4,080	22	6,905	31	9,729	40	12,554	49	15,379	58	18,204
14	4,394	23	7,219	32	10,043	41	12,868	50	15,693	59	18,517
15	4,708	24	7,532	33	10,357	42	13,182	51	16,007	60	18,831
16	5,022	25	7,846	34	10,671	43	13,496	52	16,320	61	19,145
17	5,336	26	8,160	35	10,985	44	13,810	53	16,634	62	19,459
18	5,649	27	8,474	36	11,299	45	14,123	54	16,948	63	19,773

Quadratfuss in Quadrat-Meter. ($1\ \square' = 0{,}09850402$ qm.)

Q.-F.	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	0,099	0,197	0,296	0,394	0,493	0,591	0,690	0,788	0,887
10	0,985	1,084	1,182	1,281	1,379	1,478	1,576	1,675	1,773	1,872
20	1,970	2,069	2,167	2,266	2,364	2,463	2,561	2,660	2,758	2,857
30	2,955	3,054	3,152	3,251	3,349	3,448	3,546	3,645	3,743	3,842
40	3,940	4,039	4,137	4,236	4,334	4,433	4,531	4,630	4,728	4,827
50	4,925	5,024	5,122	5,221	5,319	5,418	5,516	5,615	5,713	5,812
60	5,910	6,009	6,107	6,206	6,304	6,403	6,501	6,600	6,698	6,797
70	6,895	6,994	7,092	7,191	7,289	7,388	7,486	7,585	7,683	7,782
80	7,880	7,979	8,077	8,176	8,274	8,373	8,471	8,570	8,668	8,767
90	8,865	8,964	9,062	9,161	9,259	9,358	9,456	9,555	9,653	9,752

6. Verwandlung verschiedener Fuss- und Zollmaasse in Metermaass und umgekehrt.

		Fuss	Zoll	□′	□″	Cb.′	Cb.″	Met.	cm	□m	□cm	cbm	cbcm
		Met.	cm	□m	in □cm	cbm	cbcm	Fuss.	Zoll.	□′	in □″	Cb.′	Cb.″
Baden. Schweiz.	1	0,300	3,00	0,090	9,00	0,027	27,0	3,33	0,333	11,1	0,111	37,0	0,037
	2	0,600	6,00	0,180	18,00	0,054	54,0	6,67	0,667	22,2	0,222	74,1	0,074
	3	0,900	9,00	0,270	27,00	0,081	81,0	10,00	1,000	33,3	0,333	111,1	0,111
	4	1,200	12,00	0,360	36,00	0,108	108,0	13,33	1,333	44,4	0,444	148,1	0,148
	5	1,500	15,00	0,450	45,00	0,135	135,0	16,67	1,667	55,6	0,556	185,2	0,185
	6	1,800	18,00	0,540	54,00	0,162	162,0	20,00	2,000	66,7	0,667	222,2	0,222
	7	2,100	21,00	0,630	63,00	0,189	189,0	23,33	2,333	77,8	0,778	259,3	0,259
	8	2,400	24,00	0,720	72,00	0,216	216,0	26,67	2,667	88,9	0,889	296,3	0,296
	9	2,700	27,00	0,810	81,00	0,243	243,0	30,00	3,000	100,0	1,000	333,3	0,333
Bayern.	1	0,292	2,92	0,085	8,52	0,025	24,9	3,43	0,343	11,7	0,117	40,2	0,040
	2	0,584	5,84	0,170	17,04	0,050	49,7	6,85	0,685	23,5	0,235	80,4	0,080
	3	0,876	8,76	0,256	25,55	0,075	74,6	10,28	1,028	35,2	0,352	120,7	0,121
	4	1,167	11,67	0,341	34,07	0,099	99,4	13,71	1,371	47,0	0,470	160,9	0,161
	5	1,459	14,59	0,426	42,59	0,124	124,3	17,13	1,713	58,7	0,587	201,1	0,201
	6	1,751	17,51	0,511	51,11	0,149	149,2	20,56	2,056	70,4	0,704	241,3	0,241
	7	2,043	20,43	0,596	59,63	0,174	174,0	23,98	2,398	82,2	0,822	281,6	0,282
	8	2,335	23,35	0,681	68,15	0,199	199,8	27,41	2,741	93,9	0,939	321,8	0,322
	9	2,627	26,27	0,767	76,66	0,224	223,7	30,84	3,084	105,7	1,057	362,0	0,362
Braunschweig.	1	0,285	2,38	0,081	5,65	0,023	13,4	3,50	0,421	12,3	0,177	43,0	0,074
	2	0,571	4,76	0,163	11,31	0,046	26,9	7,01	0,841	24,6	0,354	86,1	0,149
	3	0,856	7,13	0,244	16,96	0,070	40,3	10,51	1,262	36,8	0,531	129,1	0,223
	4	1,141	9,51	0,326	22,62	0,093	53,8	14,02	1,682	49,1	0,707	172,1	0,297
	5	1,427	11,89	0,407	28,27	0,116	67,2	17,52	2,103	61,4	0,884	215,2	0,372
	6	1,712	14,27	0,489	33,93	0,139	80,7	21,03	2,523	73,7	1,061	258,2	0,446
	7	1,998	16,65	0,570	39,58	0,163	94,1	24,53	2,944	86,0	1,238	301,2	0,521
	8	2,283	19,02	0,651	45,24	0,186	107,6	28,03	3,364	98,1	1,415	344,3	0,595
	9	2,568	21,40	0,733	50,89	0,209	121,0	31,54	3,785	110,5	1,592	387,3	0,669
Brem.	1	0,289	2,411	0,0837	5,814	0,0242	14,019	3,456	0,415	11,944	0,172	41,279	0,071
Frnkf.	1	0,285	2,372	0,0810	5,625	0,023	13,342	3,514	0,422	12,345	0,178	43,376	0,075
Hamb.	1	0,287	2,388	0,0821	5,703	0,0235	13,619	3,489	0,419	12,177	0,175	42,491	0,073
Hannover.	1	0,292	2,43	0,085	5,92	0,025	14,6	3,42	0,411	11,7	0,169	40,1	0,069
	2	0,584	4,87	0,171	11,85	0,050	28,3	6,85	0,822	23,4	0,338	80,3	0,139
	3	0,876	7,30	0,256	17,77	0,075	43,9	10,27	1,232	35,2	0,506	120,4	0,208
	4	1,168	9,74	0,341	23,70	0,100	57,5	13,69	1,643	46,9	0,675	160,5	0,277
	5	1,461	12,17	0,427	29,62	0,125	72,1	17,12	2,054	58,6	0,844	200,6	0,347
	6	1,753	14,60	0,512	35,55	0,150	86,8	20,54	2,465	70,3	1,013	240,8	0,416
	7	2,045	17,04	0,597	41,47	0,174	101,4	23,96	2,876	82,0	1,181	280,9	0,485
	8	2,337	19,47	0,683	47,40	0,199	115,0	27,39	3,287	93,8	1,350	321,0	0,555
	9	2,629	21,91	0,768	53,32	0,224	129,6	30,81	3,697	105,5	1,519	361,1	0,624
Hessen-Darmstadt.	1	0,250	2,50	0,063	6,25	0,016	15,6	4,00	0,400	16,0	0,160	64,0	0,064
	2	0,500	5,00	0,125	12,50	0,031	31,3	8,00	0,800	32,0	0,320	128,0	0,128
	3	0,750	7,50	0,288	18,75	0,047	46,9	12,00	1,200	48,0	0,480	192,0	0,192
	4	1,000	10,00	0,350	25,00	0,063	62,5	16,00	1,600	64,0	0,640	256,0	0,256
	5	1,250	12,50	0,413	31,25	0,078	78,1	20,00	2,000	80,0	0,800	320,0	0,320
	6	1,500	15,00	0,475	37,50	0,094	93,8	24,00	2,400	96,0	0,960	384,0	0,384
	7	1,750	17,50	0,538	43,75	0,109	109,4	28,00	2,800	112,0	1,120	448,0	0,448
	8	2,000	20,00	0,600	50,00	0,125	125,0	32,00	3,200	128,0	1,280	512,0	0,512
	9	2,250	22,50	0,763	56,25	0,141	140,6	36,00	3,600	144,0	1,440	576,0	0,576

	Fuss	Zoll	□′	□″	Cb.′	Cb.″	Met.	cm	□m	□cm	cbm	cbcm
	Met.	cm	□m	in □cm	cbm	cbcm	Fuss.	Zoll.	in □′	□″	Cb.′	Cb.″
Kurhessen.												
1	0,288	2,40	0,083	5,75	0,024	13,8	3,48	0,417	12,1	0,174	42,0	0,073
2	0,575	4,79	0,166	11,50	0,048	27,6	6,95	0,834	24,2	0,348	84,0	0,145
3	0,863	7,19	0,248	17,24	0,071	41,3	10,43	1,251	36,2	0,522	126,0	0,218
4	1,151	9,59	0,331	22,99	0,095	55,1	13,90	1,668	48,3	0,696	168,0	0,290
5	1,438	11,99	0,414	28,74	0,119	68,9	17,38	2,086	60,4	0,870	210,0	0,363
6	1,726	14,38	0,497	34,49	0,142	82,7	20,86	2,503	72,5	1,044	252,0	0,435
7	2,014	16,78	0,579	40,24	0,167	96,5	24,33	2,920	84,6	1,218	294,0	0,508
8	2,302	19,18	0,662	45,98	0,191	110,2	27,81	3,337	96,7	1,392	336,0	0,581
9	2,589	21,58	0,745	51,73	0,214	124,0	31,28	3,754	108,7	1,566	377,9	0,653
Lübeck.												
1	0,2876	2,397	0,0827	5,7447	0,0238	13,769	3,477	0,417	12,088	0,174	42,029	0,073
Oldenburg.												
1	0,296	2,47	0,088	6,08	0,026	15,0	3,38	0,406	11,4	0,164	38,6	0,067
2	0,592	4,93	0,175	12,16	0,052	30,0	6,76	0,811	22,8	0,329	77,2	0,133
3	0,888	7,40	0,263	18,24	0,078	45,0	10,14	1,217	34,3	0,494	115,8	0,200
4	1,184	9,86	0,350	24,32	0,104	60,0	13,52	1,622	45,7	0,658	154,4	0,267
5	1,479	12,33	0,438	30,40	0,130	75,0	16,90	2,028	57,1	0,823	193,0	0,334
6	1,775	14,80	0,525	36,48	0,155	89,9	20,28	2,434	68,5	0,987	231,6	0,400
7	2,071	17,26	0,613	42,56	0,181	104,9	23,66	2,839	80,0	1,152	270,2	0,467
8	2,367	19,73	0,700	48,64	0,207	119,9	27,04	3,245	91,4	1,316	308,8	0,534
9	2,603	22,19	0,788	54,72	0,233	134,9	30,42	3,650	102,8	1,481	347,5	0,600
Sachsen.												
1	0,283	2,36	0,080	5,57	0,023	13,1	3,53	0,424	12,5	0,180	44,0	0,076
2	0,566	4,72	0,160	11,14	0,045	26,3	7,06	0,847	24,9	0,359	88,1	0,152
3	0,850	7,08	0,241	16,71	0,068	39,4	10,59	1,271	37,4	0,539	132,1	0,228
4	1,133	9,44	0,321	23,28	0,091	52,6	14,12	1,695	49,9	0,718	176,1	0,304
5	1,416	11,80	0,401	27,85	0,114	65,7	17,66	2,119	62,3	0,898	220,2	0,380
6	1,699	14,16	0,481	33,42	0,136	78,9	21,19	2,542	74,8	1,077	264,2	0,457
7	1,982	16,52	0,561	38,98	0,159	92,0	24,72	2,966	87,3	1,257	308,2	0,533
8	2,266	18,88	0,642	44,55	0,182	105,1	28,25	3,390	99,8	1,436	352,3	0,609
9	2,549	21,24	0,722	50,12	0,204	118,3	31,78	3,814	112,2	1,616	396,3	0,685
S.-Weim.												
1	0,282	2,350	0,0795	5,5217	0,0224	12,975	3,546	0,426	12,577	0,181	44,602	0,077
Württemberg.												
1	0,286	2,86	0,082	8,21	0,024	23,5	3,49	0,349	12,2	0,122	42,5	0,043
2	0,573	5,73	0,164	16,42	0,047	47,0	6,98	0,698	24,4	0,244	85,1	0,085
3	0,859	8,59	0,246	24,62	0,071	70,5	10,47	1,047	36,6	0,366	127,6	0,128
4	1,146	11,46	0,328	32,83	0,094	94,1	13,96	1,396	48,7	0,487	170,1	0,170
5	1,432	14,32	0,410	41,04	0,118	117,6	17,45	1,745	60,9	0,609	212,6	0,213
6	1,719	17,19	0,492	49,25	0,141	141,1	20,94	2,094	73,1	0,731	255,2	0,255
7	2,005	20,05	0,575	57,45	0,165	164,6	24,43	2,443	85,3	0,853	297,7	0,298
8	2,292	22,92	0,657	65,66	0,188	188,1	27,92	2,792	97,5	0,975	340,2	0,340
9	2,578	25,78	0,739	73,87	0,212	211,6	31,41	3,141	109,7	1,097	382,7	0,383
Oesterreich.												
1	0,316	2,63	0,100	6,94	0,032	18,3	3,16	0,380	10,01	0,144	31,7	0,055
2	0,632	5,27	0,200	13,88	0,063	36,5	6,33	0,759	20,02	0,288	63,3	0,109
3	0,948	7,90	0,300	20,81	0,095	54,8	9,49	1,139	30,03	0,432	95,0	0,164
4	1,264	10,54	0,400	27,75	0,126	73,1	12,65	1,519	40,04	0,577	126,7	0,219
5	1,580	13,17	0,500	34,69	0,158	91,4	15,82	1,898	50,05	0,721	158,3	0,274
6	1,896	15,80	0,599	41,63	0,189	109,6	18,98	2,278	60,06	0,865	190,0	0,328
7	2,213	18,44	0,699	48,57	0,221	127,9	22,15	2,658	70,07	1,009	221,7	0,383
8	2,529	21,07	0,799	55,50	0,253	146,2	25,31	3,037	80,08	1,153	253,3	0,438
9	2,845	23,71	0,899	62,44	0,284	164,5	28,47	3,417	90,09	1,297	285,0	0,492

	Fuss = Met.	Zoll = Cm.	□′ = □m	□″ in □cm	Cb.′ = cbm	Cb.″ = cbcm	Met. = Fuss.	Cm. = Zoll.	□m in □′	□cm in □″	cbm = Cb.′	cbcm = Cb.″
England. 1	0,305	2,54	0,093	6,45	0,028	16,4	3,28	0,394	10,76	0,155	35,3	0,061
2	0,610	5,08	0,186	12,90	0,057	32,8	6,56	0,787	21,53	0,310	70,6	0,122
3	0,914	7,62	0,279	19,35	0,085	49,2	9,84	1,181	32,29	0,465	105,9	0,183
4	1,219	10,16	0,372	25,81	0,113	65,5	13,12	1,575	43,06	0,620	141,3	0,244
5	1,524	12,70	0,464	32,26	0,142	81,9	16,40	1,969	53,82	0,775	176,6	0,305
6	1,829	15,24	0,557	38,71	0,170	98,3	19,69	2,362	64,59	0,930	211,9	0,366
7	2,134	17,78	0,650	45,16	0,198	114,7	22,97	2,756	75,35	1,085	247,2	0,427
8	2,438	20,32	0,743	51,61	0,227	131,1	26,25	3,150	86,11	1,240	282,5	0,488
9	2,743	22,86	0,836	58,06	0,255	147,5	29,53	3,543	96,88	1,395	317,8	0,549
Paris. Schweden. 1	0,297	2,474	0,0882	6,1215	0,0262	15,146	3,368	0,404	11,344	0,163	38,209	0,066
1	0,325	2,707	0,1055	7,3278	0,0343	19,836	3,078	0,369	9,477	0,136	29,174	0,050

Anmerkung. Von den angeführten Maassen sind in den betreffenden Ländern nur noch das Englische und Schwedische im Gebrauch, die andern durch das Metersystem ersetzt. In Dänemark und Norwegen gilt das bisherige Preussische Fussmaass, welches auch in Anhalt und neben dem Hamburgischen Maass in Mecklenburg und Schleswig-Holstein im Gebrauch war; letztere Herzogthümer besassen ausserdem mehre Lokalmaasse. Der Badische Fuss (0,3 m), welcher auch in Nassau eingeführt war, gilt noch in der Schweiz, der Englische Fuss in Russland und Nordamerika.

7. Hohlmaasse.

Länder.	1 Cb.Fuss = Liter	1 Hektol. = CbFuss	Getreide-Maass	= Liter	1 Hektol. =
Baden . . .	27,00000	3,703704	Malter . .	150,00	0,6667
Bayern . . .	24,86108	4,022351	Scheffel . .	222,36	0,4497
Braunschweig	23,23754	4,303382	Himten . .	31,15	3,2108
Hannover . .	24,92131	4,012630	« . .	31,15	3,2101
Hessen-Darmst.	15,62500	6,400000	Malter . .	128,00	0,7813
Kurhessen . .	23,81306	4,199376	Viertel . .	160,74	0,6221
Preussen . .	30,91580	3,234590	Scheffel . .	55,00	1,8194
Sachsen . . .	22,71087	4,403178	« . .	105,14	0,9511
Württemberg.	23,51417	4,252754	« . .	177,23	0,5643
Oesterreich .	31,57867	3,166695	Metzen . .	61,49	1,6264
England . . .	28,31531	3,531658	Bushel . .	36,35	2,7512
Russland .	28,31531	3,531658	Tschetwerik	26,24	3,8113

Länder.	Gr. Flüssigkeitsmaasse	= Liter.	1 hl =	Kl. Flüssigkeitsmaasse	= Liter.	1 hl =
Baden . . .	Ohm	150,00	0,66667	Maass	1,5000	66,67
Bayern . . .	Eimer	64,14	1,55905	«	1,0690	93,54
Braunschweig	Ohm	149,90	0,66713	Quartier	0,9368	106,77
Hannover . .	«	155,76	0,64202	«	0,9735	102,72
Hessen-Darmst	«	160,00	0,62500	Maass	2,0000	50,00
Kurhessen . .	Wein-Ohm	155,96	0,64118	«	1,9500	51,29
Preussen . .	Ohm	137,40	0,72778	Quart	1,1450	87,33
Sachsen . . .	Eimer	67,36	1,4845	Kanne	0,9356	106,88
Württemberg.	« Hll.	293,93	0,34022	Maass Hll.	1,8370	54,44
Oesterreich .	Eimer	56,59	1,76713	Maass	1,4150	70,69
England . . .	Gallon	4,54	22,01000	Quart	1,1359	88,04
Russland . .	Ahm.	147,59	0,67756	Kruschky	1,2299	81,31

8. Gewichte.	Centner in Zoll-Centner	Zoll-Centner in Centner	Pfund in Kilogramm	Kilogramm in Pfund
England	1,0160	0,9842	0,4535927	2,204621
Oesterreich . . .	1,1200	0,8928	0,560060	1,785523
Russland (Pud) .	0,3276	3,0525	0,4095116	2,441933
Schweden	1,0202	0,9802	0,4250847	2,352472

9. Belastungen, resp. Gewichte.	1 Pfund pro = Kilogramm pro				1 Kilogramm pro = Pfund pro			
	Fuss m	□Fss. □m	□Zll. □cm	Cub.“ cbcm	m Fuss	□m □Fss.	□cm □Zll.	cbcm Cub.“
Baden	1,667	5,556	0,0556	0,0185	0,6000	0,1800	18,00	54,0
Bayern	1,713	5,870	0,0845	0,0348	0,5837	0,1704	11,83	28,8
Braunschweig . . .	1,752	6,140	0,0884	0,0372	0,5707	0,1629	11,31	26,9
Hannover	1,712	5,860	0,0844	0,0347	0,5842	0,1706	11,85	28,8
Hessen-Darmstadt .	2,000	8,000	0,0800	0,0320	0,5000	0,1250	12,50	31,3
Kurhessen	1,738	6,041	0,0870	0,0363	0,5754	0,1655	11,50	27,6
Preussen	1,593	5,076	0,0731	0,0280	0,6277	0,1970	13,68	35,8
Sachsen	1,766	6,235	0,0898	0,0380	0,5664	0,1604	11,14	26,3
Württemberg . . .	1,745	6,092	0,0609	0,0213	0,5730	0,1642	16,42	47,0
Oesterreich	1,772	5,606	0,0807	0,0306	0,5644	0,1784	12,39	32,6
England	1,488	4,883	0,0703	0,0277	0,6720	0,2048	14,22	36,1
Russland	1,344	4,408	0,0635	0,0250	0,7443	0,2269	15,75	40,0

C. Aeltere preussische Maasse und Gewichte.

1 Fuss (′) = 12 Zoll (″) à 12 Linien (‴) = 139,13 alte par. Linien = 0,31385350 m.
1 Elle = 25½ Zoll (c. ⅔ Meter), 1 Lachter = 80 Zoll (= 2,0924 Meter).
1 Ruthe (⁰) = 12 Fuss = 10 Decimal- (Feld-) Fuss = 100 Decimalzoll.
1 Meile = 2000 Ruthen = 24,000 Fuss. 1 Morgen = 180 □Ruthen.
1 Schachtruthe = 144 Cubikfuss, 1 Klafter = 108 Cubikfuss.
1 Haufen Holz = 4½ Klafter, 1 Haufen Torf = 3 Klafter.
1 Oxhoft = 1½ Ohm = 3 Eimer = 6 Anker à 30 Quart (à 64 Cub.-Zll.)
1 Scheffel = 16 Metzen à 3 Quart = 17/9 Cubikfuss.
1 Tonne (Kalkmss.) = 4 Schfl., 1 Wispel = 24 Schfl., 1 Last = 60 Schfl.
1 Pfund = 30 Loth à 10 Quentchen à 10 Cent à 10 Korn = 500 Gramm. 1 Centner = 100 Pfd., 1 Schiffslast = 40 Centner.

D. Aeltere österreichische Maasse und Gewichte.

1 Wiener Fuss = 12 Zoll à 12 Linien = 0,316081 Meter.
1 Ingen.-Ruthe = 10 Fuss, 1 Klafter = 6 Fuss, 1 Wiener Elle = 2,465 W. Fuss.
1 Meile = 4000 Klafter = 24000 W. Fuss.
1 Joch = 1600 Quadratklafter. 1 Schachtruthe = 100 Cubikfuss.
1 W. Metzen = 16 Maassel = 61,48682 Liter. 1 Maass = 1,414724 Liter.
1 Wein- (u. Branntw.-) Eimer = 41 Maass, 1 Bier-Eimer = 42½ M.
1 Wiener Pfund = 32 Loth = 560,06 Gramm, 1 Centner = 100 Pfund.

E. Englische Maasse und Gewichte.

1 Fuss = 12 Zoll = 0,3047945 m, 1 Yard = 3 Fuss, 1 Ruthe = 5½ Yard.
1 Meile = 8 Furlongs = 320 Ruthen = 1760 Yards = 5280 Fuss.
1 Acre = 160 Quadratruthen.
1 Imperial-Gallon = 4 Quarts = 277,274 Cubikzoll = 4,54346 Liter.
1 Quarter = 8 Bushels = 64 Gallons.
1 Pfund (avoir du poids) = 16 Unzen = 453,5927 Gramm.
1 Centner = 112 Pfund, 1 Tonne = 20 Centner.

III. Gewichtstabellen für Walzeisen.

A. Band- und Flacheisen.

(d Stärke, b Breite in Millimetern.)

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
b	Gewicht in Kilogrammen pro laufenden Meter.																
24	0,19	0,37	0,56	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49	1,68	1,87	2,05	2,24	2,43	2,61	2,80	2,99	3,17
26	0,20	0,41	0,61	0,81	1,01	1,21	1,42	1,62	1,82	2,02	2,23	2,43	2,63	2,83	3,03	3,24	3,44
28	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31	1,53	1,74	1,96	2,18	2,40	2,61	2,83	3,05	3,27	3,49	3,70
30	0,23	0,47	0,70	0,93	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33	2,57	2,80	3,03	3,27	3,50	3,73	3,97
32	0,24	0,50	0,75	1,01	1,25	1,49	1,74	1,99	2,24	2,49	2,74	2,99	3,24	3,49	3,73	3,98	4,23
34	0,27	0,53	0,79	1,06	1,32	1,59	1,85	2,12	2,38	2,65	2,91	3,17	3,44	3,70	3,97	4,23	4,50
36	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,08	3,36	3,64	3,92	4,20	4,48	4,76
38	0,30	0,59	0,89	1,18	1,48	1,77	2,07	2,37	2,66	2,96	3,25	3,55	3,84	4,14	4,44	4,73	5,03
40	0,31	0,62	0,93	1,24	1,56	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	3,42	3,73	4,05	4,36	4,67	4,98	5,29
42	0,33	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,29	2,61	2,94	3,27	3,59	3,92	4,25	4,58	4,90	5,23	5,56
44	0,34	0,69	1,03	1,37	1,71	2,05	2,40	2,74	3,08	3,42	3,77	4,11	4,45	4,79	5,14	5,48	5,82
46	0,36	0,72	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,86	3,22	3,58	3,94	4,30	4,65	5,01	5,37	5,73	6,08
48	0,37	0,75	1,12	1,49	1,87	2,24	2,61	2,99	3,36	3,73	4,11	4,48	4,86	5,23	5,60	5,98	6,35
50	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,33	2,72	3,11	3,50	3,89	4,28	4,67	5,06	5,45	5,84	6,22	6,61
52	0,41	0,81	1,21	1,62	2,02	2,43	2,83	3,24	3,64	4,05	4,45	4,86	5,26	5,66	6,07	6,47	6,88
54	0,42	0,84	1,26	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	4,62	5,04	5,46	5,88	6,30	6,72	7,14
56	0,44	0,87	1,31	1,74	2,18	2,61	3,05	3,49	3,92	4,36	4,79	5,23	5,66	6,10	6,54	6,97	7,41
58	0,45	0,90	1,35	1,81	2,26	2,71	3,16	3,61	4,06	4,51	4,96	5,42	5,87	6,32	6,77	7,22	7,67
60	0,47	0,93	1,40	1,87	2,33	2,80	3,27	3,73	4,20	4,67	5,14	5,60	6,07	6,54	7,00	7,47	7,94
62	0,48	0,97	1,45	1,93	2,41	2,89	3,38	3,86	4,34	4,82	5,31	5,79	6,27	6,75	7,24	7,72	8,20
64	0,50	1,00	1,49	1,99	2,49	2,99	3,49	3,98	4,48	4,98	5,48	5,98	6,47	6,97	7,47	7,97	8,47
66	0,51	1,03	1,54	2,05	2,57	3,08	3,59	4,11	4,62	5,14	5,65	6,16	6,68	7,19	7,70	8,22	8,73
68	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,17	3,70	4,23	4,76	5,29	5,82	6,35	6,88	7,41	7,94	8,47	8,90
70	0,55	1,09	1,63	2,18	2,72	3,27	3,81	4,36	4,90	5,45	5,99	6,54	7,08	7,62	8,17	8,71	9,26
72	0,56	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36	3,92	4,48	5,04	5,60	6,16	6,72	7,28	7,84	8,40	8,96	9,52
74	0,58	1,15	1,73	2,30	2,88	3,45	4,03	4,61	5,18	5,76	6,33	6,91	7,48	8,06	8,64	9,21	9,79
75	0,58	1,16	1,75	2,33	2,92	3,50	4,09	4,67	5,25	5,84	6,42	7,01	7,59	8,18	8,76	9,34	9,93
80	—	—	—	2,50	3,12	3,74	4,37	4,99	5,62	6,24	6,86	7,49	8,11	8,74	9,36	9,98	10,60
85	—	—	—	2,65	3,32	3,98	4,64	5,30	5,97	6,63	7,29	7,96	8,62	9,28	9,95	10,61	11,27
90	—	—	—	2,81	3,51	4,21	4,91	5,62	6,32	7,02	7,72	8,42	9,13	9,83	10,53	11,23	11,94
95	—	—	—	2,96	3,71	4,45	5,19	5,93	6,67	7,41	8,15	8,89	9,63	10,37	11,12	11,86	12,60
100	—	—	—	3,12	3,90	4,68	5,46	6,24	7,02	7,80	8,58	9,36	10,14	10,92	11,70	12,48	13,26
105	—	—	—	3,28	4,10	4,91	5,73	6,55	7,37	8,19	9,01	9,83	10,65	11,47	12,29	13,10	13,92
110	—	—	—	3,43	4,29	5,15	6,01	6,86	7,72	8,58	9,44	10,30	11,15	12,01	12,87	13,73	14,58
115	—	—	—	3,59	4,49	5,38	6,28	7,18	8,07	8,97	9,87	10,76	11,66	12,56	13,46	14,35	15,25
120	—	—	—	3,74	4,68	5,62	6,55	7,49	8,42	9,36	10,30	11,23	12,17	13,10	14,04	14,98	15,92
125	—	—	—	3,90	4,88	5,85	6,83	7,80	8,78	9,75	10,73	11,70	12,68	13,65	14,63	15,60	16,58
150	—	—	—	4,68	5,85	7,02	8,19	9,36	10,53	11,70	12,87	14,04	15,21	16,38	17,55	18,72	19,89
200	—	—	—	6,24	7,80	9,36	10,92	12,48	14,04	15,60	17,16	18,72	20,28	21,84	23,40	24,96	26,52

B. Quadrat- und Rundeisen.

(Gewicht pro laufenden Meter in Kilogrammen.)

Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.
5	0,195	0,153	24	4,481	3,520	43	14,39	11,30	110	93,14	73,94
6	0,280	0,220	25	4,863	3,819	44	14,90	11,83	115	102,9	80,81
7	0,381	0,299	26	5,259	4,131	45	15,75	12,37	120	112,0	88,00
8	0,498	0,391	27	5,672	4,455	46	16,46	12,93	125	121,6	95,48
9	0,630	0,495	28	6,100	4,791	47	17,19	13,50	130	131,5	103,3

Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.	Stärke resp. Durchm. Millimeter.	Quadrateisen.	Rundeisen.
10	0,778	0,611	29	6,543	5,139	48	17,93	14,08	135	141,8	111,4
11	0,931	0,739	30	7,002	5,499	49	18,68	14,67	140	152,5	119,8
12	1,120	0,880	31	7,477	5,872	50	19,45	15,28	145	163,6	128,5
13	1,315	1,033	32	7,967	6,257	55	23,28	18,48	150	175,1	137,5
14	1,525	1,198	33	8,382	6,654	60	28,01	22,00	155	186,9	146,8
15	1,751	1,375	34	8,994	7,064	65	32,87	25,82	160	199,2	156,4
16	1,992	1,564	35	9,531	7,485	70	38,12	29,94	165	209,6	166,4
17	2,248	1,766	36	10,08	7,919	75	43,76	34,37	170	224,8	176,6
18	2,521	1,980	37	10,65	8,365	80	49,79	39,11	175	238,3	187,1
19	2,809	2,206	38	11,23	8,823	85	56,21	44,15	180	252,1	198,0
20	3,112	2,444	39	11,83	9,294	90	63,02	49,49	185	266,3	209,1
21	3,422	2,695	40	12,45	9,776	95	70,21	55,15	190	280,9	220,6
22	3,726	2,957	41	13,08	10,27	100	77,80	61,10	195	295,9	232,3
23	4,116	3,232	42	13,69	10,78	105	85,55	67,37	200	311,2	244,4

C. Gleichschenkeliges Winkeleisen.

(Vom Hörder Bergwerks- und Hütten-Verein in Hörde.)

Schenkelbreite in Millimeter.	Schenkelstärke in Millimeter.	Flächeninhalt in □Centimet.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met. in Kilogr.	Schenkelbreite in Millimeter.	Schenkelstärke in Millimeter.	Flächeninhalt in □Centimet.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met. in Kilogr.
26	4	2	0,7	1,6	79	10	14	15	11,2
26	7	3	1,1	2,4	79	13	19	19	14,7
33	5	3	1,3	2,4	79	16	23	23	17,9
33	7	4	1,6	3,2	85	13	21	23	15,9
39	5	4	1,8	2,8	85	16	25	27	19,5
39	7	5	2,3	4	85	20	29	32	23,1
43	7	6	2,9	4,4	92	13	23	27	17,5
46	7	6	3,4	4,4	92	16	27	32	21,1
46	8	7	4,1	5,6	92	20	32	38	24,7
52	7	6	4,5	5,2	98	13	24	30	19,1
52	8	8	5,4	6,4	98	16	29	38	22,7
52	10	9	6	7,2	98	20	34	43	26,3
59	8	9	7	7,2	105	13	26	36	19,9
59	10	11	8	8,4	105	16	32	43	24,7
59	13	14	10	10,8	105	20	37	50	28,7
65	8	10	9	8	131	13	33	57	25,5
65	10	12	10	9,2	131	16	40	70	31,9
65	13	15	13	12	131	20	48	81	37,4
72	10	13	13	10,4	157	13	40	82	31,1
72	13	17	16	13,5	157	16	49	102	38,2
72	16	21	19	16,3	157	20	57,5	120	44,6
75	10	14	13	11					

Ist a der Preis pro 100 kg bis zu 80^{mm} Schenkelbreite, so erhöht sich dieser Preis um 1 Mk bei 81—100^{mm} Schenkelbreite, und um 1 Mk 50 Pf bei 100—120^{mm} Breite.

D. Ungleichschenkelige Winkeleisen.

Schenkelbreite in Millimeter.	Schenkelstärke in Millimeter.	Flächeninhalt in □Centimet.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met. in Kilogr.
39×59	4	4	4	3,2
39×79	10	10	13	8
52×65	15	16	14	12,3
52×82	11	13	12,9	10,4
72×79	13	19	19	14,3
79×98	10	16	23	12,7
79×150	13	23	34	17,5

Vom Hörder Bergwerks- und Hütten-Verein in Hörde.

Schenkelbreite in Millimeter.	Schenkelstärke in Millimeter.	Gewicht pr. lf. Met. in Kilogr.
26×39	3	1,6
26×39	6,5	3,2
39×52	5	3,65
39×52	10	6,75
39×65	5	4,15
39×65	11,5	8,75
46×72	6	4,8
46×72	13	10,75

V. d. Gut. Hoffnungshütte i. Oberhausen.

Schenkelbreite in Millimeter.	Schenkelstärke in Millimeter.	Gewicht pr. lf. Met. in Kilogr.
79×105	8	11,15
79×105	14,5	19,9
79×131	10	17,5
79×131	16	25,5
79×157	8,5	15,5
79×157	16	27,9
105×131	10	17,5
105×131	20	33,5

Ist a der Grundpreis bis zu 110^{mm} grösster Schenkellänge, so erhöht sich derselbe bei einer grössten Schenkellänge von 120—200^{mm} und von 200—300^{mm} je um 50 Pf. pro 100 Kg.

E. T-Eisen.

Die Maasse sind in Millimet., die Gewichte in kg, die Widerstandsmomente in Centimet. angegeben.

Flantschbreite.	Flantschdicke.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.	Flantschbreite.	Flantschdicke.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.
50	6	59	6,5	5,5	5	80	9,5	75	8,5	12,6	10,25
52	6,5	56	7,75	5,7	5,75	91,5	9,5	85	9,5	18,0	12,25
49	8	67	8	8,6	6,75	122,5	9	74	11	13,1	14,25
75	8	65	7	7,5	7,75	100	11	100	10,5	20,1	15,75
52	9	81	7,75	11,9	8,25	118	11	88	11	20,4	16,75
55	10	76	10	13,1	9,5	96	12	115	12	38,1	18,75
51,5	10,5	91	9,75	18,8	10,25	123	16	86	13	24,0	22,25
115	12,5	125	13,5	45,8	23	144	20	98	16,5	40,1	32,25
125,5	16	84	14,5	25,3	23	140	22	115	17,5	58,0	36,50
144	15	75	16	22,6	24,25	134,5	21,5	106	18,5	48,7	37,25
131	15	80	20	27,1	26,25	137	18	160	17	102,0	38,50
137	15,5	86	25,5	43,7	30,5	148	23	103	22,5	60,9	40,25
200	13	103	16	44,7	31	205	18	93	23	48,8	41,75
125	16	150	15	84,0	31,25	155	23,5	107	22	61,1	42,50
208	15	113	17	58,1	37	216	18	124	18	66,2	44,00
142	20	90	17,5	35,4	31,5	207	21	98	23	55,7	47,25

Bei Stücken über 200^{mm} Flantschbreite tritt ein Zuschlag von 1 Mk. pro 100 kg ein; ferner bei Stücken über 8^{m} und bis 10^{m} Länge ausserdem von 1 Mk 50 Pf, bei 10—12^{m} Länge von 3 Mk pro 100 kg.

F. ⊏-förmig gewalzte Träger.

Die Maasse sind in Millimet., die Gewichte in kg, die Widerstandsmomente in Centimet. angegeben.

Flantschbreite.	Flantschdicke am Steg.	Flantschdicke am Ende.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.	Flantschbreite.	Flantschdicke am Steg.	Flantschdicke am Ende.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.
15	8	8	56	5	5,9	3,5	70	13	11	235	10	244	29,25
30	7	5,5	75	7	16,3	6,5	82	18	13	142	13	165	31,25
35	7	5,5	74	8	17,8	7,25	75	15	12	233	10,5	268	32,25
40	9	6	75	9	22,7	9	85	16	11	235	10	311	34,25
45	9	6	74	10	25,4	10	90	17	12	233	10,5	335	37
25	9	6	136	8	40,2	10,5	78	19	16	196	13	268	37,5

Flantschbreite.	Flantschdicke am Steg.	Flantschdicke am Ende.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.	Flantschbreite.	Flantschdicke am Steg.	Flantschdicke am Ende.	Ganze Trägerhöhe	Stegdicke.	Widerstandsmoment.	Gewicht pr. lf. Met.
58	11,5	9	153	7	95,5	16,5	91	15	10	262	13	382	41,5
63	12,5	10	151	8	109,1	19	82	21	17,5	194	14	293	41,5
72	13	10	176	10	167	24,25	96	16	10	260	14	414	45,5
78	15	11,5	144	12	144	26,75	98	18,5	12	300	12	596	48,5
78	15	10,5	174	11	188	27,75	104	20	13	298	13	590	53,0

Bemerkung. Die Stäbe sub C–F sind auf den Werken gewöhnlich in Längen von 4–8 m, welche nach je 0,2 m abgestuft sind, auf Lager. Bei Bestellungen auf genaues Maass tritt ein Preisaufschlag von 1 Mk. bis 1 Mk. 20 Pf. pro 100 kg ein.

G. I-förmig gewalzte Träger

nebst Angabe des Gewichts und Widerstandsmoments.

Es bezeichnet G das Gewicht pro lfd. Meter in kg, W das Widerstandsmoment in Centimet. als Einheit, h die ganze Trägerhöhe, d die Stegstärke, b die Flantschbreite und t die Flantschstärke in Millimet., ferner R. E. das Werk Rothe Erde bei Aachen, H. B. den Hörder Bergwerks- und Hüttenverein bei Dortmund, Wl. die Wendel'schen Eisenwerke bei Hayange, B. W. die Borsigwerke bei Gleiwitz in Oberschlesien, B. H. die Burbacher Hütte bei Saarbrücken, L. E. die Lothringer Eisenwerke in Ars sur Moselle bei Metz, G. H. die Gute Hoffnungshütte in Oberhausen, Ph. Phönix, Eschweiler Aue bei Aachen.

G	W	h	d	b	t	Werk.	G	W	h	d	b	t	Werk.
6,4	21,1	80	4	40	7	R. E.	17,7	89,1	123,5	7,5	74,5	10	B. H.
7,2	21,9	79	6	52,5	4,8	H. B.	17,8	110,1	150	6,5	75	9,5	R. E.
8,5	33,9	100	4,2	43	7,7	Wl.	18	118,6	180	6,5	55	10,4	Wl.
8,6	28,1	78,5	5	52,5	7,5	R. E.	18,1	91,7	124	8	82	9	L. E.
8,75	26,7	79	7	57,5	5,6	H. B.	18,2	116,4	150	6,5	80	9	Ph.
8,8	36,8	100	4,5	50	7,5	R. E.	19	117,7	150	7	80	9,5	B. W.
8,8	35,6	100	5	50	7	B. W.	19	117,7	150	7	80	8,5	G. H.
8,8	35,6	100	5	50	7	B. H.	19	96	131	8,5	85	8	H. B.
9,4	30,4	80	6	54,5	7,5	L. E.	19	117,7	150	7	80	9,5	B. H.
9,6	28	78	5	55	7	G. H.	19,6	121,8	150	7	80	10	L. E.
9,7	38,2	98,5	5,5	49,5	8	B. W.	20,1	121,5	148	7,5	79	10,25	B. H.
9,7	38,2	98,5	5,5	49,5	8	B. H.	20,2	122,4	149,5	7,5	73	11,3	R. E.
10,2	48,9	125	5	42	10	Ph.	20,4	124,1	148	7,5	81	10,25	B. W
10,5	48,4	120	4,7	45	8,6	Wl.	20,7	96,7	116,5	9,5	86	10	H. B.
10,7	42,1	100	6	49	9	L. E.	21	152	200	7	60	10,5	Wl.
10,8	55,7	127	5	55	7,5	R. E.	21,1	148,5	177	7,5	80	9,5	R. E.
11	33,5	77	6,5	59	8	G. H.	22	132,6	148,5	8	83	11	G. H.
11,5	48,9	100	4,2	60	8,9	Wl.	22,1	151,1	176	6,5	85	10	Ph.
12	45,6	104	6,5	59	8	G. H.	22,4	161,4	177	7,5	85	10	R. E.
12	34,5	77	10	65	7	H. B.	22,7	139,5	149	8	86	11	L. E.
12,5	47,0	97	7	53	10	B. W.	22,8	156,6	176	8,5	83,75	9,5	B. H.
12,5	47,0	97	7	53	10	B. H.	23	119	131	10,5	96	9,25	H. B.
12,5	66,3	140	5,2	48	9	Wl.	23,1	135,2	146	9	84	11	B. W.
13,3	69,3	125	5,5	65	8,5	R. E.	23,3	162,7	175	8	80	11	L. E.
13,9	63	123	8	45	11,5	Ph.	23,5	156,8	167	8,5	91,5	9	G. H.
14,5	76,2	125	6	75	8	B. H.	23,8	172,4	175	7,5	90	10,5	R. E.
14,5	77,7	125	6	75	8	Wl.	23,9	166	180	8,75	80,5	10,3	H. B.
14,6	76,1	125	6	75	6	G. H.	24	175	180	8	90	10	B. W.
15	86,2	160	6	50	9,1	Wl.	24	199,2	202	7	90	10	R. E.
15	82,6	125	6	75	9	L. E.	24	166,9	175	8,5	91,5	10	G. H.
15,1	73,6	116	6,5	79	8	H. B.	24	168,2	176	8,5	91,5	9,5	B. H.
15,3	78,1	124	6,3	63	10,5	R. E.	24,3	179,2	182	8	91	10	B. W.
15,4	94,6	152	6	65	9	R. E.	24,5	192	220	7,5	65	10,7	Wl.
17,25	87,7	123,5	7	78	9	G. H.	25,4	174,9	174	9	86	11	L. E.
17,3	60,5	95	10	59	13	B. W.	26	213,0	202	7,8	90	10,7	R. E.

G	W	h	d	b	t	Werk.
26,3	183,4	174	9	91	11	B. H.
26,3	175,8	176	10	91	10	G. H.
26,8	193,4	181	9	91	11	B. W.
26,9	194,6	180	9	96	10,5	B. W.
27	185,1	173,5	9,5	95	11	G. H.
27,6	245	235	8,5	91,5	9,25	B. H.
27,9	226	202	8,4	90	11,5	R. E.
28	251	235	7,5	90	11	Ph.
28,3	234	200	8	100	11	L. E.
28,7	259	235	8,5	88,5	10,5	R. E.
29,5	239	200	9	100	11	G. H.
30,1	216	181	10	92	12,5	B. W.
30	236	200	7	90	12	Wl.
30,7	278	236	9	88	11,5	B. H.
30,9	273	235	9,5	92	10,5	L. E.
31,5	221	179	11	101	11,5	B. W.
31,8	270	210	9	100	12	R. E.
31,9	231	184	10,5	96	12,5	H. B.
31,7	297	235	8,5	94,5	12	B. H.
32	257	198	9,5	101	13	Ph.
32,6	310	235	8,5	88	13	Ph.
32,7	307	235	8,5	87	14	B. H.
33	301	235	10	90	12,4	Wl.
33,1	283	235	9	91	12	G. H.
33,3	295	235	10	90	12	R. E.
33,9	301	234	10	90	12,5	B. W.
34,4	311	235	10	96	12	B. H.
34,5	290	200	9	110	13	L. E.
35	308	238	11	98	11	H. B.
35,5	324	233,5	10	96	13	G. H.
36	325	220	7,5	100	14,5	Wl.
36,7	340	232	10,5	99	14	Ph.
37,1	328	233,5	11	95	13	B. H.
37,5	362	265	11	97,5	11	H. B.
37,1	332	235	10	95	13	G. H.
38,3	393	262	9,5	96	14	B. H.
38,7	349	235	11	96	14	L. E.
38,7	389	261	10	97	13,5	R. E.
39,7	412	260	9,5	100	14,5	B. W.
39,5	361	235	13	98	13	G. H.
40,2	369	232	10,5	93,5	16	Ph.
40,2	403	261	10,5	100	13,5	L. E.
40,5	455	280	9	120	11,7	Wl.
42	421	262	11	98	14	Ph.
42	416	261	11	100	14	G. H.
42,4	416	262	11,5	98	14	B. H.
43,2	429	250	11	115	13,5	R. E.
43,4	429	250	11	115	13,5	B. H.
44,1	444	260	11	99,5	15,8	R. E.
44,5	453	260	11	106	15	B. W.
44,6	380	236	14,5	112	11,8	H. B.
45,3	436	260	12,5	97,75	15	B. H.
45,6	479	250	10	130	14	L. E.
46,7	426	230	13	108	17,5	Ph.
46,7	454	248	12	114	14,75	B. H.
47	466	259,5	12	105	15,5	G. H.
47,8	450	262	14	106,5	13	H. B.
48,1	467	260	13	101,5	15,8	R. E.
49	432	230	13	99	18	Ph.
49,4	529	250	10	140	14,75	B. H.
49,4	529	250	10	140	14,8	R. E.

G	W	h	d	b	t	Werk.
50,1	520	260	12	130	14	L. E.
51,1	553	249	11	138	15	L. E.
51,0	507	259	13	112	16	B. W.
51,5	583	300	10	140	12	Wl.
52,1	645	300	10	125	16	R. E.
52,5	650	300	10	123	17	Ph.
52,8	553	248,5	11	139	15,75	B. H.
54,5	493	230	14	112	20	G. H.
55	465	234	17,5	119	14,5	H. B.
56	554	257,5	13,5	112	19	G. H.
56,6	674	300	12	130	15,5	L. E.
56,3	667	300	12	125	16,5	G. H.
57,5	664	300	13	125	15,5	B. H.
58	532	260	17,5	116,5	14,5	H. B.
59,1	690	300	13	128	16	R. E.
59,6	579	257	15,5	120	17,5	B. W.
62,2	712	298	14	126	17	B. H.
63,5	760	299	13	138	17	L. E.
63,8	747	298,5	13,5	130	18	G. H.
64,2	768	300	13	130	18,5	B. W.
65,3	763	299	14	132	17,8	R. E.
65,5	812	297	12,5	129	22	Ph.
68,7	786	296	15	130	19	B. H.
68,7	971	350	12	140	18	R. E.
69,2	961	355	13	142	16,5	B. H.
69,7	892	318	13	136	19,5	B. W.
70	895	350	14	130	16	G. H.
71,7	907	320	14	138	19	L. E.
73	603	230	22,5	131	19	H. B.
74,1	934	316	14	135	21	B. W.
74,2	1012,2	350	14	142	18	R. E.
75	1035	353	14	144	18	B. H.
75,5	918	320	16	136	19	Wl.
77,5	1071	350	14	140	18	B. W.
77,5	1017	348	15,5	136	18	G. H.
78	716	255	22	131	20	H. B.
78,3	1112	348	13	145	20,9	R. E.
81,5	992	295	15	137	25	Ph.
82,3	1004	325	17	140	20	L. E.
82,8	1200	400	16	140	17	L. E.
82,8	1200	400	16	140	17	R. E.
82,8	1200	400	16	140	17	B. H.
82,5	1195	400	16	140	16,5	Wl
83,4	1115	348	16	144	20	B. W.
88	1266	398	17	139	18,5	B. H.
88	1266	398	17	139	18,5	L. W.
89,6	1351	400	16	150	19	B. W.
92,5	1218	346	18	144	22	G. H.
93,6	1368	398	17,5	145	19,8	R. E.
99,4	1466	396	18	150	21,25	B. H.
100	801	225	28,5	156	24	H. B.
100,4	1496	398	18	154	21	B. W.
101	1353	400	22	146	16,5	Wl.
103,2	1666	425	17	160	21	B. H.
106	1236	293	19,5	150	30	Ph.
112	1655	395	20	158	23,5	B. W.
113,8	1982	450	17	168	23	B. H.
128	1297	293	32	150	30	Ph.
130,8	2422	475	18	176	26	B. H.
134,3	2598	500	18	176	26	B. H.
149,9	2764	500	22	180	26	B. H.

Diese Träger werden gewöhnlich auf den Werken in Längen von 4—12^{m} und in Abstufungen von je 0,2^{m} auf Lager gehalten, über 10^{m} hinaus in solchen von 0,5^{m} zu 0,5^{m}. Auf Maass abgelängte Balken erfahren in der Regel einen Zuschlag von 50 Pf. pro 100 kg.

Ist 14 Mk. der Grundpreis für Träger bis zu 235^{mm} Höhe und bis zu 8^{m} Länge, so erhöht sich gewöhnlich der Preis pro 100 kg in Mk.

Bei Trägern	und einer Flantschbreite	8^{m}	bis 10^{m}	bis 12^{m}	bis 14^{m}	bis 18^{m} Länge.
bis zu 235^{mm} Höhe . . .	. . . . .	14	15	16	17	— Mk.
von 235—260^{mm} Höhe . .	von 125^{mm} . . .	16	17	18	19	20 «
« 235—300^{mm} « . .	« 125—146^{mm} . .	17	19	21	23	25 «
über 300^{mm} Höhe . . .	. . . . .	18	20	22	24	26 «

H. +-Eisen

(von der Burbacher Hütte).

Es bedeutet *h* die ganze Länge zweier Schenkel, *d* die mittlere Schenkelstärke, *G* das Gewicht für 1 lfd. Meter in Kilogrammen.

No.	*h*	*d*	*G*	No.	*h*	*d*	*G*
8	91	10,5	13,5	6	117	10,5	16,75
9	78	10,5	11,25	7	104	10,5	15
5	130	10,5	18,5				

IV. Gewichtstabellen für Metall-Platten.

A. Gerade Platten und Bleche.

1 Quadratmeter wiegt Kilogramm.

Dicke in Millimet.	Schmiedeeisen.	Gusseisen.	Gussstahl.	Kupfer.	Messing.	Zink.	Blei.
1	7,78	7,25	7,87	8,90	8,55	6,90	11,4
2	15,56	14,50	15,74	17,80	17,10	13,80	22,8
3	23,34	21,75	23,61	26,70	25,65	20,70	34,2
4	31,12	29,00	31,48	35,60	34,20	27,60	45,6
5	38,90	36,25	39,35	44,50	42,75	34,50	57,0
6	46,68	43,50	47,22	53,40	51,30	41,40	68,4
7	54,46	50,75	55,09	62,30	59,85	48,30	79,8
8	62,24	58,00	62,96	71,20	68,40	55,20	91,2
9	70,02	65,25	70,83	80,10	76,95	62,10	102,6
10	77,80	72,50	78,70	89,00	85,50	69,00	114,0
11	85,58	79,75	86,57	97,90	94,05	75,90	125,4
12	93,36	87,00	94,44	106,80	102,60	82,80	136,8
13	101,14	94,25	102,31	115,70	111,15	89,70	148,2
14	108,92	101,50	110,18	124,60	119,70	96,60	159,6
15	116,70	108,75	118,05	133,50	128,25	103,50	171,0
16	124,48	116,00	125,92	142,40	136,80	110,40	182,4
17	132,26	123,25	133,79	151,30	145,35	117,30	193,8
18	140,04	130,50	141,66	160,20	153,90	124,20	205,2
19	147,82	137,75	149,53	169,10	162,45	131,10	216,6
20	155,60	145,00	157,40	178,00	171,00	138,00	228,0

B. Wellenbleche.

(Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar.)

b Breite, *h* Höhe einer Welle, *d* die Dicke des Bleches in Millimetern, *B* und *L* Breite und Länge, bis zu welcher die Bleche geliefert werden in Metern, *G* das Gewicht pro Quadratmeter in Kilogrammen, *W* Widerstandsmoment bezogen auf Centimeter für 1^{m} Breite, Maximalspannung 750 Kilo pro qcm.

h	b	d	B	L	G	W	Freitrag. Länge in Met. 1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
							gleichf. verth. Belastg. in kg.				
45	150	2,0	1,05	3,0	18,5	19	1140	507	285	182	127
75	230	3,0	0,92	3,0	29	52	3120	1387	780	499	347
75	230	3,5	0,92	3,0	34	60	3600	1600	900	576	400
75	230	4,0	0,92	3,0	39	67	4020	1787	1005	643	447
75	230	4,5	0,92	3,0	44	73	4380	1947	1095	701	487
75	230	5,0	0,92	3,0	49	80	4800	2133	1200	768	533
75	230	5,5	0,92	3,0	54	86	5160	2293	1290	826	573
75	230	6,0	0,92	3,0	59	92	5520	2453	1380	883	613

Preis des Wellblechs ca. 290 Mk. pro 1000 kg incl. Montage.

C. Buckel-Platten

(von der Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar).

(L = Länge, B = Breite der Platte, b = Breite des geraden Randes, h = Pfeil des Buckels in Millim., G das Gewicht in kg.)

No.	B	L	b	h	G Gewicht pro Stück bei einer Blechstärke von 6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
1	1490	1490	78	130	104	112,5	21,5	130	139	147,5	156,5	165,5	173,5
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101
3	1098	1098	40	75	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94
4	1098	1098	78	78	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94
5	1000	1000	60	72	47	51	54,5	58,5	62,5	66,5	70,5	74	78
6	750	750	60	45	26,5	28,5	30,5	33	35	37	39,5	41,5	44
7	500	500	60	27	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
8	1630	1270	80	130	96,5	105	113	121,5	129,5	137,5	145,5	153,5	161,5
9	1100	770	55	80	39,5	43	46	49,5	53	56,5	59,5	63	76
10	1265	1265	80	100	75	81	87,5	94	100	106,5	112,5	118,5	124,5

Bezeichnet P die zulässige gleichförmig vertheilte Belastung von Buckelplatten von 0,9—1,0^{m} frei tragende Länge pro qm und G das Gewicht pro qm, d die Blechdicke.

d	G	P	d	G	P
2	14,8	560	5,0	38,6	3400
2,5	19,0	730	6,0	46,8	4900
3,0	23,2	1160	7,0	55,0	6300
4,0	31,0	2000	8,0	63,2	7700

Preis der Buckelplatten ca. 280 Mk pro 1000 kg incl. Montage.

Profilirte Bleche etc. von Jacob Hilgers s. Anzeigen in der Beilage.

V. Gewichtstabellen für Ketten und Drahtseile.

A. Hanfseile, Drahtseile, Ketten.

Dicke des Seils oder Ketteneisens in Millimeter.	Tragkraft in Kilogramm. Hanfseile.	Für runde Eisen-Drahtseile.	Ketten ohne Stege.
5	20	70	230
8	51	150	600
10	80	200	925
12	115	275	1350
15	180	400	2100
20	320	700	3700
25	500	1100	5800
30	600	1500	8300
35	800	—	11500
40	950	—	—
50	1300	—	—

Diese Tabelle gilt für bewegte Seile und Ketten; in ruhiger Inanspruchnahme verharrende Hanfseile können 1,8mal mehr tragen.

B. Kurzgliederige Schiffs- und Krahnenketten

(aus der Fabrik von Bechem & Keetmann in Duisburg a. Rh.).

Auswendige Länge der Glieder $= 4^1/_2$ mal der Ketteneisenstärke.
« Breite « « $= 3^1/_2$ « «

Ketteneisenstärke in Millimeter.	Zulässige Belastung in Kilogr.	Probirte Belastung in Kilogr.	Aeusserste Belastung in Kilogr.	Ungefähres Gewicht in Kilogr. pro Meter.	Ketteneisenstärke in Millimeter.	Zulässige Belastung in Kilogr.	Probirte Belastung in Kilogr.	Aeusserste Belastung in Kilogr.	Ungefähres Gewicht in Kilogr. pro Meter.
49	23750	47500	95000	60	21	4500	9000	18000	9,4
46	21000	42000	84000	50	20	3875	7750	15500	8,3
43	18000	36000	72000	38,5	18	3250	6500	13000	7
40	15500	31000	62000	31,5	16	2625	5250	10500	6,28
36	13125	26250	52500	27,5	15	2250	4500	9000	4,87
33	10750	21500	43000	23,5	13	1750	3500	7000	3,77
30	8750	17500	35000	19,6	11,5	1250	2500	5000	2,5
26	6875	13750	27500	15,7	10	1000	2000	4000	2
24,5	6125	12250	24500	14,13	8	625	1250	2500	1,57
23	5250	10500	21000	11	6,5	450	900	1800	0,94

C. Drahtseile aus gehämmertem Holzkohleneisen

(von Felten und Guilleaume in Köln).

d Durchmesser (resp. d Dicke, b Breite) des Seils, δ Durchmesser der Drähte in Millimetern, n Anzahl der Drähte, G Gewicht pr. lfd. Meter, G_1 Bruchbelastung in Kilogrammen.

Runde Seile					Flache Seile						Kabel-Seile				
d	n	δ	G	G_1	b	d	n	δ	G	G_1	d	n	δ	G	G_1
7	24	0,9	0,21	1200	40	8	144	0,9	1,07	3600	30	114	1,9	3,20	13000
8	36	0,9	0,32	1800	55	11	144	1,2	1,60	7200	33	133	1,9	4,00	15000
10	42	0,9	0,38	2100	65	13	120	1,5	2,66	13000	35	84	2,5	4,00	16800
11	36	1,2	0,48	2500	75	16	144	1,5	3,50	16000	40	114	2,5	5,90	23000
13	42	1,2	0,58	3000	90	16	168	1,5	4,10	18500	43	133	2,5	6,72	26000
15	36	1,5	0,75	4200	75	14	120	1,9	3,68	21000	45	234	1,7	6,90	24000
16	42	1,5	0,85	5000	80	17	144	1,9	4,25	25000	48	152	2,5	7,84	30000
18	36	1,9	1,07	6300	100	20	168	1,9	5,10	29000	50	294	1,9	9,00	34000
20	42	1,9	1,28	7400	110	20	196	1,9	5,84	34000	50	133	3,1	9,30	40000
22	49	1,9	1,53	8600	125	20	224	1,9	6,67	39000	60	234	2,3	11,50	39000
23	36	2,5	1,70	11000	135	22	256	1,9	8,00	45000	60	133	3,5	12,00	50000
25	42	2,5	2,13	12600	130	23	168	2,5	7,97	50000	65	294	2,3	13,90	50000
25	84	1,9	2,40	14700	150	23	196	2,5	9,30	58800	65	152	3,5	13,90	57000
28	42	2,7	2,40	14700	170	23	224	2,5	10,70	67000	72	294	2,5	16,00	58000
20	36	3,1	2,55	16200	175	28	256	2,5	14,50	77000	75	294	2,7	17,60	68000

VI. Gewichtstabellen für gusseiserne Röhren.

A. Röhren für Gas-, Wasser- und Dampfleitungen.

Es bezeichnen: d den inneren Durchmesser in Millimetern, L die Baulänge in Metern, g das Gewicht für Muffenrohre pro lfd. Meter in Kilogr., D den Durchmesser der Flantschen in Millimetern, a die Anzahl der Schrauben, G das Gewicht für Flantschenrohre pro lfd. Meter in Kilogrammen.

d	L	g	D	a	G	d	L	g	D	a	G
26,2	1,88	6,37	111	3 : 9,8	6,37	131	2,83	31,86	255	6 : 16,3	31,07
32,7	1,88	7,97	124	3 : 9,8	7,97	157	2,83	40,62	301	6 : 19,6	36,64
39,3	1,88	8,77	144	3 : 13,1	10,36	183	2,83	50,98	327	6 : 19,6	46,20
52	2,83	11,15	164	4 : 13,1	11,95	209	2,83	61,34	353	6 : 19,6	55,76
65,5	2,83	15,14	177	4 : 13,1	15,14	235	2,83	70,89	386	8 : 19,6	63,72
78	2,83	17,52	203	4 : 16,3	17,52	262	2,83	79,66	412	8 : 19,6	71,69
105	2,83	23,90	229	4 : 16,3	25,49	314	2,83	100,4	464	20 : 19,6	89,21

B. Glatte Röhren ohne Muffen und Flantschen.

Gewicht pro laufenden Meter in Kilogrammen.

Lichte Weite in Millim.	Wandstärke in Millimetern.							
	5	10	15	20	25	30	35	40
25	3,417	7,975	13,67	20,50	28,47	37,58	47,83	59,22
30	3,987	9,113	15,38	22,78	31,32	41,00	51,81	63,77
35	4,557	10,25	17,08	23,61	34,17	44,41	55,80	68,32
40	5,126	11,39	18,79	27,33	37,01	47,83	59,78	72,88
45	5,695	12,53	20,50	29,61	38,86	51,24	63,77	77,43
50	6,254	13,67	22,21	31,89	42,70	54,66	67,75	81,98
60	7,402	15,94	25,62	36,44	48,39	61,49	75,74	91,12
70	8,540	18,22	29,04	40,99	54,10	68,34	83,71	100,2
80	9,679	20,50	32,46	45,56	59,79	75,16	91,68	109,3
90	10,82	22,78	35,88	50,11	65,49	82,00	99,65	118,4
100	11,96	25,06	39,29	54,66	71,17	88,83	107,6	127,5
125	14,80	30,75	47,83	66,04	85,40	105,9	127,5	150,3
150	17,65	36,45	56,38	77,44	99,65	123,0	147,5	173,1
175	20,50	42,14	64,91	88,83	113,8	140,0	167,4	195,9
200	23,34	47,82	73,45	100,2	128,1	157,1	187,3	218,7
225	26,19	53,53	82,00	111,6	142,3	174,2	207,3	241,4
250	29,04	59,22	90,53	122,8	156,6	191,3	227,2	264,2
275	31,89	64,92	99,8	134,3	170,8	208,4	247,2	287,0
300	34,73	70,61	107,6	145,7	185,0	225,5	267,0	309,7
325	37,58	76,30	116,1	157,2	199,3	242,5	287,0	332,6
350	40,42	82,00	124,7	168,5	213,5	259,7	307,0	355,3
375	43,28	87,72	133,2	179,9	227,8	276,6	326,8	378,2
400	46,11	93,38	141,8	191,3	241,9	293,8	346,4	400,8

VII. Cubiktabelle für Rund- und Kanthölzer.

Es bedeutet: D den mittleren Durchmesser, U den mittleren Umfang eines Stammes, S die Seite des quadratischen und b/h (= 5/7 *) Breite und Höhe des rechteckigen Querschnitts eines Kantholzes, welches man aus einem Stamm mit dem kleinsten Durchmesser D bearbeiten kann in Centimetern, K_0, K_1 und K_2 die Cubikinhalte des Rundholzes, des Balkens mit quadratischem und des Balkens mit rechteckigem Querschnitt in Cubikmetern für eine Länge von 10^m.

D	U	S	b/h	K_0	K_1	K_2	D	U	S	b/h	K_0	K_1	K_2
10	31	7	5.8	0,079	0,0490	0,040	50	157	35	29.41	1,963	1,225	1,189
12	38	8	7.10	0,113	0,0640	0,070	52	163	37	30.42	2,124	1,369	1,260
14	44	10	8.11	0,154	0,1000	0,088	54	170	38	31.44	2,290	1,444	1,364
16	50	11	9.13	0,201	0,1210	0,117	56	176	40	32.46	2,463	1,600	1,472
18	56	13	10.15	0,254	0,1690	0,150	58	182	41	33.47	2,642	1,681	1,551
20	63	14	12.16	0,314	0,1960	0,192	60	188	42	35.49	2,827	1,764	1,715
22	69	16	13.18	0,380	0,2560	0,234	62	195	44	36.51	3,019	1,936	1,836
24	75	17	14.20	0,452	0,284	0,280	64	201	45	37.52	3,217	2,025	1,924
26	82	18	15.21	0,531	0,324	0,315	66	207	47	38.54	3,421	2,209	2,052
28	88	20	16.23	0,616	0,400	0,368	68	214	48	39.56	3,632	2,304	2,184
30	94	21	17.24	0,707	0,441	0,408	70	220	49	40.57	3,848	2,401	2,280
32	100	23	18.26	0,804	0,529	0,468	72	226	51	41.59	4,072	2,601	2,419
34	107	24	20.28	0,908	0,576	0,560	74	232	52	43.60	4,301	2,704	2,580
36	113	25	21.29	1,018	0,625	0,609	76	239	54	44.62	4,536	2,916	2,728
38	119	27	22.31	1,134	0,729	0,682	78	245	55	45.64	4,778	3,025	2,880
40	126	28	23.33	1,257	0,784	0,759	80	251	56	46.65	5,027	3,136	2,990
42	132	30	24.34	1,385	0,900	0,816	82	256	58	47.67	5,281	3,364	3,149
44	138	31	25.36	1,521	0,961	0,900	84	264	59	49.69	5,542	3,481	3,381
46	144	33	27.38	1,662	1,089	1,026	86	270	61	50.70	5,809	3,721	3,500
48	151	34	28.39	1,810	1,156	1,092	88	277	62	51.72	6,082	3,844	3,672

*) Eine bei Tragbalken gewöhnlich angenommene Verhältnisszahl.

VIII. Wärme.

Thermometerskalen.

n Grad Celsius = 32 + $^9/_5$ n Grad Fahrenheit = $^4/_5$ n Grad Réaumur.
n Grad Réaumur = 32 + $^9/_4$ n Grad Fahrenheit = $^5/_4$ n Grad Celsius.
n Grad Fahrenheit = $^5/_9$ (n — 32) Grad Celsius = $^4/_9$ (n — 32) Grad Réaumur.

1 Calorie (= 1 c) ist diejenige Wärmemenge, welche zur Erwärmung von 1 kg Wasser von 0^0 auf 1^0 Celsius erforderlich ist. Dieselbe entspricht nach Joule einer mechanischen Arbeit von 424 mkg.

Tabelle über die Längenausdehnung verschiedener Körper bei der Wärmezunahme von 0 bis 100 Grad C.

Benennung.	Längen-Ausdehn.	Benennung.	Längen-Ausdehn.	Benennung.	Längen-Ausdehn.
Blei	$^1/_{351}$	Messing . . .	$^1/_{535}$	Stahl, gehärtet	$^1/_{907}$
Glas	$^1/_{1160}$	Platin	$^1/_{1160}$	Zink	$^1/_{340}$
Gold	$^1/_{682}$	Silber	$^1/_{524}$	Zinn	$^1/_{516}$
Gusseisen . .	$^1/_{900}$	Stabeisen . . .	$^1/_{812}$	Quecksilber . .	$^1/_{166,5}$
Kupfer . . .	$^1/_{582}$	Stahl, ungehärtet	$^1/_{927}$	Wasser . . .	$^1/_{71,4}$

Die körperliche Ausdehnung von 0 bis 100 Grad C. beträgt für:
Quecksilber = $^1/_{55,5}$; Wasser = $^1/_{23,8}$; Luft = $^{11}/_{30}$.

Die Ausdehnung des Wassers ist bei verschiedenen Temperaturen sehr verschieden. Bei 4 Grad C. ist die Dichtigkeit desselben ein Maximum.

Tabelle über die specifische Wärme verschiedener Körper.

Benennung.	Specif. Wärme.	Benennung.	Specif. Wärme.	Benennung.	Specif. Wärme.
Alcohol, absol. .	0,7000	Luft 0^0 Celsius		Schmiedeeisen .	0,1138
Blei	0,0314	const. Druck .	0,2377	Silber	0,0570
Glas	0,1777	Kupfer	0,0952	Stahl	0,1185
Gusseisen . . .	0,1298	Marmor	0,2099	Zink	0,0956
Holz	0,6500	Messing	0,0939	Zinn	0,0565
Luft const. Vol.	0,1687	Quecksilber . .	0,0333	Wasser	1,000

Um einen Körper vom Gewicht G, der Temperatur 0^0 und der sog. specifischen Wärme w um t^0 zu erwärmen, sind angenähert G . t . w Calorien erforderlich. Die specifische Wärme wechselt mit der Körperdichte und der Temperatur.

Lineares Schwindmaass der Metalle.

Gusseisen	$^1/_{96}$
Messing	$^1/_{65}$
Glockenmetall	$^1/_{63}$
Kanonenmetall	$^1/_{134}$
Zink	$^1/_{62}$
Blei	$^1/_{92}$
Zinn	$^1/_{147}$

Die Schwindmaasse nach der Fläche bei Metallen sind doppelt und die nach dem Volumen dreimal so gross als nach der Seite.

In Walzwerken rechnet man pro Meter 12^{mm} Schwindung.

Schwinden des Holzes nach „Engineering“ in Procenten.

	I.	II.	III.
Buchen . . .	0,20	0,60	7,05
Eichen . . .	0,00	2,65	4,13
Eschen . . .	0,26	5,35	6,90
Linden . . .	0,10	5,73	7,17
Föhren . . .	0,00	2,49	2,87
Fichten . . .	0,00	2,08	2,62

I. In der Richtung der Fasern.
II. In der Richtung des Stammhalbmessers.
III. In der Richtung senkrecht auf die Ebene der Spiegel.

IX. Tabellen der spec. Gewichte.

A. Feste Körper.

Bezogen auf die Dichtigkeit des Wassers bei 4° Cels.

Aluminium	2,56
Antimon	6,72
Anthracit	1,3—1,7
Asphalt	1,07—1,16
Blei	11,35—11,37
Braunkohle	1,2—1,5
Bronze	8,3—8,6
Cokes	1,4
Eis	0,92
Erde:	
fette Garten-	1,6—2,0
lockere, mager	1,3
Lehm, fetter	1,6—2,1
« erhärt.	1,45—1,5
Sand, fein u. trocken	1,40—1,64
Sand, feucht	1,90—1,95
« grober und trocken	1,43
Kies, trock.	1,37—1,49
« feucht	1,85—2,0
Töpferthon	1,85—1,89
Thonerde, trock.	1,55
« nass	1,95
Feldspath	2,60
Glas, Fenster-	2,64
« Flint-	3,33
Glockenmetall	8,8
Gold, gegossen	19,26
Gusseisen, graues	7,10
« weisses	7,50

Holz:	Grün.	Luft-trocken.
Ahorn-	0,90	0,67
Apfelb.-	—	0,73
Birken-	0,90	0,74
Rothbch.-	0,97	0,75
Buxb.-	1,00	0,94
Eben-	—	1,19
Eichen-	1,03	0,62-0,85
Erlen-	0,80	0,55
Eschen-	0,85	0,67
Fichten-	0,90	0,47
Kiefern-	0,91	0,55

Holz:	Grün.	Luft-trocken.
Kork-	—	0,24
Lerchen-	0,85	0,52
Linden-	0,82	0,56
Mahagoni-	—	0,75
Nussbm.-	0,88	0,66
Pappel-	0,77	0,39
Pock-	—	1,26
Tannen-	0,89	0,56
Ulme	0,97	0,66
Weide	0,80-0,99	0,45-0,58
Weissbch.-	1,0	0,73

Holzkohle von Nadelh.	0,28—0,40
« Hartholz	0,47
« Eichenholz	0,57
Kupfer, gehämmert	8,94
Kupfer, gegossen	8,79
Mauerwerk:	
Bruchstein-	2,40—2,46
Sandstein-	2,05—2,12
Ziegelstein-	1,47—1,80
Mergel	2,4—2,6
Messing	8,55
Nickel	8,8
Platina	22,7
Salz (Koch-)	2,1—2,2
« (Meer-)	2,21
Schmiedeeisen	7,6—7,78
Schwefel	1,96—2,05
Steinkohle	1,21—1,51
« Cannel	1,42
Silber	10,47
« gehämmert	10,51
Stahl	7,26—7,80
Gussstahl	7,872
Steine:	
Alabaster	2,7
Basalt	2,7—3,2
Beton	2,47
Bimsstein	0,9—1,6
Dachschiefer	2,74
Gneis	2,4—2,7

Steine:	
Granit	2,54—2,85
Gypssteine	2,16—2,20
Kalksteine	2,36—2,84
Kiesel	2,3—2,7
Kreide	1,9—2,7
Lava	2,76
Marmor	2,5—2,85
Nagelfluhe	2,1
Sandstein	1,9—2,7
Schiefer	2,6—2,70
Schwerspath	4,48—4,72
Serpentin	2,55
Porphyr	2,4—2,80
Quarzfels	2,5—2,8
Harter Tuffstein	2,0
Wismuth	9,83
Zink, gegossen	6,80
« gewalzt	7,00
Zinn	7,29

Diverse Baumaterialien:	
Kalk, gebr.	2,3—3,20
Kalk, abgel. fester Teig	1,33—1,43
Kalkmörtel	1,64—1,86
Cement, gebrannter	1,38—1,54
Portland-Cementpulver	1,7
« erhärtet	2,7—3,0
Gyps, angem.	1,59
« getrockn.	1,41
Backsteine, gebrannte	1,46—1,60
Klinker, gebrannter	1,52—2,29
Ziegel, gebrannt.	1,91
Chamottesteine	1,85
Thonwaaren	1,92—2,14
Steingut	2,3
Steinschotter	2,0

B. Flüssige Körper.

Aether b. 20° C.	0,716
Alcohol, abs. b. 20° C.	0,792
Luft	0,0013
Milch	1,030

Oel:	
Leinöl	0,940
Rüböl	0,914
Olivenöl	0,915
Erdöl	0,79—0,81
Quecksilber b. 0°	13,595

Salpetersäure, conc.	1,500
Salzsäure, conc.	1,200
Schwefels., conc.	1,850
Seewasser	1,01—1,027

C. Gasförmige Körper, bei 0° C. und 0,76 Met. Druck.

Atmosph. Luft	1,000
Kohlenoxydgas	0,941
Kohlensäure	1,529
Oelbildendes Gas	0,985
Sauerstoff	1,103
Stickstoff	0,976
Steinkohlengas	0,4—0,6
Wasserstoff	0,069
Wasserdmpf b. 100°	0,470

D. Gewichte eines Cubik-Decimeters in Kilogrammen:

1) Für feste und flüssige Körper gleich dem spec. Gewicht.

2) Für gasförmige Körper gleich 0,0013mal spec. Gewicht.

3) Gewicht eines Stabes von 1 Quadr.-Cent. Querschnitt und 10 Meter Länge in Kilogr. gleich spec. Gewicht.

4) Gewicht von 1 Quadr.-Met. Blech, 1 Millim. dick, in Kilogr. gleich spec. Gewicht.

E. Geschichtete Körper incl. Zwischenräume.

Buchenholz (in gross. Scheiten)	0,40	Holzkohle (weiches Holz)	0,15
Cokes	0,43	Pechtorf	0,84
Eichenholz (in gross. Scheiten)	0,50	Steinkohle in klein. Stück.	0,85—0,95
Eichenholz (geflösst)	0,42	« « grob. «	0,90—1,05
Erdtorf	0,73	Steinkohlenasche	0,65—0,68
Fichtenholz	0,32	Torfcokes	0,28
Holzkohle (hartes Holz)	0,22	Weisstannenholz	0,34

X. Mechanik.

Bearbeitet vom Ingenieur W. Keck, Professor an der polytechn. Schule in Hannover und dem Herausgeber.

A. Schwerpunkte einiger Flächen und Körper.

1) Parallel-trapez. Der Schwerpunkt S liegt auf der Halbirungslinie AB der parallelen Seiten in einem normalen Abstande

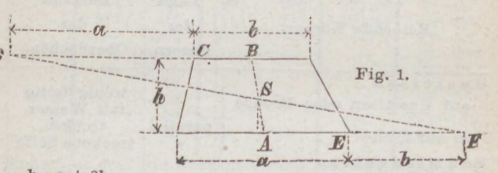


Fig. 1.

von der Seite $a = \frac{h}{3}\,\frac{a+2b}{a+b}$. Zur geometrischen Construction macht man CD = a, EF = b, wo DF die AB schneidet, liegt der Schwerpunkt S.

2) Kreisausschnitt. Bezeichnet r den Radius, α den Centriwinkel O den Mittelpunkt des Kreises, S den Schwerpunkt des Ausschnitts, so ist $OS = \frac{4}{3}\,r\,\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\alpha}$.

3) Kreisabschnitt. Bezeichnet F den Flächeninhalt des Kreisabschnitts, s die Sehne, α den Centriwinkel, so ist die Entfernung des Schwerpunkts vom Mittelpunkt:

$$OS = \frac{s^3}{12 \cdot F} = \frac{2}{3}\,\frac{r^3 \sin^3\frac{\alpha}{2}}{F}.$$

4) Ringstück mit den Halbmessern R und r und dem Centriwinkel α, die Entfernung des Schwerpunktes S des Ringstücks vom gemeinschaftlichen Kreismittelpunkt O ist (vergl. Deutsche Bauztg. 1880):

$$OS = \frac{2}{3}\,\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}.$$

5) Pyramide und Kegel. Der Schwerpunkt liegt im normalen Abstande $= \frac{h}{4}$ von der Basis.

6) Kugelabschnitt. Bezeichnet h die Höhe des Abschnitts, so ist die Entfernung des Schwerpunkts S vom Mittelpunkt O der Kugel:

$$OS = \frac{3}{4}\,\frac{(2r-h)^2}{3r-h}.$$

7) Beliebige ebene Fläche. (Simpson'sche Regel.)

$$a = \triangle \times \frac{1 \cdot 4y_1 + 2 \cdot 2y_2 + 3 \cdot 4y_3 + 4 \cdot 2y_4 + \ldots + 2n\,y_{2n}}{y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \ldots + y_{2n}}.$$

$$b = \frac{1}{2}\,\frac{y_0^2 + 4y_1^2 + 2y_2^2 + 4y_3^2 + \ldots + y_{2n}^2}{y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + \ldots + y_{2n}}.$$

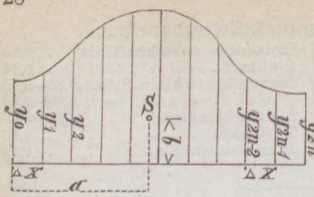


Fig. 2.

Der Ausdruck für a lässt sich auch auf die Bestimmung des Abstands des Schwerpunkts eines Körpers von einer Ebene verwenden, wenn man den Körper durch Schnitte parallel der Ebene in gleicher Entfernung ($\triangle x$) in Elemente zerlegt und für die Werthe y die Inhalte dieser Schnittflächen setzt.

B. Reibung.

1) Bei fortschreitender Bewegung ist der Reibungswiderstand = Reibungscoëfficient × Normaldruck.

Die Reibungscoëfficienten für verschiedene Körper in verschiedenen Zuständen sind folgende:

Reibende Körper.	Lage der Fasern.	Zustand der Oberflächen.	Reibungscoëfficient der Ruhe.	Reibungscoëfficient der Bewegung.
Gusseisen				
auf Gusseisen oder Bronze	. . .	wenig fettig	0,1	0,15
	. . .	mit Wasser	—	0,31
= auf Eiche	parallel	trocken	—	0,49
	«	trockene Seife	—	0,19
Schmiedeeisen				
auf Schmiedeeisen	. . .	trocken	—	*)
= auf Gusseisen oder Bronze	. . .	trocken	0,19	0,18
= auf Eiche	parallel	mit Wasser	0,65	0,26
	«	mit Talg	0,11	0,08
Bronze auf Bronze	. . .	trocken	—	0,20
= auf Gusseisen	. . .	trocken	—	0,21
= auf Schmiedeeisen	. . .	etwas fettig	—	0,16
Messing auf Eiche	parallel	trocken	0,62	—
	«	trocken	0,62	0,48
Eiche auf Eiche	«	trockene Seife	0,44	0,16
	gekreuzt	trocken	0,54	0,34
	«	mit Wasser	0,71	0,25
Eichenhirnholz auf Eiche	parallel	trocken	0,43	0,19
Walzeisen auf Kies	. . .	. . .	0,42—0,49	—
Holz auf Kies	. . .	. . .	0,46	—
Sandstein-Mauerwerk auf Sandstein-Mauerwerk	. . .	. . .	0,7	—

2) Zapfenreibung. Für einen Tragzapfen (liegenden Zapfen) ist das Reibungsmoment = Zapfendruck × Halbmesser × Reibungscoëfficient; für einen Stützzapfen (stehenden Zapfen) halb so gross.

Für die Zapfenreibungs-Coëfficienten gilt folgende Tabelle:

Reibende Körper.	Zustand der Oberflächen.	Reibungscoëffic., wenn d. Schmiere erneuert wird: auf gew. Art.	ununterbrochen.
Gusseisen auf Gusseisen	geschmiert	0,08	0,054
	fettig	0,14	—
= auf Bronze	geschmiert	0,08	0,054
	fettig	0,16	—
= auf Pockholz	geschmiert	—	0,09
	fettig	0,10	—
Schmiedeeisen auf Gusseisen	geschmiert	0,08	0,054
= auf Bronze	geschmiert	0,08	0,054
	wenig fettig	0,25	—
= auf Pockholz	geschmiert	0,11	—
	fettig	0,19	—

*) Die Oberflächen greifen sich ohne Schmiere an.

C. Elasticität und Festigkeit.

1) Festigkeitscoëfficient, Elasticitätsgrenze und Elasticitätsmodul für Zug und einfachen Druck (bei geringer Länge) in Kilogr. für den qcm.

Material.	Festigkeit.		Elasticitätsgrenze.		Elasticitätsmodul für Zug u. Druck.	Specifisches Gewicht.
	Zug.	Druck.	Zug.	Druck.		
Schmiedeeisen	4000	3000	1400	1400	2000000	7,78
Eisendraht	6500	—	2400	—	2000000	—
Gusseisen	1300	7000	500	1400	1000000	7,25
Gew. Stahl	6000	6000	2500	2500	2200000	7,26—7,8
Gussstahl	8000	10000	5000	5000	2500000	7,87
Kupferblech	3000	4000	500	400	1000000	8,90
Messing	1200	730	500	—	640000	8,55
Blei (gewalzt)	130	500	100	—	50000	11,4
Harte Hölzer	800	600	200	200	120000	0,6—0,7
Weiche Hölzer . . .	680	450	140	140	100000	0,5—0,6
Basalt	—	1200	—	—	—	2,7—3,2
Kalkstein	—	100—400	—	—	—	2,36—2,84
Sandstein	60	150—600	—	—	—	1,9—2,7
Guter Ziegelstein . .	20	200	—	—	—	1,4—2,3
Gew. Ziegelstein . . .	—	100	—	—	—	
Cementmörtel	18	100	—	—	—	1,66—1,71
Kalkmörtel	—	60	—	—	—	1,64—1,86

Bei 10facher Sicherheit darf die Beanspruchung auf Druck bezogen auf den qcm bei Ziegelmauerwerk 8 kg, bei Bruchsteinmauerwerk 10 kg, bei Klinkermauerwerk 15 kg, bei Quadermauerwerk aus mittelharten Steinen 20 kg, dto. aus harten Steinen 30 kg, bei Cement 18 kg, bei Beton 8—10 kg nicht übersteigen.

Der Widerstand gegen Schub oder Abscheerung ist zu 0,8 des Zugwiderstandes anzunehmen. (Bei Holz beträgt die Abscheerungsfestigkeit in der Richtung der Fasern jedoch nur etwa 70 kg für den qcm.) Der Elasticitätsmodul für Schub ist zu 0,4 desjenigen für Zug und Druck anzunehmen.

2) Zulässige Inanspruchnahme bei Bau- und Maschinen-Constructionen. Bei der Berechnung von Bau- und Maschinen-Constructionen ist ein gewisser Theil der Spannung an der Elasticitätsgrenze, oder wo diese nicht bekannt, ein gewisser Theil der Festigkeit als zulässige Spannung anzunehmen und zwar:

a) Bei Hochbau-Constructionen, die nur geringen Erschütterungen und Belastungsänderungen ausgesetzt sind, und deren Inanspruchnahmen sehr scharf ermittelt werden können, sowie bei provisorischen Bauten für geringe Zeitdauer: etwa 0,7 der Elasticitätsgrenze, oder wo diese nicht bekannt, $^1/_7$ der Festigkeit; also bei

	Zug.	Druck.	Schub.	
Schmiedeeisen .	1000	1000	800	
Gusseisen . . .	350	1000	290	
Holz	100	100	80	(in der Faserrichtung 10).

b) Bei gewöhnlichen Hochbau-Constructionen ohne grosse Erschütterungen: etwa 0,6 der Elasticitätsgrenze oder wenn diese unbekannt, etwa $^1/_9$ der Festigkeit; also bei

	Zug.	Druck.	Schub.	
Schmiedeeisen .	840	840	670	
Gusseisen . . .	300	840	240	
Holz	84	84	67	(in der Faserrichtung 8).

c) Bei Brücken-Constructionen, bei Hochbau-Constructionen, die starken Erschütterungen ausgesetzt sind (Tanzsäle, Räume, in denen schwere Lasten geworfen werden), sowie bei ruhenden Maschinentheilen: etwa 0,5 der Elasticitätsgrenze, oder wo diese unbekannt, etwa $^1/_{10}$ der Festigkeit; also bei

	Zug.	Druck.	Schub.	
Schmiedeeisen .	700	700	560	
Gusseisen . . .	250	700	200	
Holz	70	70	56	(in der Faserrichtung 7).

Bei grösseren schmiedeeisernen Brückenträgern auf 2 Stützen darf für die Gurtungen mit Rücksicht auf die geringere Spannungs-Aenderung, der diese unterliegen, die zulässige Zug- und Druckspannung grösser angenommen werden (nach Launhardt, siehe Deutsche Bauzeitung 1873, S. 59, und Zeitschrift des hannoverschen Arch.-und Ing.-Vereins, 1873, S. 139); für Eisenbahnbrücken von a^m Weite nehme man etwa $700 + 1{,}5 \cdot a$ kg.

d) Bei beweglichen Maschinentheilen, die nur geringen Stössen ausgesetzt sind: etwa 0,4 der Elasticitätsgrenze, oder wenn diese nicht bekannt, etwa $^1/_{13}$ der Festigkeit; also bei

	Zug.	Druck.	Schub.
Schmiedeeisen .	560	560	450
Gusseisen . . .	200	560	160

e) Bei Maschinentheilen, die heftigen Stössen, plötzlichen Geschwindigkeits- und Spannungsänderungen ausgesetzt sind, nehme man $^1/_2$ bis $^1/_4$ der unter d angegebenen Werthe.

3) Zulässige Belastung von Seilen und Ketten. In gewöhnlichen Fällen werden Seile und Ketten mit $^1/_4$ bis $^1/_5$ der Festigkeit beansprucht (s. S. 22 und S. 23). Es sei P die zulässige Last in kg, d die erforderliche Stärke in Centimetern, dann ist für

	Hanfseile.	Drahtseile.	Gewöhnl. Ringketten.
$d =$	$0{,}12\sqrt{P}$	$0{,}05\sqrt{P}$	$0{,}03\sqrt{P}$
$P =$	$70 \cdot d^2$	$400 \cdot d^2$	$1100 \cdot d^2$

In solchen Fällen, wo die Sicherheit von Menschenleben von der Haltbarkeit der Seile und Ketten abhängt, wird die Inanspruchnahme nur halb so gross gewählt.

4) Wandstärke cylindrischer Röhren.

a) Mit innerem Druck.

Bezeichnet δ die Wandstärke in Centimetern,
d den inneren Durchmesser in Centimetern,
p den inneren Ueberdruck in kg f. d. qcm,
S die zulässige Zugspannung in kg f. d. qcm,
c eine Constante, welche für

Eisenblech 0,3 cm., Gusseisen 0,6 bis 1,0 cm., Messing 0,4 cm.,
Kupfer 0,4 « Blei 0,2 « Zink 0,5 «

beträgt, so ist in solchen Fällen, wo $\frac{p}{S} < 0{,}1$, zu setzen:

$$\delta = \frac{d}{2}\,\frac{p}{S} + c.$$

Da der Atmosphärendruck 1,033 kg f. d. qcm beträgt, so kann genau genug p auch als Ueberdruck in Atmosph. verstanden werden.

Für Gas- und Wasserleitungsröhren ist p nicht unter 10 zu nehmen, die zulässige Spannung $S = 0{,}5$ bis 0,6, unter sehr günstigen Umständen und bei sehr vollkommener Herstellung bis 0,7 der Elasticitätsgrenze.

Für starke innere Pressungen, wo $\frac{p}{S} > 0{,}1$, ist die genauere Formel

$$\delta = \frac{d}{2}\left(\sqrt{\frac{S+p}{S-p}} - 1\right) + c$$

zu benutzen.

b) Röhren mit äusserem Druck. Wenn p den äusseren Ueberdruck in kg f. d. qcm oder in Atmosph. bedeutet, sonst die Bezeichnungen, wie unter a) gelten, so ist für

Schmiedeeisen $\delta = 0{,}0077\ d\sqrt[3]{p} + c$,

Gusseisen . . $\delta = 0{,}0087\ d\sqrt[3]{p} + c$,

Messing . . $\delta = 0{,}0106\ d\sqrt[3]{p} + c$,

Kupfer . . . $\delta = 0{,}0089\ d\sqrt[3]{p} + c$ zu nehmen.

Nach Versuchen von Fairbairn ist die Widerstandsfähigkeit von Röhren mit äusserem Druck von der freien Länge der Röhren abhängig.

Lange Röhren sind daher durch umgelegte Ringe zu versteifen. Es ist zu nehmen

$$\delta = 0{,}0027 \sqrt{p\,l\,d},$$

wenn δ die Wandstärke in cm.,
d den Durchmesser in cm.,
p den Ueberdruck in kg f. d. qcm oder Atmosph.,
l die Länge zwischen den Versteifungsringen in cm. bedeutet.

5) Widerstand gegen Zerknicken und gegen excentrische Druckbelastung.

a) Centrische Belastung.

Wird ein an beiden Enden frei beweglicher gerader Stab durch eine Kraft K centrisch belastet (Fig. 3), so ist die dadurch hervorgerufene stärkste Druckspannung

$$S_d = \frac{K}{f}\left(1 + \alpha\,\frac{l^2 f}{T}\right),$$

die an der entgegengesetzten Seite etwa entstehende stärkste Zugspannung

$$S_z = \frac{K}{f}\left(-1 + \frac{\alpha l^2 f}{T}\right).$$

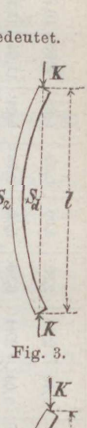


Fig. 3.

Darin bedeutet

f den Querschnitt des Stabes,

l die Länge des Stabes,

T das kleinste Trägheitsmoment der Querschnittsfigur in Bezug auf eine Schwerpunktsaxe,

α einen Coëfficienten, der für Schmiedeeisen $= \frac{1}{10000}$,

für Gusseisen und Holz $= \frac{1}{5000}$ zu setzen ist.

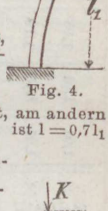


Fig. 4.

Ist der Stab von der Länge l_1 an einem Ende eingespannt, am andern freibeweglich (Fig. 4), so ist $l = 2l_1$ in obige Formel einzuführen.

Ist der Stab von der Länge l_1 an einem Ende eingespannt, am andern drehbar, aber in der ursprünglichen Axe geführt (Fig. 5), so ist $l = 0{,}7 l_1$ zu setzen.

Ist der Stab von der Länge l_1 an beiden Enden eingespannt, so ist $l = \frac{l_1}{2}$ zu setzen. Die Formeln über die Trägheitsmomente T siehe unten.

Eine Zugspannung an der convexen Seite ist nur in solchen Fällen vorhanden, wo sich $S_z > o$, also $\frac{\alpha l^2 f}{T} > 1$ ergiebt. Da S_z stets numerisch kleiner, als S_d, so ist die Ermittlung von S_z überhaupt nur bei Gusseisen erforderlich und für die Widerstandsfähigkeit erst dann maassgebend, sobald sich $S_z > S_d \frac{5}{14}$ ergiebt.

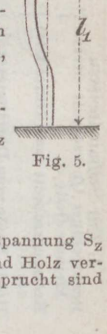


Fig. 5.

Folgende Tabelle giebt für verschiedene Querschnittsformen d. Werth $1 + \frac{\alpha l^2 f}{T}$ und $-1 + \frac{\alpha l^2 f}{T}$, also S_d und S_z als Vielfache von $\frac{K}{f}$.

Tabelle

für die stärkste Druckspannung S_d und die stärkste Zugspannung S_z (bei Gusseisen) in Stäben aus Schmiedeeisen, Gusseisen und Holz verschiedener Querschnittsformen, die auf Zerknicken beansprucht sind (siehe Seite 32).

Verhältniss $\frac{l}{d}$ =		3	6	8	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I. Für Schmiedeeisen.														
Rechteckiger Querschnitt dessen kleinste Seite d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,01	1,04	1,08	1,12	1,48	2,08	2,92	4,00	5,32	6,88	8,68	10,72	13
Kreisquerschnitt vom Durchmesser d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,01	1,06	1,10	1,16	1,64	2,44	3,56	5,00	6,76	8,84	11,24	13,96	17
Hohle Säule vom Durchmesser d, Wandstärke $\frac{1}{50}$ d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,01	1,03	1,05	1,08	1,33	1,75	2,33	3,08	4,00	5,08	6,33	7,74	9,33
Hohle Säule vom Durchmesser d, Wandstärke $\frac{1}{20}$ d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,01	1,03	1,06	1,08	1,35	1,80	2,41	3,21	4,18	5,33	6,66	8,16	9,84
+förmiger Querschnitt von der Breite d, Metallstärke $= \frac{d}{10}$	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,02	1,08	1,18	1,23	1,90	3,03	4,62	6,65	9,13	12,1	15,5	19,3	23,6
II. Für Gusseisen und Holz.														
Rechteckiger Querschnitt, dessen kleinste Seite d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,02	1,09	1,15	1,24	1,96	3,16	4,84	7,00	9,64	12,8	16,4	20,4	25
	$S_z = \frac{K}{f} \times$	—	—	—	—	—	1,16	2,84	5,00	7,64	10,8	14,4	18,4	23
Kreisquerschnitt vom Durchmesser d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,03	1,12	1,20	1,32	2,28	3,88	6,12	9,00	12,5	16,7	21,5	26,9	33
	$S_z = \frac{K}{f} \times$	—	—	—	—	0,28	1,88	4,12	7,00	10,5	14,7	19,5	24,9	31
Hohle Säule vom Durchmesser d, Wandstärke $\frac{1}{20}$ d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,02	1,06	1,11	1,18	1,71	2,59	3,83	5,42	7,36	9,66	12,3	15,3	18,7
	$S_z = \frac{K}{f} \times$	—	—	—	—	—	0,59	1,83	3,42	5,36	7,66	10,3	13,3	16,7
dito Wandstärke $\frac{1}{12}$ d	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,02	1,07	1,12	1,19	1,65	2,69	3,02	5,72	7,80	10,3	13,1	16,3	19,9
	$S_z = \frac{K}{f} \times$	—	—	—	—	—	0,69	1,02	3,72	5,80	8,3	11,1	14,3	17,9
+förmiger Querschnitt von der Breite d, Metallstärke $= \frac{d}{10}$	$S_d = \frac{K}{f} \times$	1,04	1,16	1,36	1,45	2,81	5,07	8,23	12,3	17,3	23,1	29,9	37,6	46,2
	$S_z = \frac{K}{f} \times$	—	—	—	—	0,81	3,07	6,23	10,3	15,3	21,1	27,9	35,6	44,2

b) Excentrische Druckbelastung.

Ist e die Excentricität des Angriffspunktes von K, f die ganze Querschnittsfläche, T deren Trägheitsmoment in Bezug auf die Schwerpunktsaxe normal zur Bildebene, so ist die stärkste Druckspannung

$$S_d = \frac{K}{f}\left(1 + \frac{e\,f.\,w}{T}\right),$$

die stärkste Zugspannung

$$S_d = \frac{K}{f}\left(-1 + \frac{e\,f.\,w_1}{T}\right).$$

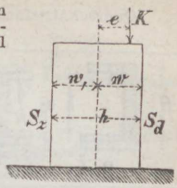


Fig. 6.

Zugspannung kann nur entstehen, wenn $e > \frac{T}{f w_1}$ ist (wenn die Kraft K ausserhalb des „Kernes" angreift), bei rechteckigem Querschnitt also, wenn $e > \frac{h}{6}$, oder wenn die Kraft K ausserhalb des mittleren Drittels angreift.

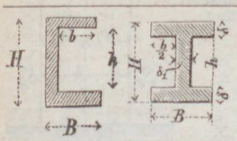
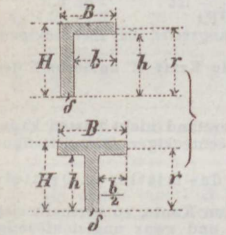
Für Mauerwerk, welches einen Zugwiderstand nicht leisten kann, gilt die Formel für S_d nur, so lange bei rechteckiger Grundrissfigur $e \leqq \frac{h}{6}$ ist. Greift dagegen K ausserhalb des mittleren Drittels an, in einer Entfernung = x von der nächsten Kante, so vertheilt sich die Druckspannung nur auf eine Breite 3 x, und zwar ungleichförmig, so dass die stärkste Druckspannung

$$S_d = \frac{2\,K}{3\,b\,x}.$$

6) Biegungs-Widerstand. In Bezug auf jeden Querschnitt ist das Widerstandsmoment der innern Kräfte: $\frac{S.T}{w}$ = dem Biegungsmoment der äusseren Kräfte, wo T das Trägheitsmoment des Querschnitts bezogen auf die neutrale Axe, w die Entfernung der äussersten Faser von der neutralen Axe, S die Spannung für die □-Einheit in dieser Faser bezeichnet.

Werthe von T und $\frac{T}{w}$ für verschiedene Querschnittsformen:

Querschnittsform.	T	$\frac{T}{w}$
	$\frac{b\,h^3}{12}$ angen. = 0,833 bh^3	$\frac{bh^2}{6}$ angen. = 1,667 bh^2
	$\frac{d^4\pi}{64}$ angen. = 0,049 d^4	$\frac{d^3\pi}{32} = \frac{d^3}{10}$, annähernd.
	$\frac{D^4 - d^4}{64}\pi$, annähernd: $\frac{\pi\delta}{8}\left(\frac{D+d}{2}\right)^3$	$\frac{D^4 - d^4}{D}\frac{\pi}{32}$, annähernd: $\frac{\pi\delta}{4D}\left(\frac{D+d}{2}\right)^3$

Querschnittsform.	T	$\frac{T}{w}$
	$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$, annähernd: $B\delta\left(h + \delta\right) + \frac{\delta_1 h^2}{6}$
	$\frac{1}{12}\left[\frac{(BH^3 - bh^2)^2}{BH - bh} - \frac{4\,BH\,bh\,(H-h)^2}{BH - bh}\right]$ annähernd: $\frac{\delta r^3}{12}\,\frac{4n+1}{n+1}$ wenn $n = \frac{B}{H}$ und r die mittlere Höhe.	$\frac{1}{6}\left[BH^2 - bh^2 - \frac{4\,BH\,bh\,(H-h)^2}{BH^2 - bh^2}\right]$ annähernd: $\frac{\delta r^2}{6}\,\frac{4n+1}{2n\ 1}$ wenn $n = \frac{B}{H}$ und r die mittlere Höhe.

Das Trägheitsmoment von gleichschenkeligen Winkeleisen wird für eine einem Schenkel parallele Schwerpunktsaxe nach Krohn mittelst der Annäherungsformel erhalten:

$$T = 0.2\,(b - \delta)\,\delta^3 . b^2.$$

Das Widerstandsmoment

$$\omega = (0.27 . b - 0.2\delta)\,\delta^2 . b.$$

Für eine diagonale Schwerpunktsaxe dagegen

$$T = (0.04\ b - 0.03\ \delta)\,2 . b^2 . d,$$

worin b die Schenkellänge, δ die Schenkeldicke bezeichnen.

Diese Formeln sollen noch für die Grenzwerthe $\frac{\delta}{b} = 0.06$ und 0.2 genügende Resultate liefern.

Maximalmomente für verschiedene Belastungsfälle.

1) Frei aufliegender Träger von der Länge l mit p gleichmässig vertheilt belastet.

$$M_{max} \text{ in der Mitte} = \frac{pl^2}{8}.$$

2) Träger auf 2 Stützen von der Länge l mit der gleichförmig vertheilten Last pl und der Einzellast P in der Mitte:

$$M_{max} = \frac{pl^2}{8} + \frac{Pl}{4} \text{ in der Mitte.}$$

3) Eingespannter, mit pl belasteter Träger auf der andern Seite frei schwebend.

Moment an der Einspannungsstelle $= -\frac{1}{2}\,pl^2$.

Moment bei einem beliebigen Querschnitt x $M_x = -\frac{1}{2}\,p(l-x)^2$.

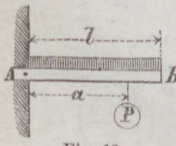


Fig. 13.

4) Eingespannter Träger mit der Einzellast P und der gleichförmig vertheilten Last pl:

$$M_{max} = \frac{pl^2}{2} + Pa \text{ bei A.}$$

5) Einseitig eingespannter, mit pl belasteter Träger, auf der andern Seite aufliegend.

Moment an der Einspannungsstelle $M = -\frac{1}{8}\,pl^2$

$M_{max} = \frac{9}{128}\ pl^2$, bei $\frac{5l}{8}$ Entfernung von der Einspannungsstelle.

6) Beiderseitig eingespannter Träger.

Moment an der Einspannungsstelle $M = -\frac{1}{12}\ pl^2$

positives Maximalmoment $M_{max} = \frac{1}{24}\ pl^2$, bei $\frac{1}{2}$, beziehungsweise in der Trägermitte.

7) Gleichmässig belasteter Träger auf zwei Stützen frei aufliegend, dieselben aber auf jeder Seite um die Länge l_0 überragend.

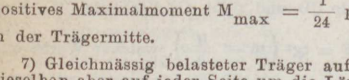


Fig. 14.

Moment an den Stützen

$M = -\frac{1}{2}\ pl_0^2$.

Maximalmoment in d. Mitte

$M_{max} = \frac{1}{8}\ p\ (l^2 - 4l_0^2)$.

8) Torsions-Widerstand von Voll- und Hohlcylindern.

Bezeichnet PR das Torsionsmoment in Centimeter-Kilogrammen,
N die Anzahl der zu übertragenden Pferdekräfte,
n die Anzahl der Umdrehungen in der Minute,
D u. d äussere und innere Wellendurchmesser,
S die stärkste Schubspannung in kg f. d. qcm, S. 23 und 24,

so ist für Vollcylinder:

$$PR = \frac{\pi}{16}\ S D^3 = \frac{S D^3}{5} \text{ (annähernd), also}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{PR \cdot 5}{S}} = 71 \sqrt[3]{\frac{1}{S}\frac{N}{n}};$$

für Hohlcylinder:

$$PR = \frac{\pi}{16}\ \frac{D^4 - d^4}{D}\ S = \frac{D^4 - d^4}{5\,D}\ S \text{ (annähernd)},$$

$$\frac{N}{n} = \frac{D^4 - d^4}{358000\,D}\ S.$$

XI. Stütz- und Futtermauern.

Von Baumeister Canz in Stuttgart.

1) Bestimmung des Erddrucks.

Es bezeichne D den Erddruck auf eine Fläche von $1{,}0^m$ Tiefe,
γ das Gewicht von 1 cbm Erde,
γ_1 « « « 1 « Mauerwerk,
φ den natürlichen Böschungswinkel.

Die Werthe von γ und φ für verschiedene Erdarten sind:

Erdart.	φ	γ	Erdart.	φ	γ
		kg			kg
Feiner Sand . .	31—33°	1400	Maxima	54°	2300
Feuchter « . .	33—36	1600	Sandiger, wasser-		
Fette Erde . . .	36—42	1600—1700	haltiger Lehm .	15—20	1800
Felstrümmer . .	40—45	1500—2000			

Zur Bestimmung des Erddrucks auf eine ebene Fläche kann man nach der sog. Theorie des Erddrucks im unbegrenzten Erdkörper von Mohr nachstehende graphische Methode in den meisten Fällen der Praxis anwenden.

Es sei AB eine Gerade || der Erdoberfläche. Man legt durch den Punkt C derselben eine Normale CD und zieht die Verticale CE. Man mache ferner $CD = 1$ und $CF = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$, welcher Werth aus nachstehender Tabelle entnommen werden kann.

φ . . . . . $=$	0^0	10	20	30	35	40	45	50^0
$\operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) =$	1	0,704	0,490	0,333	0,271	0,217	0,171	0,132

Man construire nun einen Kreis um FD als Durchmesser und ziehe durch den Schnitt E der CE mit dem Kreis den Durchmesser EG, ferner durch E die Gerade EHJ || der gedrückten Wandfläche, ferner GH, welche die AB in A schneidet, so ist AJ die Richtung des Erddrucks und CH die Grösse d des Drucks im untersten Punkt der Wandfläche.

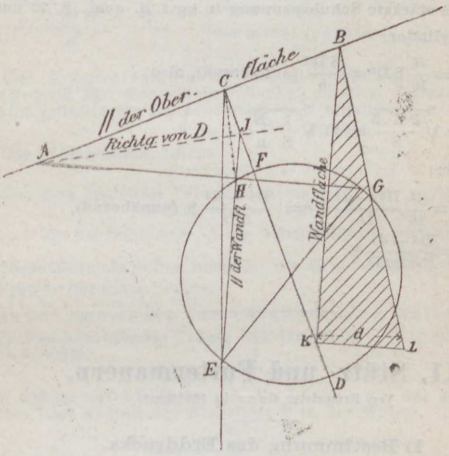


Fig. 15.

(s. Fig. 15.) Wählt man den Maassstab derart, dass $CE = CK =$ der Entfernung des Fusspunktes der Wandfläche von der Oberfläche ist und zieht durch K KB || der Wandfläche, trägt ferner $KL = CH = d$ normal zu KB auf, so bestimmt das $\triangle$ BKL die Grösse und Form des Erddrucks auf die Wandfläche BK.

Der Angriffspunkt liegt im Schwerpunkt des $\triangle$, somit in $^1/_3$ der Höhe.

Die Theorie ist nur giltig, wenn die Gerade EF, welche die Richtung der sog. grössten Normalpressung (n_{max}) anzeigt, innerhalb des gestützten Erdkörpers liegt.

(s. Fig. 16.) Ist die Wandfläche uneben, so wendet man folgendes Verfahren an.

Die gedrückte Fläche sei BKM. Man bestimmt zuerst den Erddruck D^1 auf die Fläche BK. Derselbe sei dargestellt durch die Fläche BKO. Man verlängert nun die Wandfläche MK bis zum Schnitt H mit der Oberfläche und bestimmt den Druck auf die Fläche MH; derselbe sei dargestellt durch das △ HPQ, zieht man von demselben das △ BKO ab, so stellt die Fläche RSPQ die Grösse des Drucks D_n auf KM dar.

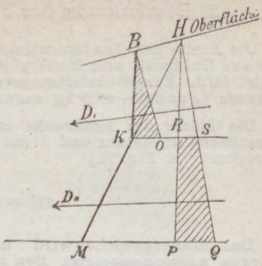


Fig. 16.

Die beiden Drücke, je mit den entsprechenden Mauergewichten zusammengesetzt, geben die Drucklinie für die Mauer.

Bei unebener Oberfläche des gestützten Erdkörpers verfährt man folgendermaassen:

(s. Fig. 17.) Es sei AB die Wandfläche, BCDE die Erdoberfläche, AE die gesuchte Gleitfläche und BF so gezogen, dass ABF annähernd = ABCDE ist.

Man kann nun aus nachstehender Tabelle den Winkel δ entnehmen, welchen eine durch A gezogene Verticale mit der Richtung von n_{max} (s. oben) macht.

$\varepsilon =$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45^0
$\delta =$	0	1	2	3	5	6	8	10	13	$22^1/_2$

Die Gleitfläche macht mit der Richtung von n_{max} den $\sphericalangle \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$;

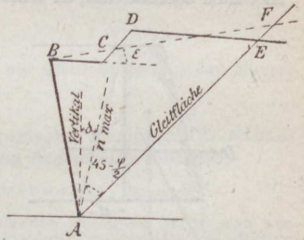


Fig. 17.

hieraus kann, nachdem BF und damit ε probeweise angenommen worden, δ und AE bestimmt werden. Das Verfahren wird mit dem gefundenen Resultat wiederholt und erhält man hierdurch BF ziemlich genau. Es kann nun D bestimmt werden, indem man nach oben angegebener Methode verfährt.

(s. Fig. 18.) Ist die Terrainoberfläche belastet, so ersetzt man die Belastung durch Erdmaterial, welches gleichmässig vertheilt angenommen wird. Ueber die anzunehmende Höhe der Belastung siehe XII A. Brücken.

Ist AB die Wandfläche und h die Belastungshöhe, so zieht man in Entfernung h eine Parallele mit der Oberfläche.

Stellt nun das △ ABD den Druck auf AB dar und zieht man durch den Schnitt E der AB mit der belasteten Oberfläche EF || BD, so erhält man in △ AEF den Druck auf AE und in der Figur ABGF den Druck des belasteten Erdkörpers auf AB dargestellt. Der Angriffspunkt liegt im Schwerpunkt der Figur ABGF.

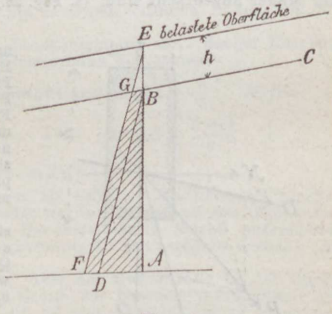


Fig. 18.

2) Bestimmung der Stärke der Futtermauern.

Die Breite der Fundamentfuge ist so zu bestimmen, dass die Resultate aus Erddruck und Mauergewicht nicht aus dem mittleren Fugendrittel fällt. Für Backsteinmauerwerk ist $\gamma_1 = 1650$ kg, für Bruchsteingemäuer $\gamma_1 = 2100—2400$ kg anzunehmen.

Die Grösse des Erddrucks in Tonnen ist, wenn l die Länge der Wandfläche in Metern und d die aus 1) gewonnene Grösse in Metern bezeichnet. (s. Fig. 19.)

$$D^T = \frac{ld}{2} \, l \, . \, \gamma.$$

Das Mauergewicht wird mit dem Erddruck zu einem Kräftepolygon zusammengesetzt. Den in der betrachteten Fuge entstehenden Maximaldruck erhält man nach den auf Seite 33 gegebenen Formeln.

Wesentliche Materialersparnisse gegenüber den vollen Profilen gewähren die sog. unterschnittenen Profile. (s. Fig. 20.) Die Unterschneidung darf indessen nur soweit gehen, dass der Druck auf den Baugrund, wenn die Mauer noch nicht hinterfüllt ist, an keiner Stelle das zulässige Maximum überschreitet, da sonst schädliche Deformationen eintreten.

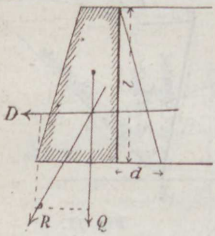


Fig. 19.

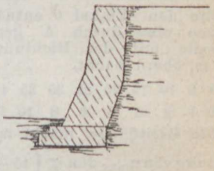


Fig. 20.

Die Stabilität der Mauern kann durch Strebepfeiler erhöht werden. Dieselben sind am wirksamsten, wenn sie an der Vorderseite der Mauer angebracht sind. (s. Fig. 23.)

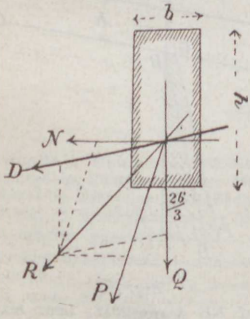


Fig. 21.

Zur Berechnung zerlegt man nach Häseler die Resultante aus Erddruck und Mauergewicht ohne Pfeiler in zwei Kräfte, deren eine P durch das mittlere Drittel der Fundamentfuge der Mauer geht und durch den Baugrund aufgenommen wird, während die Horizontalkraft N von den Strebepfeilern aufgenommen werden muss. (s. Fig. 21.)

Ist l die Länge des Mauerstücks zwischen den Pfeilern und s die stärkste Zugspannung pro Quadrateinheit, welche das Mauerwerk aushalten kann (gewöhnlich 0,5 kg pro qcm), so ist

$$l = 1{,}15 \, b \sqrt{\frac{s}{N} \, . \, h}.$$

Der Pfeiler von der Länge l_1 hat den Erddruck $D_1 = l_1 D$ sowie die

Horizontalkraft 1N aufzunehmen. Die Resultante aus diesen zwei Kräften und dem Mauergewicht darf nicht aus dem mittleren Fugendrittel fallen. (s. Fig. 22.)

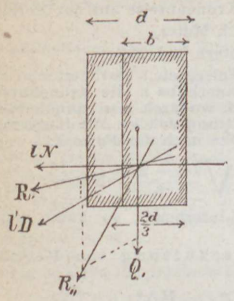


Fig. 22.

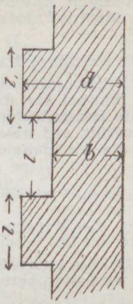


Fig. 23.

In der Praxis wird gewöhnlich die Pfeilerlänge l_1 = der Mauerbreite b angenommen. (s. Fig. 23.)

3) Praktische Regeln und empirische Formeln für Stützmauern, Futtermauern und Steinbekleidungen.

Trockenmauerwerk.

Anschüttungen von mehr als einfacher Böschung stellt man aus Trockenmauerwerk her. Für die Bekleidung werden die lagerhaften Steine ausgesucht und mit möglichst regelmässiger Schichtung ca. 1^m dick in Moos oder im Nothfalle auch in magerer Erde versetzt. Gewöhnlich wird die Trockenmauer bis zur Bahnkrone geführt; eine Ueberschüttung soll nicht über 1^m betragen.

Die üblichen 2/3fachen Böschungen bei Trockenmauern sind zulässig bis 10^m Höhe; bei grösserer Höhe sind dieselben zu brechen und der untere Theil mit 4/5 Dossirung anzulegen. 1/2fache Böschungen können bis 6^m Höhe ausgeführt werden. Die Hinterfläche macht man am besten vertical oder schwach geneigt bis zum gewachsenen Boden, von hier an parallel zur Vorderfläche.

Für die Kronenbreite von Trockenmauern mit 1/2facher Böschung und h^m Höhe wurden bei der Brennerbahn genommen:

1) Bei Mauern ohne Ueberschüttung: $b = 1 + \frac{h}{6}$ Meter.

2) « « mit ca. 1^m « $b = 1 + \frac{h+1}{6}$ «

Stützmauern.

Sind Anschüttungen mit mehr als 1/2facher Böschung erforderlich, so müssen Stützmauern angewendet werden. Diese sind aus lagerhaften, aber nicht gerade regelmässigen Bruchsteinen in Mörtel aufzuführen.

Die Aussenfläche ist 1/5—1/10 geböscht, die Hinterfläche vertical oder mit Absätzen versehen.

Eine Ueberschüttung von 1^m über der Mauerkrone ist der Durchführung der Stützmauer bis zur Krone des Dammes vorzuziehen; erst bei grösserer Ueberschüttungshöhe ist eine Verstärkung zu berechnen.

Stützmauern von nicht über 1^m Höhe erhalten eine obere Stärke von nicht unter $0,^m60$. Für Mauern von grösserer Höhe kann man die nachfolgenden Formeln und Tabellen benutzen. Bei diesen ist eine 1/6

geböschte Vorderfläche und verticale Hinterfläche vorausgesetzt; bei Mauern mit anders geformtem Querprofil kann man die Resultate entsprechend modificiren.

Für Stützmauern ohne (oder bis 1^m) Ueberschüttung vor vollständigen Anschüttungen oder vor Anschüttungen an Hängen mit losem Material bestimmt sich die Kronenbreite aus der Formel:

$$1)\ b = 0{,}438 + 0{,}2\ h \text{ Meter},$$

wobei h die sichtbare Mauerhöhe in Metern bedeutet.

An Abhängen mit festem Material (Felsen etc.) bestimmt man zuerst mit dieser Formel für die sichtbare Mauerhöhe h die Kronenbreite b, zeichnet die Hinterfläche der Mauer auf, wodurch man annähernd diejenige h_1 erhält, auf welche die Anschüttung drückt. Mit dieser rechnet man jetzt die wirkliche obere Mauerdicke nach der Formel:

$$2)\ b_1 = -\,{}^1/_6\,h + (b + {}^1/_6\,h_1)\sqrt{\frac{3\,h - 2\,h_1}{h}} \text{ Meter}.$$

Werden die Mauern mit Steinen hinterbeugt, so kann man die Mauerdicke um $h/_{20}$ vermindern.

Bei Stützmauern mit Ueberschüttung von 1—$1^1/_2$facher Böschung wird die obere Mauerdicke:

$$3)\ b = 0{,}438 + 0{,}3\ h - \frac{h}{10}\left(1 - \frac{H}{3\,h}\right)^2 \text{ Meter},$$

wo h die sichtbare Mauerhöhe und H die Höhe der Ueberschüttung über der Mauerkrone bezeichnet.

Bei einer Ueberschüttung von $H \leqq 3\,h$ behält b immer denselben Werth, d. i.:

$$4)\ b = 0{,}438 + 0{,}3\ h.$$

Bei Hinterbeugung der Stützmauer wenigstens bis auf Kronenhöhe kann man die Stärke um $\frac{h}{12} - \frac{h}{18}$ vermindern.

Die Resultate dieser Formeln für Mauern bis 10^m Höhe sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Kronenbreite von Stützmauern.

(Vorn $^1/_6$ geböscht, hinten vertical.)

Sichtbare Mauerhöhe.	Bei einer Ueberschüttung von								
	0—1^m	3^m	6^m	9^m	12^m	15^m	20^m	25^m	30^m
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44

Futtermauern.

Futtermauern heisst man diejenigen, dem Erddruck ausgesetzten Mauern, welche vor gewachsenem Boden aufgeführt werden, und welche — wenn nicht letzterer zu Rutschungen geneigt ist — einen geringeren Druck auszuhalten haben, wie die Stützmauern. Bei Bodensorten, bei denen erhebliche Bewegungen im Falle des Anschneidens eintreten werden (wie bei wässerigen), können Futtermauern überhaupt kaum einen Widerstand leisten, wenn man nicht durch Entwässerung oder auf eine andere Weise abhelfen kann.

Bei Felsen können die Futtermauern mitunter so schwach wie freistehende Mauern gehalten werden und treten dann auch als blosse Verkleidungsmauern auf. Die folgenden Formeln und Tabellen gelten für gewöhnliches trockenes Erdmaterial.

Für Futtermauern, welche bis an das gewachsene Terrain oder bis 1^m unter Terrainhöhe geführt werden, ist die obere Stärke:

$$1)\ b = 0{,}292 + 0{,}17\ h.$$

Für Futtermauern mit Erdüberschüttung dagegen:

$$2)\ b = 0{,}292 + 0{,}27\ h - \frac{h}{10}\left(1 - \frac{H}{3\,h}\right)^2$$

h sichtbare Mauerhöhe, H Höhe der Ueberschüttung bei 1—$1^1/_2$facher Böschung.

Die Stärke von Futtermauern, bei welchen sich der untere Theil an absolut festem Boden unmittelbar anlehnt, bestimmt sich mit diesen Formeln durch eine provisorische Berechnung und Zeichnung, und nachherige genaue Berechnung nach Formel (2) der Stützmauern.

Der Grenzwerth der Stärke bei Mauern mit Ueberschüttung ist wieder bei $H = 3h$. — Futtermauern unter 1^m Höhe erhalten eine obere Dicke von $0{,}^m50$ Min.

Für Mauern bis 10^m Höhe enthält die folgende Tabelle die sich aus obigen Formeln ergebenden Resultate.

Kronenbreite von Futtermauern.

(Vorn $^1/_6$ geböscht, hinten vertical.)

Sichtbare Mauerhöhe.	Bei einer Ueberschüttung von								
	$0—1^m$	3^m	6^m	9^m	12^m	15^m	20^m	25^m	30^m
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,63	0,78	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99

Anmerkung. Für andere Mauerhöhen (unter 10^m) und Ueberschüttungshöhen ergeben sich die entsprechenden Dimensionen, welche man gewöhnlich auf halbe Decimeter abrundet, aus den Tabellen durch Interpolation.

Verkleidungsmauern.

Diese werden vor Felswänden entweder der ganzen Länge und Höhe nach oder nur an bedenklichen Stellen aufgeführt. Sie erhalten folgende Dimensionen: bis 2^m Höhe gleichmässige Stärke von $0{,}^m40$,

von $2—6^m$ « « « « $0{,}^m60$.

Bei Höhen über 6^m wird die obere Stärke $0{,}^m70$ und die untere $0{,}70 + \frac{h}{10}$ Meter. Diese Dimensionen unter der Annahme, dass die Mauern mit $^1/_6$ geneigt hergestellt werden.

XII. Brücken.

A. Gewölbte Brücken.

Die Form eines Brückengewölbes ist so zu bestimmen, dass für permanente Belastung die durch die Mitten der Scheitel- und Kämpferfugen construirte Mittellinie des Drucks mit der mittleren Gewölblinie wenigstens nahezu zusammenfällt. Für die Gewölbstärke ist die Bedingung maassgebend, dass für einseitige mobile Belastung der einen Gewölbhälfte

eine Mittellinie des Drucks nachweisbar sein muss, die an keiner Stelle aus dem mittleren Drittel des Gewölbes heraustritt, und dass bei dieser Belastungsart die stärkste Druckspannung (die aber mit Rücksicht auf die excentrische Lage der resultirenden Druckkraft nach c. 5 b Seite 33 zu ermitteln ist) an keiner Stelle den zulässigen Werth von etwa 8 kg f. d. qcm überschreitet.

Form und Stärke des Gewölbes werden vorläufig nach zum Theil empirischen Regeln angenommen, dann durch graphische Construction der Mittellinie des Drucks auf obige Bedingungen geprüft und nöthigenfalls danach verbessert.

Für die erste Annahme der Gewölbstärke s im Scheitel kann die Formel $s = \frac{2 \cdot r \,(g \,.\, d + p)}{2\,k - (g \,.\, d + p)}$ benützt werden, worin r den Krümmungs-Halbmesser im Scheitel, d die Höhe der Ueberschüttung plus der Gewölbstärke, g das Mittel aus dem Gewicht des Mauerwerks und dem der Ueberschüttung, p die Belastung pro qm und k die zulässige Beanspruchung des Mauerwerks bezeichnet. Es gibt nun für ein und dasselbe Gewölbe bei gleicher Belastung unendlich viele Drucklinien. Diejenige wird die günstigste sein, welche mit der Mittellinie des Bogens zusammenfällt, da hier alle Pressungen in den Fugen sich gleichmässig vertheilen. Man bestimmt zunächst die Drucklinie, für welche die Angriffspunkte des Scheitel- und Kämpferdrucks in den Mitten der betreffenden Fugen liegen.

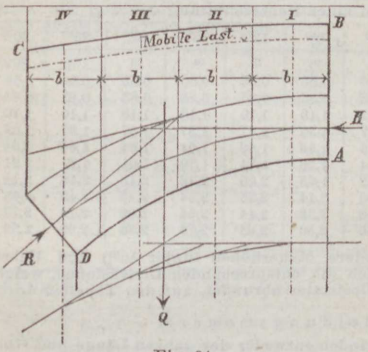


Fig. 24.

Die Gewölbfugen sind vorerst mit Ausnahme der Kämpferfuge vertikal angenommen.

Es sei γ das spec. Gewicht des Gewölbmaterials.

« « γ_1 das spec. Gewicht der Hinterfüllung.

Das Gewicht der Hinterfüllung ist durch das von Mauerwerk von der Höhe $x = \frac{\gamma_1}{\gamma}$ zu ersetzen. Die mobile Last wird durch Zuschlag von $0{,}^{m}25$ Mauerwerks-Höhe bei Strassenbrücken und von $0{,}^{m}8$ bei Eisenbahnbrücken in Rechnung gebracht. Man erhält hieraus die sogenannte reducirte Belastungsfläche A B C D des halben Gewölbes, welche durch vertikale Linien in eine beliebige Anzahl gleichbreiter Streifen I, II, III u. s. w. getheilt wird. Die zwischen den Vertikalen liegenden Flächen sind nun proportional ihren mittleren Höhen und den Gewichten eines Gewölbstücks von derselben Fläche und der Tiefe 1^{m}. Es wird sich desshalb aus diesen mittleren Höhen bezw. aus ihren aliquoten Theilen, unter Annahme eines beliebigen Horizontalschubes H ein Kräfteplan und das zugehörige Seilpolygon construiren lassen. Die Summe der einzelnen Flächengewichte ergeben das Gewicht Q des halben Gewölbtheils von der Tiefe 1^{m}. Die Lage der so gefundenen Schwerpunktsordinate erhält man durch den Schnitt der beiden äussersten Spannungslinien des Seilpolygons. Die Richtung der Auflagerreaction R ist aus der Bedingung bekannt, dass H, R und Q sich in einem Punkt schneiden, ferner durch die Annahme,

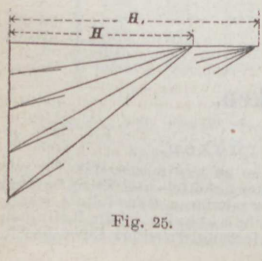


Fig. 25.

dass der Angriffspunkt von R in der Mitte der Auflagerfuge liegt. Zieht man durch den Endpunkt von Q im Kräfteplan eine Parallele mit R, so schneidet letztere von der Horizontalen die richtige Grösse des Horizontalschubs H ab. Die Drucklinie des Gewölbs ist jetzt ein zweites Seilpolygon, welches mit diesem neuen Horizontalschub construirt wird.

Die Schnitte der Seilspannungen mit den Vertikalen sind Punkte der Drucklinie, die Grösse und Richtung der Fugendrücke werden dem Kräfteplan entnommen.

Um den Druck auf eine radiale Gewölbfuge A B (s. Fig. 26) zu finden, subtrahirt man von dem Gewicht Q^1, des Gewölbtheils von der Fläche F, das dem Dreieck A B C entsprechende Gewicht q im Kräfteplan und erhält hieraus die Grösse R_n und die Richtung der auf die Fuge A B wirkenden Kraft. Die Lage des Angriffspunkts dieser Kraft kann man in den meisten praktischen Fällen, ohne einen grossen Fehler zu begehen, als mit dem ursprünglichen Angriffspunkt zusammenfallend annehmen.

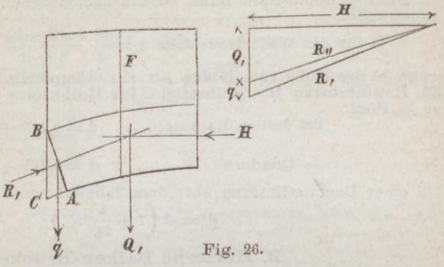


Fig. 26.

Die Drucklinie sollte an keiner Stelle aus dem mittleren Fugen-Drittel treten.

Den in der betrachteten Fuge auftretenden Maximal-Druck erhielt man aus den auf Seite 33 angegebenen Formeln.

Die Construction der grössten Druckspannung geht aus nachstehender Figur hervor. Es bezeichnet A B = l die Länge der Fuge. F den Angriffspunkt der Normalkraft N.

Man macht die angegebene Construction und erhält in C B = s die grösste Inanspruchnahme der Fuge bei B. Dieselbe soll 10—20 kg pro qcm nicht übersteigen.

Das Trapez A B C D stellt die Druckvertheilung auf die Fuge dar. Die dem Druck entsprechende Mauerhöhe wird erhalten durch Division des Drucks auf die entsprechende Flächeneinheit mit dem spec. Gewicht der Mauermasse.

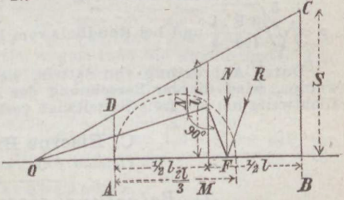


Fig. 27.

Die Berechnung der Widerlager schliesst sich an die des Gewölbes an. Man theilt dieselben in gleich breite Lamellen und construirt die Drucklinie als Fortsetzung der Gewölb-Drucklinie.

Für die neueren in Frankreich erbauten Brücken und Viaducte, bei welchen die Gewölbe in den nicht unter den Stirnmauern liegenden Theilen aus Bruchsteinen in Cementmörtel ausgeführt worden sind, gilt für die Gewölbstärke die Formel: $d = 0{,}40 + 0{,}035\ (S - 10)$ in Metern, worin S die zwischen 10—50^m variirende Spannweiten bedeutet.

Bezeichnet Q das Gewicht der Gewölbehälfte sammt Uebermauerung und Belastung pro 1^m Gewölbetiefe in kg, K die zulässige Druckfestigkeit des Materials in kg pro qcm, n eine Constante, die für stark belastete Gewölbe zu 0,24, für mittelstark belastete (die etwa den Fussboden eines Hauses zu tragen haben) zu 0,1 und für wenig belastete Gewölbe zu 0,05 anzunehmen ist, so ist nach Schwarz die Scheitelstärke d, wenn S die Spannweite und h die Pfeilhöhe bezeichnen

$$d = n + \frac{1}{6525} \cdot \frac{Q}{K} \cdot \frac{S}{h}$$ für Gewölbe mit weniger als $^1/_3$ Pfeil, und

$d = n + \frac{1}{2175}\frac{Q}{K}$ (in Metern) für Gewölbe mit mehr als 1/3 Pfeil anzunehmen, ferner die Stärke des Gewölbes an einer zwischen Kämpfer und Scheitel gelegenen Stelle $d^1 = \frac{d}{\cos \varphi}$. ($\varphi$ Winkel, der die Richtung der Radien zwischen Scheitel- und Gewölbepunkt angibt.)

Bei der Rhein-Nahe-Bahn wurden nachstehende empirische Formeln angewendet:

1) für die Widerlagsstärke $a = \frac{S}{8}\frac{3.(S-h)}{S+h} + 0{,}314^m + \frac{h^1}{6}$,

wenn h^1 die Höhe vom Boden bis zur Kämpferlinie bezeichnet, ferner die Gewölbstärke im Schlussstein für Halbkreise und Flachbögen bis zu 1/3 Pfeil

bei festem Backstein . . $d = 0{,}24^m + \frac{1}{16} \cdot S$,

« Quadern . . . . . $d = 0{,}24^m + \frac{1}{32} S$;

bei einer Dammschüttung über dem Scheitel von der Höhe h_2

$$d^1 = d\left(1 + \frac{1}{24} h_2\right).$$

B. Hölzerne Balken-Brücken.

Aus Rundholz geschnitten, hat ein Balken von rechteckigem Querschnitt die grösste Tragkraft, wenn sich die Höhe zur Breite wie $\sqrt{2} : 1$ oder wie 7 : 5 verhält.

Ein Balken von der Länge l liegt an seinen beiden Enden frei auf und ist in der Mitte durch ein Gewicht P oder auf die ganze Länge gleichförmig vertheilt, mit 2 P belastet. Ist s die zulässige Inanspruchnahme des Holzes, so erhält man für die erlaubte Belastung:

für Balken mit rechteckigem Querschnitt: 1) $P = \frac{2}{3}\frac{sbh^2}{l}$; b = Breite, h = Höhe,

für Rundholz: 2) $P = \frac{\pi}{8}\frac{sd^3}{l}$; d = Durchm.

Ist die Breite eines rechtwinkligen Balkens 5 a und die Höhe 7 a, so ist bei gegebener Belastung von P resp. wie oben von 2 P:

$a = \sqrt[3]{\frac{3\,P\,.\,l}{490\,.\,s}}$ und bei Rundholz vom Durchmesser d: $d = 2\sqrt[3]{\frac{P\,.\,l}{\pi\,.\,s}}$.

Durch Anbringung von Sätteln, welche mit den Balken verkämmt werden, wird die der Berechnung der Balkenstärke zu Grund liegende Lichtweite um die freie Sattellänge verkleinert.

C. Eiserne Brücken.

Von Professor Weyrauch in Stuttgart.

1) Belastung eiserner Brücken.

a) Eisenbahnbrücken.

Verkehrslast. Diejenigen Fahrzeuge bewirken die grössten Beanspruchungen, bei welchen der Raddruck möglichst gross, Radstand und Bufferlänge möglichst klein sind. Sehr ungünstig ist die umstehend verzeichnete bayrische Tendermaschine. Darunter sind die Verhältnisse eines besonders stark beladenen Güterwagens angedeutet. Die Gewichte verstehen sich pro Axe, d. h. pro lfd. Meter Gleis.

Die in einem bestimmten Falle maassgebende Gruppirung der Fahrzeuge wird durch statische Gesetze dictirt, welche vom System der Brücke, Constructionstheil und Art der Beanspruchung abhängen. Doch setzt man selten mehr als drei hinter einander folgende Locomotiven voraus und denkt sich im Uebrigen schwer beladene Güterwagen angehängt.

Bei Berechnung eines Constructionstheils kann man sich die Verkehrslast durch eine solche auf der betreffenden Strecke gleichmässig vertheilte Last von z pro lfd. Meter ersetzt denken, welche die gleiche Beanspruchung erzeugt. So erhält man mit einem Zug von 3 der obigen Tendermaschinen und angehängten Güterwagen zur Berechnung der Angriffsmomente einfacher Balkenbrücken

für Spannweite . . .	l = 10	15	20	30	40	60	100 m,
pro lfd. Meter Gleis .	z = 8,0	6,8	6,4	6,0	5,8	5,2	4,1 t.

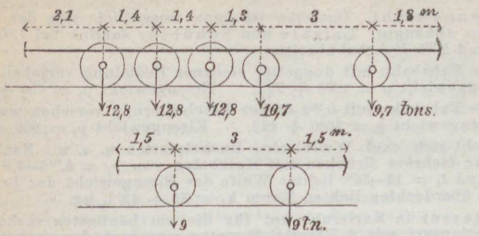


Fig. 28 u. 29.

Dies sind zur Zeit etwa die ungünstigsten Annahmen, gewöhnlich genügt es mit Launhardt

$$z = \frac{260 + 2l}{30 + l} \text{ Tonnen}$$

zu setzen. Für Nebenbahnen sind noch etwas günstigere Annahmen zulässig.

Dieselben z wie für die Angriffsmomente werden vielfach auch bei Berechnung aller sonstigen Beanspruchungen verwendet. Dies ist nie genau, führt aber zu besonders schlechten Resultaten bei Fachwerken, wo sich damit die Gegendiagonalen viel zu gering beansprucht oder einfache Diagonalen und Verticalen nur auf Zug oder Druck beansprucht finden, während sie auch Druck oder Zug erleiden. Ueber bessere Annahmen siehe u. A. bei Laissle und Schübler, Bau d. Brückenfr., 1876 u. 71, Heinzerling, Erbk. 1875. Am besten macht man die Rechnung auf Grund concentrirter Lasten, man kann dann zur Vergleichung mit anderen Brücken schliesslich die äquivalenten z berechnen.

Eigengewicht. Dasselbe ist von Verkehrslast, Constructionssystem und Anordnung der Theile abhängig. Für einfache Balkenträger erhielten Laissle und Schübler mit obiger Tendermaschine

für Spannweite . . .	l = 10	15	20	30	40	60	100 m,
pro lfd. Meter Gleis .	p = 1,44	1,66	1,88	2,32	2,76	3,64	5,40 t.

Dies sind der starken Verkehrslast wegen etwa die ungünstigsten Annahmen. Schwedler setzt für statische Berechnungen

$p = 800 + 30\,l$ kg, bei der neueren Dimensionenberechnung genügen dann $p = 800 + 25\,l$ kg,

wovon etwa 400 kg auf Schienen, Schwellen, Bohlen kommen.

Die Grösse des Winddrucks ist gewöhnlich zu 120—150 kg pro qm Brückenfläche anzunehmen, wobei die Brücke belastet angenommen wird.

b) Strassenbrücken.

Verkehrslast. Als solche ist für die Hauptträger grösserer Brücken (von etwa 20^m an) Menschengedränge am ungünstigsten; bei kleineren Brücken schwerste Lastwagen mit Ausfüllung der Zwischenräume durch Menschengedränge. Für die Zwischenträger sind immer Lastwagen am ungünstigsten. Die Verhältnisse eines sehr schweren Lastwagens sind in Fig. 30 angedeutet, wobei die Gewichte Axdrücke

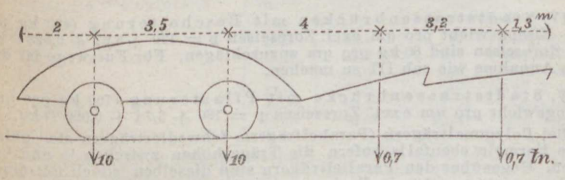


Fig. 30.

bezw. Pferdepaare mit Geschirr vertreten. Spurweite $1,^{m}4$, Ladebreite $2,^{m}5$. Auf Nebenstrassen genügen Axdrücke von 6 t. Menschengedränge in Städten 400—500, auf dem Lande 350—400 kg pro qm.

Eigengewicht. Dasselbe ist ganz wesentlich von der Art der Fahrbahn abhängig. Laissle und Schübler fanden bei $7,^{m}5$ ganzer Breite und $5,^{m}5$ Fahrbahnbreite,

wenn die Fahrbahn mit doppelter eichener Bedielung versehen war:
Eigengewicht $p = 1300 + 28\,l$, Eisengewicht $p_1 = 600 + 23\,l$ kg,

wenn die Fahrbahn mit $0,^{m}2$ dicker Beschotterung versehen war:
Eigengewicht $p = 3600 + 42\,l$, Eisengewicht $p_1 = 900 + 42\,l$ kg

p_1 versteht sich excl. Wellbleche, Buckelplatten u. s. w. Nach Koch ergab für mehrere Brücken mit Holzbelag von $b_1 = 2,^{m}6$—$4,^{m}5$ lichter Breite und $l_1 = 12$—36^{m} lichter Weite das Eisengewicht der Brücke für den qm überdeckten lichten Raum $k_1 = 30 + 4,3\,l_1$ kg.

Engesser in Karlsruhe hat für die am häufigsten vorkommende Constructionsart mit 2 Parallel-Hauptträgern und dazwischen befindlichen Quer- und Längsträgern, für Trägerhöhen von $^1/_{10}$—$^1/_8$ der Länge und für Brückenlängen von 10 — 100^{m} Formeln zur Bestimmung des Eigengewichts der eisernen Strassenbrücken für 5 Constructionstypen aufgestellt, wobei der Anstrengungscoëfficient für die Verkehrslast zu 600, für ruhende Last zu 1200 kg pro qcm angenommen wurde.

I. Für Landstrassenbrücken mit doppeltem Bohlenbelag,
II. « « « Beschotterung,
III. « Strassenbrücken in verkehrsreichen Städten mit doppeltem Bohlenbelag,
IV. Dessgleichen mit Beschotterung und
V. « « Pflasterung.

Als Verkehrslast für I und II wurden Lastwagen von 10 t Gewicht, für die Hauptträger eine Belastung von $360 + \frac{1200}{l}$ kg pro qm Brückenfläche zu Grunde gelegt. Wird bei Anwendung eines Bohlenbelags, dessen Gewicht zu 110 kg pro qm angenommen, so ist das totale Eigengewicht p pro qm (die Brückenbreite von Trägermitte zu Trägermitte gerechnet)

für I $p = 105 + 2,3\,l + 0,02\,l^2$ in kg.

Werden an die Hauptträger noch Fusssteege angehängt, so entspricht deren Eisengewicht (incl. Verstärkung der Hauptträger, aber excl. Geländer) pro qm einer Belastung $p = 60 + 2,3\,l$ (kg).

II. Bei Landstrassenbrücken mit Verkehrslasten wie bei I und mit Beschotterung (Gewicht des Schotters pro qm = 400 kg angen.) ist das Eisengewicht pro qm excl. Zoreseisen $p = 125 + 2,8\,l + 0,025\,l^2$ (kg) für die Zoreseisen sind pro qm überdeckte Fläche 65 kg zuzuschlagen, für aussenliegende Trottoirs gilt das sub I Gesagte.

III. Bei Stadtstrassenbrücken mit doppeltem Bohlenbelag und für Lastwagen von 20 t Gewicht, ist die Belastung für die Hauptträger pro qm Brücke $= 440 + \frac{1400}{l}$ kg. Das Gewicht des Bohlenbelags pro qm = 140 kg, das Eisengewicht $p = 155 + 2,7\,l + 0,021\,l^2$ kg pro qm. Für aussenliegende Trottoirs ist zu setzen: $p = 80 + 2,7\,l$ kg pro qm.

IV. Stadtstrassenbrücken mit Beschotterung (480 kg pro qm). Eisengewicht pro qm excl. Zoreseisen $p = 170 + 3,2\,l + 0,028\,l^2$ kg. Für Zoreseisen sind 80 kg pro qm zuzuschlagen. Für Fusswege ist dieselbe Annahme wie sub III zu machen.

V. Stadtstrassenbrücke mit Pflasterung (700 kg pro qm). Eisengewicht pro qm excl. Zoreseisen $p = 180 + 3,7\,l + 0,029\,l^2$ kg.

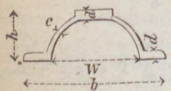
Bei Polygonalträgern (Parabelträgern, Schwedlerträgern etc.) gelten obige Formeln ebenfalls, sofern die Trägerhöhen zwischen $^1/_8$ und $^1/_{10}\,l$ liegen. Gegenüber den Paralleträgern sind dieselben jedoch mit einem Mindergewicht von 5% in Rechnung zu ziehen.

Tabelle über Fahrbahnbelastungen nach Fränkel.

Die Beschotterung ruht auf:	Höhe der Beschotterung.	Fahrbahngewicht pro qm in kg.
Ziegelgewölben	20 cm	722 + 10.b
Blechgewölben	15 «	635 + 10.b
Gussplatten	20 «	561 + 10.b
Wellenblech	15 «	520 + 10.b
Buckelplatten	15 «	486—496 + 10.b
Bohlenbelag	15 «	487—434 + 10.b
Zellenplatten	4,5 «	184 + 10.b

b = Fahrbahnbreite.

Zusammenstellung der Gewichte, Widerstandsmomente etc. einiger bei Brückenbauten gebräuchlicher Zoreseisen.

Querschnittsform.	Millimeter.						Querschnitt.	Gewicht pro lfd. Meter	Widerstandsmoment bezogen auf cm.	Widerstandsfähigkeit gegen Radbruch bei 0,m6 Lichtweite in kg.	Spannweite bei 5000 Kgr. Radlast in Metern.
	b	h	a	w	d	c	qcm	kg			
	170	60	54	116	6	3	10,3	8,0	17,9	4800	0,58
	210	83	62	148	9	5	18,2	14,2	40,3	11000	1,32
	220	85	65	158	9	5	19,7	15,4	42,1	11000	1,32
Fig. 31.	220	64	80	170	8	4,5	15,4	12,0	26,5	7000	0,84
Fig. 32.	240	120	90	150	7	5,5	25,2	19,7	86,9	18000	2,16

Die Angaben der beiden letzten Columnen setzen voraus, dass die Fahrbahn durch eine Schotterschichte von 15—20cm Stärke gebildet ist und die einzelnen Schienen in Zwischenräumen von 0,m04 bezw. 0,m092 gelegt und mit den Hauptträgern fest verbunden sind, ferner dass sich der Druck auf 3 Zoreseisen vertheilt. Endlich ist hierbei angenommen, dass die Zoreseisen auf den Trägern aufgenietet werden und daher als eingespannte Balken zu betrachten sind.

Für **Wellbleche** wurde von Ritter folgende Formel zur Berechnung des Trägheitsmoments einer Doppelwelle aufgestellt:

$$\frac{b^3 . \pi . \delta}{8} + 2\,b^2 . \delta . h + b . \pi . \delta . h^2 + \frac{4}{3}\delta h^3,$$

worin b die mittlere Wellenbreite, δ die Blechstärke, h den Höhenabstand der Halbkreismittelpunkte von der horizontalen Mittellinie bezeichnet, und wobei das gerade Mittelstück mit $\frac{4}{3} . \delta . h^3$ in Rechnung gezogen wurde.

Eisenbahnschienen von durchschnittlich 9,15cm Basis, 5,5cm Kopfbreite	und einer Höhe in cm	Gewicht pro Meter in kg.	Widerstandsmoment.	Bemerkung.
	10,5	26,1	90	Die mit * bezeichn. Ziffern beziehen sich auf 2 aufeinandergenietete Schienen.
	11,8	29,8	117	
	13	32,6	140	
	23,5	42,8	370	
	26,2*	65,2*	412*	
	47,0*	85,6*	1044*	

Weiteres über Brückenbelastung u. A. bei Heinzerling, die angreif. und widerst. Kräfte 1876; Winkler, Brückenbau 1875; Gerber, Bayr. Ztschr. 1874; Schmidt, Först. 1866; Schwedler, Erbk. 1865.

2) *Einfache vollwandige Träger.*

Statische Berechnung. Ist p das Eigengewicht und $q = p + z$ die Totallast pro lfd. Meter Träger, so hat man grösstes Moment in einem beliebigen Querschnitt x, grösste Stützenreactionen, grösste verticale Schubkraft und grösstes Moment am ganzen Träger

$$M_x = \frac{1}{2} qx\,(l - x), \qquad A = B = \max. V = \frac{1}{2} ql, \qquad M_\mu = \frac{1}{8} ql^2.$$

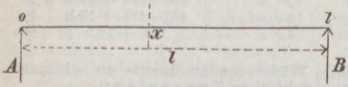


Fig. 33.

Besteht die Belastung aus einem gleichmässig vertheilten Eigengewicht p und einem System concentrirter Lasten $P_1, \ldots P_m$, welche in Entfernungen $a_1, \ldots a_m$ von o angreifen, so sind die Stützenreactionen u. verticalen Schubkräfte bei o und l:

$$A = \frac{1}{l} \frac{l}{\sum_o} P\,(l - a) + \frac{1}{2} pl \qquad B = \frac{1}{l} \frac{l}{\sum_o} Pa + \frac{1}{2} pl$$

Moment und verticale Schubkraft bei x:

$$M_x = Ax - \frac{1}{2} px^2 - \frac{x}{\sum_o} P\,(x - a) \text{ und } V_x = \frac{x}{\sum_o} P + px - A.$$

Für jedes während des Vorrückens gleichzeitig auf dem Träger Platz findende Lastsystem $P_1, P_2 \ldots P_m$ wird M_x bei x am grössten, wenn diejenige Last P_z über x steht, bei welcher die Summe $P_1 + P_2 + \ldots$ den Werth $\frac{x}{l}(P_1 + \ldots + P_m)$ durchschreitet. Ort und Werth des grössten am ganzen Träger vorkommenden Moments:

$$x = \mu = \frac{l}{2} + \frac{(P_1 d_1 + \ldots + P_{z-1} d_{z-1}) - (P_{z+1} d_{z+1} + \ldots + P_m d_m)}{2\,(P_1 + \ldots + P_m) + pl},$$

$$M_\mu = \left(P_1 + \ldots + P_m + \frac{1}{2} pl\right) \frac{\mu^2}{l} - (P_1 d_1 + \ldots + P_{z-1} d_{z-1}),$$

wenn P_z die Last, unter welcher die Summe $P_1 + P_2 + \ldots$ den Werth $\frac{1}{2}(P_1 + \ldots + P_m)$ durchschreitet, und $d_1, \ldots d_m$ die Entfernungen der Lasten $P_1, \ldots P_m$ von P_z, μ bei mehr als 2 Rädern nahezu $\frac{l}{2}$. — Wenn wie bei Schienenträgern nur 2 Räder gleichzeitig auf dem Träger Raum finden, dann hat man speciell

$$\mu = \frac{l}{2} - \frac{P_2 d}{2\,(P_1 + P_2) + pl} \qquad M_\mu = (P_1 + P_2 + \frac{1}{2} pl) \frac{\mu^2}{l}$$

unter P_1 die schwerste Radlast, unter d den Abstand beider Axen verstanden.

Dimensionenberechnung. Ist bei x M_x das grösste Angriffsmoment, J das Trägheitsmoment, a die Entfernung der äussersten Faser von der Schwerpunktsaxe und s die grösste Beanspruchung pro qcm, so ist, je nachdem b oder J gegeben,

$$\text{nöthig: } J = \frac{a M_x}{s}, \qquad \text{vorhanden: } s = \frac{a M_x}{J}.$$

Für verschiedene gewalzte I-Träger sind die Werthe $\frac{J}{a}$ in Rubrik „Widerstandsmomente“ S. 19 bezw. 34 zu finden.

Für Blechträger, wenn h Entfernung der Gurtungsschwerpunkte, D Dicke der Verticalplatte, s zulässige Beanspruchung pro qcm, nöthiger Gurtungsquerschnitt bei x

$$F = \frac{M_x}{s\,h} - \frac{1}{6}\,D\,h.$$

Bei Berechnung mit gleichmässig vertheilten Lasten zu setzen $s = 700\left(1 + \frac{p}{2q}\right)$, für Querträger des Einflusses der Stösse wegen ohne Weiteres 650—700, für Schienenträger 600—650 kg. Dicke der Verticalplatte und grösste zulässige Niettheilung (unmittelbar bei den Stützen)

$$D = \frac{q\,l}{900\left(1 + \frac{p}{2q}\right)h} \qquad e = 2800\,D\,h\,\frac{1 + \frac{p}{2q}}{ql},$$

e darf nach der Mitte zu etwas grösser werden, mit D nicht unter $0{,}8^{cm}$ gehen. Zum Stoss der Verticalplatte $n = \frac{h}{2d}$ Niete nöthig, d Nietdurchmesser. Ueberall h, D, d in Centimetern.

Weiteres über statische Berechnungen bei Laissle und Schübler a. a. O.; Winkler a. a. O.; Weyrauch, Theorie u. Berechn. d. Träger 1873 u. Hannov. Ztschr. 1875; über Dimensionenberechn. Weyrauch, Festigk.- u. Dimensionenberechn. d. Eisen- u. Stahlconstr. mit Rücks. auf d. neueren Versuche 1876.

3) Continuirliche Träger.

Statische Berechnung. Sind die Oeffnungen l_{r-1}, l_r mit u_{r-1}, u_r pro lfd. Meter belastet, so hat man für die Stützenmomente M_{r-1}, M_r, M_{r+1} (Fig. 34) die Relation

$$M_{r-1}\,l_{r-1} + 2M_r\,(l_{r-1} + l_r) + M_{r+1}\,l_r = -\frac{1}{4}\,u_{r-1}\,l^3_{r-1} - \frac{1}{4}\,u_r\,l^3_r.$$

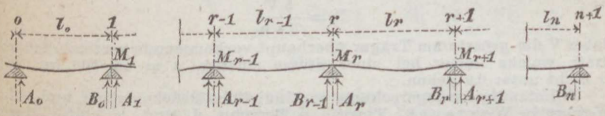


Fig. 34.

Besteht die Belastung aus concentrirten Lasten und gleichmässig vertheiltem Eigengewicht von p per lfd. Meter Träger, so lautet die rechte Seite vorstehender Gleichung

$$-\frac{1}{l_{r-1}}\sum_{r-1} Pa\,(l-a)\,(l+a) - \frac{1}{l_r}\sum_r Pa\,(l-a)\,(2l-a)$$

$$-\frac{1}{4}\,p_{r-1}\,l^3_{r-1} - \frac{1}{4}\,p_r\,l^3_r,$$

worin sich z. B. $\sum_r$ auf alle concentrirten Lasten in l_r bezieht. Man hat ebensoviel Gleichungen als Stützenmomente.

Bedeuten in irgend einer Oeffnung l_r, A_r, B_r die Zahlenwerthe der verticalen Schubkräfte bei den Stützen links und rechts und u die gleichmässig vertheilte Last pro lfd. Meter, so hat man

$$A_r = \frac{1}{l_r}\left[-M_r + M_{r+1} + \frac{1}{2}\,u_r\,l^2{}_r\right]$$

$$B_r = \frac{1}{l_r}\left[M_r - M_{r+1} + \frac{1}{2}\,u_r\,l^2{}_r\right]$$

für concentrirte Lasten und p ist hierin an Stelle von $\frac{1}{2}\,u_r\,l^2{}_r$ zu setzen bezw.

$$\Sigma_r\, P\,(l-a) + \frac{1}{2}\,p_r\,l^2{}_r \qquad \Sigma_r\, Pa + \frac{1}{2}\,p_r\,l^2{}_r$$

Moment und verticale Schubkraft in einem beliebigen Querschnitt x

$$M_x = M_r + A_r x - \frac{1}{2}\,u_r x^2 \qquad V_x = u_r x - A_r$$

für concentrirte Lasten anstatt $\frac{1}{2}\,u_r x^2$ und $u_r x$

$$\sum_{o}^{x} P\,(x-a) + \frac{1}{2}\,p_r x^2 \qquad \sum_{o}^{x} P + p_r x$$

Moment M_r, Stützenreaction T_r und verticale Schubkraft unmittelbar vor und nach Stütze r werden am grössten, wenn l_{r-1}, l_{r-3}, . . . und l_r, l_{r+2} .. total, alle übrigen Oeffnungen nur mit Eigengewicht belastet sind. Für die grössten Werthe aller positiven M_x in irgend einer Oeffnung l_r müssen l_r, l_{r+2}, $l_{r\pm4}$, .. total belastet sein, das grösste positive Moment in dieser Oeffnung tritt in demjenigen Punkte $x = \mu$ ein, wo $V_x = o$ ist. — Bei concentrirten Lasten kommt es in allen diesen Fällen noch auf die Gruppirung der Lasten an.

Dimensionenberechnung. Nöthiger Gurtungsquerschnitt bei x, wenn M_x das absolut grösste dort vorkommende Moment,

$$F = \frac{M_x}{s\,h}, \qquad \text{zulässige Beanspruchung } s = 700\,(1 + 0{,}5\,\varphi)$$

worin φ das Verhältniss des numerisch kleinsten Grenzwerthes zum numerisch grössten, welchen das Moment bei x annehmen kann, φ negativ, wenn beide Grenzwerthe von verschiedenen Vorzeichen sind. Für continuirliche Blechträger nöthige Dicke der Verticalplatte

$$D = \frac{5\,V}{3\,s\,h}$$

dabei V die grösste am Träger überhaupt vorkommende verticale Schubkraft, welche immer bei einer Stütze eintritt, s = ca. 700 kg, mit D nicht unter 0,9 gehen.

Vollständig durchgerechnete continuirliche Brückenträger und alles Weitere in Weyrauch, Theorie u. Berechn. d. cont. u. einf. Träger 1873; graphische Methode bei Mohr, Hannov. Ztschr. 1868; Dimensionenfeststellung analyt. u. graph. in Weyrauch, Festigk.- u. Dimensionenberechn. 1876.

4) Fachwerkträger aller Art.

Statische Berechnung. (Ritter'sche Methode.) Man denke sich die Construction in zwei Theile zerlegt durch einen Schnitt, welcher höchstens 3 Glieder mit unbekannten Spannungen trifft, bringe an den Schnittstellen der Glieder die Kräfte X, Y, Z an, welche genannte Spannungen vertreten. Dann ergibt sich Spannung X unmittelbar, wenn man für die an einem der beiden getrennten Theile wirkenden Kräfte in Bezug auf den Schnittpunkt von Y und Z die Bedingungsgleichung „Summe aller Momente gleich Null" anschreibt. Um Y, Z zu bestimmen, hat man dieselbe Bedingungsgleichung für den Schnittpunkt von X und Z bezw. von X und Y aufzustellen.

Alle rechts herum (wie der Uhrzeiger) drehenden Momente werden als positiv, alle links herum drehenden als negativ in die Gleichungen eingeführt. Die Spannungen bedeuten dann Zug oder Druck, je nachdem sich schliesslich ein positiver oder negativer Werth für sie findet.

Um die beiden Grenzbeanspruchungen (diejenigen zwischen welchen alle anderen liegen) eines Gliedes zu erhalten, nehme man zunächst sämmtliche Knotenpunkte total belastet an, stelle die Momentengleichung auf und ordne sie so, dass der Einfluss der Verkehrsbelastung für jeden Knotenpunkt durch ein einzelnes Glied von leicht erkennbarem Vorzeichen ausgedrückt ist. Man erhält dann die grösste Zugbeanspruchung (oder kleinste Druckbeanspruchung), wenn man alle Verkehrslasten von negativem Einfluss weglässt, die grösste Druckbeanspruchung (oder kleinste Zugbeanspruchung), wenn man alle Verkehrslasten von positivem Einfluss wegstreicht.

Seien in Fig. 35 die P vom Eigengewicht, die V von der Verkehrslast herrührend, dann ist z. B. die Momentengleichung zur Bestimmung von Y (Drehpunkt a)

$$Yy + \left(P_1 + V_1\right)\left(x + \frac{1}{4}\right) - A\,x$$ und wegen

$$A = \frac{3}{4}\left(P_1 + V_1\right) + \frac{1}{2}\left(P_2 + V_2\right) + \frac{1}{4}\left(P_3 + V_3\right)$$

$$Y = \frac{1}{y}\left[\left(-P_1\frac{1+x}{4} + P_2\frac{x}{2} + P_3\frac{x}{4}\right) - V_1\frac{1+x}{4} + V_2\frac{x}{2} + V_3\frac{x}{4}\right]$$

Hieraus folgen die Grenzspannungen in erwähnter Weise:

$$Y = \frac{1}{y}\left[\left(-P_1\frac{1+x}{4} + P_2\frac{x}{2} + P_3\frac{x}{4}\right) + V_2\frac{x}{2} + V_3\frac{x}{4}\right]$$

$$Y^1 = \frac{1}{y}\left[\left(-P_1\frac{1+x}{4} + P_2\frac{x}{2} + P_3\frac{x}{4}\right) - V_1\frac{1+x}{4}\right]$$

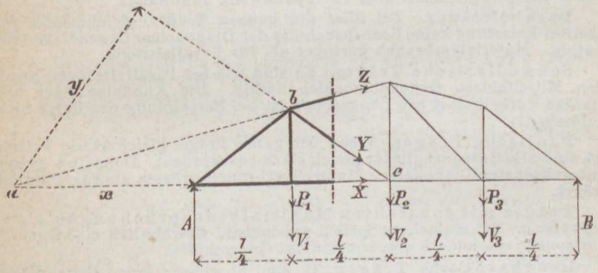


Fig. 35.

x, y können abgegriffen oder berechnet werden. Zur Bestimmung von X, Z wäre b bezw. c der Drehpunkt. — Speciell bei einfachen Balkenfachwerken wirken alle V positiv für die untere, negativ für die obere Gurtung, sodass die numerisch grössten Gurtungsbeanspruchungen bei Totalbelastung des ganzen Trägers eintreten. — Beim Schnitt durch's Endfeld werden nur 2 Glieder getroffen und kann dann bei Bestimmung der Beanspruchung des einen ein beliebiger Punkt des andern als Drehpunkt gewählt werden. — Bei Fachwerken mit parallelen Gurtungen fällt der Drehpunkt zur Bestimmung der Diagonal- und Verticalbeanspruchungen in's Unendliche. Stellt man jedoch die Momentengleichung ganz wie angegeben auf, so fällt der Factor ∞ aus der Gleichung weg. Bei continuirlichen Fachwerkträgern müssen erst nach den unter 3) gegebenen Formeln die M, A berechnet werden, ehe man die Bedingung „Summe aller Momente gleich Null" ausdrücken kann.

Die Richtungen der Diagonalen pflegt man so anzuordnen, dass Y, Y^1 positiv werden, wo dies nicht möglich ist (Mittelfelder), müssen Gegendiagonalen angebracht werden, und man denkt sich dann von beiden im gleichen Feld befindlichen immer nur diejenige wirksam, welche Zug erleidet.

Fachwerke mehrfachen Systems werden gewöhnlich in einfache Systeme zerlegt und die Belastungen auf die Knotenpunkte aller

Systeme gleichmässig vertheilt gedacht. Die hierbei erhaltenen Resultate genügen, wenn die Diagonalen der verschiedenen Systeme in gleicher Richtung abfallen, sind aber mitunter sehr unrichtig, wenn diese Diagonalen sich kreuzen und also die Verticalen beider Systeme zusammenfallen. Ueber genauere Berechnung siehe Fränkel, Civiling. 1876; Knoll, Först. 1875; Mohr, Hannov. Ztschr. 1874—75.

Dimensionenberechnung. Ist für ein Glied φ das Verhältniss der (numerisch) kleineren zur grösseren Grenzspannung, so ist die zulässige Beanspruchung pro 1 qcm für dieses Glied $s = 700\,(1 + 0{,}5\,\varphi)$. φ ist negativ, wenn die Grenzbeanspruchungen von verschiedenem Vorzeichen sind, das Glied also abwechselnd Zug und Druck erleidet. Speciell für die Gurtungsglieder von Balkenbrücken, wenn dieselben für gleichmässig vertheilte Lasten berechnet werden, $\varphi = p : q$. Zur Befestigung der Diagonalen und Verticalen sind $n = \frac{5}{\pi\, d^2}\, F$ einschnittige Niete nöthig, d Nietdurchmesser, F nutzbarer Querschnitt des Glieds.

Weiteres über die stat. Berechn. bei Ritter, Theorie eis. Dach- u. Brückenconstr. 1873; über Berechn. für concentr. Radlasten bei Asimont, Bayr. Ztschr. 1876; Keck, Hannov. Ztschr. 1874; Schäffer, Erbk. 1870; über Dimensionenberechn. Niete u. s. w., alles Weitere Weyrauch, Dimensionenberechn. 1876. Ueber die Berücksichtigung der Zerknickungsgefahr s. d. Hannov. Zeitschrift von 1879.

5) Verschiedene Notizen.

Träger aus 2 vernieteten Eisenbahnschienen, von denen die oberste gleichzeitig Fahrschiene, nicht über $1{,}^{m}5$, gewalzte I nicht über 5^{m}, einfache Blechträger nicht über 15^{m} Spannweite angewandt.

Parabelträger. Bei über die ganzen Träger gleichmässig vertheilter Belastung keine Beanspruchung der Diagonalen. Gegendiagonalen nöthig. Materialverbrauch geringer als für Paralleträger.

Schwedler'sche Träger. Es sind wie bei Paralleträgern nur in den Mittelfeldern Gegendiagonalen nöthig. Die Annahme einer constanten Verkehrslast pro Längsmeter ist bei Berechnung der Form nicht zulässig (1).

Paulische Träger. Wenn der ganze Träger gleichmässig belastet ist, sind alle Gurtungsglieder gleich stark beansprucht. Doppeltes System mit gekreuzten Diagonalen. Materialverbrauch grösser als für Paralleträger.

Träger mit constanten Maximalbeanspruchungen einer Gurtung. Mit einfachem System erreichbar. Gewöhnlich eine Gurtung horizontal, die andere von constantem Querschnitt.

Launhardt'sche Träger. Es sind überhaupt keine Gegendiagonalen nöthig. Ueber Eigenschaften und Berechnung dieser Träger siehe Launhardt in Dtsch. Bauz. 1876, Quietmeyer in Hannov. Ztschr. 1877.

Bogenträger. Bei 3 Gelenken sind die Beanspruchungen ohne Elasticitätstheorie bestimmbar, Temperaturänderungen und geringes Ausweichen der Widerlager unschädlich, dagegen die Einwirkung der Stösse besonders ungünstig für das Scheitelgelenk.

Continuirliche Träger. Vortheile: Materialersparniss, kleine Einsenkung, leichte Aufstellung, geringe Dimension der Zwischenstützen. Nachtheil: ungünstiger Einfluss unbeabsichtigter Aenderungen der Stützhöhen, besonders bei schlechtem Fundamentboden.

Gerber'sche Träger. Es soll dieselbe Materialersparniss wie bei continuirlichen Trägern erreicht, der Einfluss unbeabsichtigter Senkungen der Stützen aber vermieden werden.

Trägerhöhe. Gewöhnlich $\frac{1}{10}$ l bis $\frac{1}{8}$ l, nicht gern unter $\frac{1}{10}$ l, bei hohen Fachwerkträgern mit untenliegender Fahrbahn wo möglich so, dass eine obere Querverbindung angebracht werden kann.

Niete. Für Hauptträger 2,5—3, für Schienenträger und Querträger 2—2,5, Nietheilung der Gurtungen von Fachwerken bei 2—3^{cm} starken Nieten 14—20^{cm}. Nietschaft wo möglich nicht über 10—12^{cm} lang.

Endwiderlager so berechnen, dass die zulässige Druckbean-

spruchung der Mauersteine (gewöhnlich 8—10 kg pro qcm) und des Fundamentbodens (bei directer Fundirung meist 2,5—5 kg) nicht überschritten und womöglich Zugbeanspruchungen im Mauerwerk vermieden werden.

Zwischenpfeiler. Die Rechnung würde zu geringe Stärken geben. Man kann wählen für Eisenbahnbrücken

Spannweite l =	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 m
obere Stärke =	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0 m.

Bei grossen Höhen (von etwa 10^m an) ist der Anlauf mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Mauersteine zu berechnen und der Winddruck zu berücksichtigen.

Lagerplatten sollen so gross sein, dass der Auflagerstein nicht übermässig (je nach Steinart nicht über 30—60 kg pro qcm) beansprucht wird. Winkler empfiehlt folgende empirische Formeln, worin l Spannweite, b_l Breite der Gurtung, a, b, d Länge, Breite und Dicke der Platte, alles in m.

Einfache Träger . . . $a = 0{,}32 + 0{,}007\ l$ | einf. Gurtung $b = 1{,}50\ b_l$
Contin. Tr. Widerlager $a = 0{,}27 + 0{,}006\ l$ | Doppelgurtg. $b = 1{,}25\ b_l$
« « Zwischenpf. $a = 0{,}45 + 0{,}010\ l$ | allgemein . . $d = 0{,}04 + 0{,}009\ l$.

Walzen. Wenn l die Spannweite in m, d der Durchmesser und a die Länge der Walzen in cm, A grösster Auflagerdruck in t, s zulässige Beanspruchung des Walzenmaterials in t pro qcm, n Anzahl der Walzen, so kann man setzen:

$$n = \frac{5\,A}{a\sqrt{d\,s^3}}, \text{ f. d. Zwischenpfeiler contin. Träger } n = \frac{3\,A}{a\sqrt{d\,s^3}}$$

für eingleisige Brücken $d = 10 + 0{,}10\ l$ $\quad a = 10 + 0{,}7\ l$
« zweigleisige « $d = 10 + 0{,}13\ l$ $\quad a = 10 + 1{,}1\ l$.

Pendel. Bei gleichen Bezeichnungen wie vorstehend und c für die Pendeldicke oben und unten setzt Winkler:

für Fischbauchträger . . . . . $c = 2{,}5 + 0{,}070\ l$
für andere Träger incl. Bogenträger $c = 3{,}2 + 0{,}085\ l$

	für eingleisige Brücken	für zweigleisige Brücken
	$d = 15 + 0{,}16\ l$	$d = 15 + 0{,}20\ l$
Einfache Träger . . .	$n = 3{,}0 + 0{,}045\ l$	$n = 4{,}5 + 0{,}045\ l$
Contin. Träger Widerl.	$n = 3{,}0 + 0{,}030\ l$	$n = 4{,}5 + 0{,}030\ l$
« « Endpfl.	$n = 6{,}0 + 0{,}045\ l$	$n = 9{,}0 + 0{,}045\ l$.

Zur **Berechnung von Pfeilerdimensionen**, namentlich bei Mittelpfeilern grosser Strombrücken, hat Fränkel nachstehende Formel aufgestellt, welche jedoch nur für Strassenbrücken bis zu 50^m Spannweite anzuwenden ist.

$$b = 0{,}26 + 0{,}061\ .\ l - 0{,}00058\ l^2 + 0{,}0009\ v\ .\ h_l\ .\ l \text{ Meter.}$$

Hierin bezeichnet b die obere Pfeilerbreite, l die Spannweite, v die grösste Hochwassergeschwindigkeit, h_l den grössten Hochwasserstand über der Flusssohle. Der letzte Faktor fällt also bei Pfeilern weg, die nicht in fliessendes Wasser zu stehen kommen.

Die untere Pfeilerstärke ergibt sich aus der oberen Breite und dem Anlauf, welcher in geraden Linien zur Ausführung kommt.

Für die Bestimmung des Anlaufs empfiehlt sich mit Rücksicht auf die Bedingung, dass der Druck pro Flächeneinheit in jedem horizontalen Pfeilerquerschnitt nahezu gleich sein soll, die Anwendung der Formel:

$$\frac{z}{y} = \frac{b}{\frac{2\,.\,P}{b\,.\,s} - y}, \text{ worin z die horizontale, y die vertikale Coordinate}$$

der Pfeilerbegrenzungslinie, P den Druck der Brückenconstruction, s das Gewicht der Volumeinheit des Pfeilers bezeichnet.

Anstrich eiserner Brücken. Der bewährteste Anstrich eiserner Brücken ist die ein- bis zweimalige Grundirung mit Blei- oder auch Eisenmennige-Oelfarbe mit darauf folgendem ein- oder mehrmaligem Anstrich mit heller Blei- oder Zinkweissfarbe (VI. Supplem.-Bd. des „Organs", S. 98). Nach der Zeitschr. f. Bauw., 1880, S. 147 wird bei

der kaiserl. Marine Eisenmennig oberhalb Wasser und da, wo jederzeit Conservirungsarbeiten ausgeführt werden können, als Grundanstrich ausschliesslich verwendet. Wo Menschen sich aufzuhalten haben, ist Bleimennig nicht zu gebrauchen. Für inneren Anstrich, sowie für äusseren Anstrich unter Wasser hat sich die rothe Patentfarbe von Gebr. Heyl in Charlottenburg am besten bewährt, in zweiter Linie die Farben der Silicate Paint Cie. in Liverpool, Agent Trapp in Berlin, und die Farben von Rah'tjen in Bremerhafen*).

XIII. Erdbau.

A. Erdberechnung.

Der Erdkörper bildet im Terrain ohne Quergefälle in seinem mittleren Theile ein Prisma, in den Böschungskörpern abgestumpfte Pyramiden, und kann der kubische Gehalt nach den für diese Körper geltenden Formeln berechnet werden. In der Regel aber berechnet man die Erdmassen aus dem Mittel zweier benachbarten Querprofile und der Entfernung zwischen denselben.

Die Bestimmung der Flächeninhalte der Querprofile geschieht entweder durch unmittelbare Berechnung aus den einzelnen Maassen derselben (in ebenem Terrain) oder auf graphischem Wege durch Verwandlung der Profile in einzelne Dreiecke oder mit dem Planimeter. Die beiden letzten Methoden geben bei im Maassstab 1 : 100 gezeichneten Figuren bis auf 1—1,5% bezw. 0,5—0,75% genaue Resultate.

Zur genauen Berechnung der Erdkörper, welche von 2 parallelen Grundflächen begrenzt werden, dient die Prismatoïdformel. Bezeichnet F_1 die eine und F_2 die andere (unter sich parallele) Endfläche und wird in halber Höhe parallel den Endflächen die mittlere Schnittfläche F_0 geführt, so ist der Cubikgehalt des Körpers V, wenn l die Distanz der Endflächen bezeichnet,

$$V = \left(F_1 + F_2 + 4\, F_0 \right) \frac{l}{6}.$$

Der Kubikgehalt eines Strassen- oder Bahnkörpers, dessen Querprofile F_0, F_1, F_2 um l_1, l_2 und $l = l_1 + l_2$ von einander abstehen, ist

$$V = \frac{l}{6} \left\{ F_0 + 4\, F_1 + F_2 + \left(\frac{F_1 - F_0}{l_1} + \frac{F_2 - F_1}{l_2} \right) \left(l_2 - l_1 \right) \right\}.$$

B. Böschungsanlagen.

Die Standfähigkeit der Böschungen wird erreicht

in Humus (Muttererde), Torf, losem Sand bei	2facher	Ausladung,	
in Lehm und compaktem Sandboden . .	«	1½	« «
in Thonboden, Kies und Gerölle	«	1¼	« «
in weichem Gestein, Mergel u. dergl. . .	«	1	« «
in festem Gestein im Auftrag	«	¾	« «

Dem Ruhewinkel nahe kommende Böschungen können durch Pflasterung oder Kopfrasenbekleidung gehalten werden. Böschungen, welche steiler als 5/4fach sind, sollen Kreuzflechtwerke oder Rasenvergatterungen erhalten. Bei einfachen Böschungen sind dieselben ca. 3,^{m}0, bei 5/4fachen ca. 4,^{m}0, bei 1½fachen ca. 5,^{m}0 von einander entfernt anzulegen.

Anlage von Dammböschungen. Dämme von über 2,^{m}0 Höhe sollten, auch wenn steiniges Material zur Verfügung steht, in der Regel mindestens 1½fache Böschungen, Dämme, welche dem Wellenschlag ausgesetzt oder auf lockerem, schwammigem Untergrund aufzusetzen sind, 2—3fache Böschungen erhalten; werden dagegen Dammböschungen durch Futtermauern gehalten, so darf ersteren eine steilere als 1½fache Anlage gegeben werden.

Um dem Schwinden der Dammschüttungen bezw. dem Einsacken der Böschungen Rechnung zu tragen, ist die Dammkrone bei hohen Dämmen, wenn h die Höhe des Damms bezeichnet, auf jeder Seite um $v = \frac{h}{15}$ zu erbreitern, bezw. (s. Figur) um

*) Vergl. die Anzeige von D. Decken in Flensburg, dem der Alleinverkauf im deutschen Zollverein und Schweiz überwiesen ist.

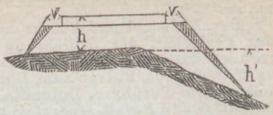
$$v = \frac{h}{15} + \frac{h_1}{30};$$

auch bei an Stelle der Erdböschungen angebrachten Steinsätzen sind entsprechende Erbreiterungen

$$v = \frac{h}{25} \text{ bezw. } v = \frac{h}{25} + \frac{h_1}{50}$$

vorzunehmen.

Fig. 36.



Bleibende Auflockerung des Bodens. Dieselbe beträgt

bei Sand und Kies	ca. 1—1½%	der Abtragsmasse.
« Lehm und leichteren Erdarten	« 3 «	
« Keuper- und Mergelboden . .	« 4—5 «	
« festem Thon, Steinmergel . . .	« 6—7 «	
« Felsen	« 10—25 «	

C. Lösen und Laden des Bodens.

In Nachstehendem bezeichnet t eine Tagschichte von 10 Stunden und g den Preis für das Lösen und Laden incl. Planirung, Geschirr und Bahnunterhaltung und Wasserableitung aus den Einschnitten in Pf.

a	b	c	d	e	f		g
No.	Bearbeitungsart.	Bezeichnung des Abtragmaterials.	Das Lösen erfordert pro cbm.	Kosten der Geräthschaften in % des Taglohns.	Das Laden Tagschichten bei Schub.	Kipp-karren.	in Pfennigen pro cbm
1	Schaufelstich.	Loser Sand oder Ackererde (hierbei ist das Graben u. das Verladen auf einfache Wurfweite in die Transportgeräthe miteinander verbunden) . . .	0,07	1%	—	—	*) 20
2	Haue.	Leichter Lehm- oder Lettenboden, gebundener oder nasser Sand, leichter Kies, Torfmoor . .	0,10—0,15	5 »	0,06	0,07	40—55
3	Pickel.	Schwerer Lehm- oder Thonboden, Mergel, mit losen Steinen durchsetzter Boden, fester Kies .	0,15—0,20	7 »	0,06	0,07	55—70
4	Kreuzpickel.	Mit grösseren Steinen stark durchsetzter Boden, Gerölle, loses Gestein mit Pickel zu bearbeitender Mergel	0,20—0,24	10 »	0,08	0,09	75—85
5	Kreuzpickel und Brecheisen.	Festes Gestein in Lagen von 0,^{m}2 Mächtigkeit und mehr, welches noch mit Brecheisen und Spitzpickel zu lösen ist . . .	0,30—0,50	12 »	0,09	0,10	105—160
6	Nur mittelst Sprengmittel zu gewinnen.	Geschlossener Felsen, welcher mit Pulver oder Dynamit gesprengt werden muss	0,65—0,90	15 »	0,09	0,10	205—275
7	do.	Sehr fester Felsen, als Granulit, Syenit, Porphyr, Gabbro je nach Beschaffenheit	1,00—1,20	15 »	0,09	0,10	300—360

*) Bei einem Lohnansatz von 2 Mark 40 Pfg.

In nassem Boden vertheuern sich die Lösungskosten von No. 1—4 um ca. 15%.

Der Aufwand auf Pulver und dergl. bei Sprengarbeiten ist je nach der Festigkeit der Schichtung des Gesteins sehr verschieden. Man rechnet, dass bei compacten Muschelkalk- und Sandsteinbänken pro cbm ca. 280 bis 400 g Pulver zum Lösen erforderlich sind, bei geschlossenen Felsen, wie Porphyre, Dolomite, Marmorkalken u. dergl. 500—600 g, bei Granit, Gneis, Basalt, Quarzfels ca. 800 g Pulver, bezw. 120—200, 220—250 g und 280 g Dynamit.

Die Wirksamkeit verschiedener Sprengmittel ist aus folgender Reihe zu entnehmen:

1) Gewöhnliches Salpetersprengpulver 1
2) Beste Sorte Sprengpulver mit höherem Salpetergehalt und Faulbaumkohle 3
3) Dualin und Lithofrakteur 5
4) Dynamit I. Classe . . . . . 6—7

Bei weichem Gestein ist die Verwendung von Schwarzpulver vorzuziehen. Bei hartem Gestein dagegen wird durch die Verwendung von Dynamit eine Ersparniss von ca. 30% erzielt.

Der Centner gewöhnliches Sprengpulver kostet . . . ca. 45—50 Mark
« « Dynamit kostet . . . . . « 112—120 «
1 Ring Zündschnüre ca. 8^{m} lg. (12 Stück pro 1 kg Dynamit) « 20 Pfennig
Dynamitzündhütchen pro Stück . . . . . « 3 «

Bei Stollen und Schächten steigt der Pulver- etc. Verbrauch um das Doppelte, beim Ausbruch von Tunnels auf das $1^{1}/_{2}$fache.

Neuerdings wird Sprenggelatine, namentlich bei Tunnelbauten, z. B. an den nördlichen Zufahrtsbahnen zum Gotthard, in grösserer Ausdehnung verwendet, da dessen Gebrauch nicht gefährlicher ist als der von Dynamit. Bei gleicher Leistung ist dagegen der Verbrauch des letzteren Sprengmittels verglichen mit dem der Sprenggelatine im Verhältniss 1,45—1,5 : 1 grösser. Der Gelatineverbrauch betrug z. B. beim Aussprengen von 1 cbm Gneissgranit in dem 7 qm grossen Sohlstollen des Pfaffensprungtunnels 2,28 kg, bei Verwendung von Dynamit 3,28 kg. Die mittlere Bohrlochtiefe betrug $1,^{m}0$. Zwei Mann bohrten im Gneissgranit in 12stündiger Schichte $1,^{m}5$—$2,^{m}0$ Bohrloch von 2,8—$3,0^{cm}$ Bohrlochweite. In sehr quarzigem Gebirge, wie z. B. im Gneissgranit, empfiehlt sich bei Anwendung der Gelatine eine Bohrlochtiefe von $0,^{m}45$—$0,^{m}5$, in compactem Glimmerschiefer von $0,^{m}6$—$0,^{m}7$, in noch weicherem Gebirge von $0,^{m}85$ bis $0,^{m}9$. Ladungsgrösse = $^{1}/_{3}$ der Bohrlochtiefe. Die Gelatine wird zur Zeit mehr zum Aussprengen der Stollen, der Dynamit zur Ausweitung und zur Herstellung der Strosse verwendet. Nach Moreau ist die Sprengwirkung von 1 Gewichtstheil Sprenggelatine = der von 1,1 Theil Nitroglycerin bezw. von 1,5 Theilen Dynamit bester, oder 2,15 Theilen Dynamit zweiter und dritter Qualität, endlich = der von 4,5 Theilen mittlerem Schwarzpulver. Die Ersparniss an Handarbeit beträgt bei Verwendung von Sprenggelatine gegenüber den zuletzt genannten Sprengmitteln ca. 20% und ist die Beschleunigung der Arbeit zugleich eine um 15% grössere. Im Preis verhält sich zur Zeit Sprenggelatine: Dynamit: Schwarzpulver = 1,0 : 1,13 : 1,18.

Die **Leistungen bei Ausführung von Erdarbeiten** hängen wesentlich von einer geschickten Disposition ab.

Letztere ist nicht blos von Einwirkung auf die Transportkosten, sondern auch von Einfluss auf die Lösungskosten. Transport- und Lösungskosten resultiren wieder aus dem Erfund der Einschnittsmassen, d. h. aus den Bodenuntersuchungen. Letztere sind daher, wo die geognostische Lagerung der Schichten sich nicht schon zum Voraus genau bestimmen lässt, in ausgedehntem Maasse vorzunehmen. Die hierfür aufgewendeten Kosten ersetzen sich in der Regel reichlich.

Die Einschnitte werden entweder zu Tag oder mittelst Stollen oder aber unter gleichzeitiger Anwendung beider Systeme betrieben. Bei Vergleichung eines Einschnittsbetriebs zu Tag oder mittelst Stollen und Schächten sind einmal Lage, Form und Grösse des Einschnitts, dann aber auch die Bodengattungen maassgebend.

Ist ein Einschnitt bei entsprechender Tiefe und Inhalt gegen die Auffüllung hin steil abfallend oder ist bei kurzem Termin das Material eines rückwärts liegenden Einschnitts durch den erstgenannten Einschnitt zu transportiren, so ist der Stollenbetrieb angezeigt.

Bei einem tiefen und gegen die Enden lang gestreckten Einschnitt,

aus mildem Gebirge bestehend, kann bei kurzer Bauzeit der Betrieb zu Tag und gleichzeitig mittelst Stollen sehr zweckmässig werden, insbesondere auch um das öftere Ueberwerfen der in der Regel $1^1/_2$fachen Böschungen zu vermeiden.

Der Stollenbetrieb empfiehlt sich schon für leichte und für Mergel- und Thonböden bei 7—8^m Tiefe, für rolligen und leicht schiessbaren Boden bei 8—12^m, für schwer schiessbaren Boden bei 12^m und darüber; im letztern Fall werden die Schuttlöcher zur Milderung des Aufschlags schräg angelegt. Die Schächte werden in Entfernungen von 100—150^m angebracht. Dazwischen werden je nach Bedarf noch mehrere Aufbrüche gemacht, wenn eine grössere Beschleunigung der Arbeit verlangt wird. Die Schächte erhalten einen Querschnitt von 1—1,5 qm, die Aufbrüche, welche von Stollen aus erfolgen 0,8—0,9 qm. Die Kosten der Schächte hängen von der Beschaffenheit der Gebirge und von ihrer Höhe ab und kosten bei den drei obigen Bodengattungen ca. 10 Mark, bezw. ca. 20 und 30 Mark pro Meter. Es ist empfehlenswerth, dem Stollen eine lichte Weite von 2,6—2,^{m}8 und eine lichte Höhe von 2,^{m}5 zu geben. Die grössere Weite erleichtert die Arbeit im Stollen wesentlich. Die Höhe von 2,^{m}5 macht es möglich, die Wagen mit der Maschine in den Stollen zu verbringen oder beladen heraus zu führen, welche Manipulation bei geringem Bahngefälle die Arbeit wesentlich fördert. Die Kosten des Meters Stollen incl. Auszimmerung stellen sich für 1 qm Querschnitt auf ca. 10 Mark bei rolligem und gebrächem, auf ca. 8 Mark bei mildem Boden, auf ca. 11 Mark bei leicht schiessbarem, auf ca. 14 Mark bei schwer schiessbarem und auf ca. 22 Mark bei sehr schwer schiessbarem Boden bezw. Felsen. Die Zeitersparniss beträgt hierbei gegenüber dem Betrieb im offenen Einschnitt ca. 25%. Die Lohnersparniss beim Stollenbetrieb gegenüber dem letzteren ist zu 15% bei festem Gestein und zu 40% bei mildem, gebrächem Boden anzuschlagen.

Bei dünnen Lagen festen Gesteins werden behufs leichterer Gewinnung des Materials Bohrlöcher ca. 0,3—0,^{m}5 tief, 2,5—3^{cm} weit getrieben, welche mit ca. $^1/_8$ kg Pulver geladen werden.

Der Arbeitsaufwand auf die Herstellung eines Bohrlochs wächst mit dem Quadrat des Lochdurchmessers.

Bei einer Bohrlochweite von 25^{mm} entfallen pro Meter Bohrloch in sehr hartem Granit ca. 0,9 t, im Hornstein ca. 1,15 t, im Sandstein ca. 0,33—0,3 t, in festem Kalkstein 1 t—0,67 t. Bei hartem Gestein wird das Bohrloch durchschnittlich 40^{mm} weit gemacht und geht die Tiefe in klüftigem Gestein nicht über 0,^{m}3—0,^{m}4, in sehr hartem und dichtem Gestein nicht über 0,^{m}8 hinaus; bei minder hartem dagegen bis auf 4,^{m}5. Im Gneis und mittelhartem Granit erfordert ein Meter 40^{mm} weites Bohrloch ca. 1,6 t, bei härterem Granit ca. 2 t, bei sehr hartem 2,75 t (Mineurtagschichten) und ist die Geschirrunterhaltung = ca. 0,21—0,3 t bezw. = 0,4 t anzusetzen. Im Verhältniss der Kraftleistung und des spezifischen Gewichts sind Bohrlöcher für Dynamitsprengungen enger zu machen als die für Pulver.

Bei der Lösung von weicherem Massengestein wendet man gewöhnlich 5—6^{cm} starke Bohrstangen an, mit welchen meistens ca. 2—2,^{m}5 tiefe Bohrlöcher getrieben werden, deren Pulverladung ca. 1,5 kg beträgt, das gelockerte Gestein darf hierbei zu ca. 14 cbm veranschlagt werden. 1 cbm zu lösen und mit Schüssen zu vertheilen, erfordert ca. 0,4—0,8 t (= Tagschichten) und 0,5 kg Pulver.

D. Transport des gelösten Bodens.

a) Werfen des Bodens.

Bis zu 5,^{m}0 Distanz wird der Boden am zweckmässigsten überworfen. Das Ueberwerfen von 1 cbm Erde erfordert bei 3,^{m}0 Horizontaldistanz $\frac{1}{15}$ t, Wurfhöhe im Mittel 1,^{m}5.

b) Schiebkarrentransport.

Eignet sich hauptsächlich für kurze Distanzen mit starken Steigungen, Transportweite 120—200^m. Wird der Inhalt eines Schubkarren zu 0,07 cbm angenommen, so beträgt die Ladung eines Schiebkarrens 0,056 cbm an gewachsenem, leichtem Boden.

Der Aufenthalt beim Umstürzen, Wenden etc. beträgt an der Lade- und Entladestelle zusammen $1^1/_2$ Minuten. Der Gesammtweg, welchen

ein Karrenschieber zurücklegt, beträgt bei einer Geschwindigkeit von $0{,}8^m$ in der Secunde und einer Arbeitszeit von 10 Stunden pro Tag $0{,}8 \times 36000 = 28800^m$. Für eine Fahrt von n^m Transportweite und $1^1/_2$ Minuten Aufenthalt berechnet sich die Zahl der täglichen Fahrten auf

$$\frac{28800}{2\,n + 90 \times 0{,}8} = \frac{14400}{n + 36}.$$

Der Inhalt des Schiebkarrens ist, je nachdem man Humus, Sand und Kies oder Lehm und Thon oder Steine zu transportiren hat, mit 0,8, 0,7, 0,6 zu multipliciren, um den Inhalt der Massen in gewachsenem Zustande zu erhalten. Hiernach beträgt die Leistung eines Schubkarren pro Tag und auf horizontaler Bahn

$$L = \frac{14400}{n + 36}\ 0{,}07 \,.\, 0{,}8 \text{ cbm} = \frac{806 \text{ cbm}}{n + 36} \text{ für Humus, Sand und Kies,}$$

$$\frac{705 \text{ cbm}}{n + 36} \text{ für Lehm und Thon,}$$

$$\frac{605 \text{ cbm}}{n + 36} \text{ für Steine.}$$

Bezeichnet man mit t den Taglohn, so berechnen sich die Kosten für den Transport eines Cubikmeters auf horizontaler Bahn zu $\frac{t\,(n + 36)}{806}$, $\frac{t\,(n + 36)}{705}$, $\frac{t\,(n + 36)}{605}$.

Der Fassungsraum des deutschen Schiebkarren beträgt 0,07 cbm
« « « österreichischen « « 0,037 «
« « « italienischen « « 0,04 «

Erfolgt der Transport auf steigender Bahn, so werden erst bei einer Steigung von mehr als 5% für jeden Meter verticale Hebung der Transportweite 25^m zugeschlagen.

Die Kosten der Anschaffung der Transportgeräthe sind zu 5%, die der Unterhaltung der letzteren gleichfalls zu 5% des Arbeitslohns anzuschlagen, somit kostet 1 cbm Erde, wenn der Taglohn mit t bezeichnet wird, $K = \frac{1{,}1\ t\ (n + 36)}{806}$, bezw. $= \frac{1{,}1\ t\,(n + 36)}{705}$, bezw. $= \frac{1{,}1\ t\ (n + 36)}{605}$ bei Sand- und Kies, bezw. Thon- und Lehm- oder Steintransport.

Bei Erdtransport ist zu berücksichtigen, dass bei gehäufter Ladung der wirkliche Schiebkarren-Inhalt als diejenige Cubikmasse anzusehen ist, welche von gewachsenem Boden in den Schiebkarren geladen werden kann.

Hiernach ergibt sich, unter Zugrundelegung der obigen Annahmen und eines Taglohns von 2 Mark, folgende Preistabelle für Schiebkarrentransport auf horizontaler Bahn.

Transportweite in Metern.	Kosten an Taglohn.			Zuschlag für Geräthschaften und Bahn.			Gesammtkosten.		
	I. Humus, Sand u. Kies.	II. Lehm und Thon.	III. Steine.	ad I.	ad II.	ad III.	ad I.	ad II.	ad III.
10	9	10	11	0	1	1	9	11	12
25	10	11	13	1	1	2	11	12	15
50	17	19	21	2	2	3	19	21	24
75	22	25	28	2	3	4	24	28	32
100	27	30	34	3	3	4	30	33	38
125	32	36	40	3	4	5	35	40	45
150	37	42	46	4	5	6	41	47	52
200	47	53	59	5	6	8	52	59	67

c) Handkippkarrentransport.

Bei Handkippkarrentransport wird die grösste Leistung auf horizontaler Bahn erzielt. Derselbe ist nur bei geringen Steigungen noch anzuwenden. Die Transportweite soll 400^m nicht überschreiten.

Ist der Transport auf Interimsgeleisen und mittelst Rollwagen möglich, so wird man denselben dem mittelst Handkippkarren vorziehen, d. h. den letzteren nur anwenden, wo ersterer der geringen Erdmassen oder der sonstigen örtlichen Verhältnisse halber sich als unzweckmässig erweist.

Die Handkippkarren mit 2 Mann (bei Aufwärtstransport mit 3 Mann) besetzt, haben gewöhnlich $^1/_3$ cb^m Rauminhalt und fassen 0,264 cbm gewachsene Erde bezw. 0,198 cbm dto. Steine. Raddurchmesser = 1—1,^{m}2. Gewicht 160—200 Kg.

Der Aufenthalt beim Kippen, Wenden etc. beträgt an der Lade- und Entladestelle 6 Minuten, der Gesammtweg, welchen ein Handkippkarren zurücklegt, beträgt bei einer Geschwindigkeit von 0,^{m}9 in der Sekunde und einer Arbeitszeit von 10 Stunden pro Tag 0,9 . 36000 rund = 30000^m. Für eine Fahrt von n Meter Transportweite und 6 Minuten Aufenthalt berechnet sich die Zahl der täglichen Fahrten auf $\frac{30000}{2\,n + 300} = \frac{15000}{n + 150}$.

Die Leistung eines Handkippkarren beträgt pro Tag und auf horizontaler Bahn für die verschiedenen Bodenarten $L = \frac{15000}{n + 150} \times 0{,}33$ cbm und für einen Arbeiter $L = \frac{15000}{n + 150} \cdot 033 \cdot 0{,}5 = \frac{2500}{n + 150}$.

Für Sand, Lehm oder steinigtes Material ist der letzte Ausdruck für L mit 0,8, 0,7 bezw. 0,6 zu multipliciren.

Bezeichnet man mit t den Taglohn, so berechnen sich die Kosten für den Transport eines Cubikmeters auf horizontaler Bahn zu

$$\frac{t\,(n + 150)}{2500} \cdot \frac{1}{0{,}80} \text{ oder } \frac{1}{0{,}70} \text{ oder } \frac{1}{0{,}6}.$$

Auf Steigungen von mehr als 1% wird die Transportweite für jeden Meter Höhenunterschied der Schwerpunkte um 70^m vermehrt.

Für einen Handkippkarren darf man incl. Reserve ca. 70 Mark in Rechnung nehmen, pro Meter Bahn 3—4 Mark. Die Kosten für Anschaffung der Transportgeräthschaften sind zu 10%, die der Unterhaltung zu 5%, zusammen zu 15% des Arbeitslohns zu veranschlagen.

Stärkere Steigungen als 2% sind zu vermeiden.

Hiernach ergibt sich unter Zugrundelegung eines Taglohnes von 2 Mk. 50 Pf. folgende Preistabelle für Handkippkarrentransport auf horizontaler Bahn.

Transportweite in Metern.	Preis pro cbm.		Gesammtpreis pro cbm in Pfennigen.	Transportweite in Metern.	Preis pro cbm.		Gesammtpreis pro cbm in Pfennigen.
	Arbeitslohn.	Geräthe.			Arbeitslohn.	Geräthe.	
25	21	3	24	250	50	7	57
50	25	4	29	300	56	8	64
100	31	5	36	400	68	10	78
150	37	6	43	500	81	12	93
200	43	6	49	550	87	13	100

Für Thon- und für Steinmaterial sind diesen Preisen 12 beziehungsweise 25% zuzuschlagen.

d) Pferdekippkarrentransport.

In der Regel werden 2 (höchstens 3) zweirädrige Karren beim Transport (durch 1 Pferd) zusammengekuppelt. Der Pferdekippkarrentransport wird seit Einführung des Betriebs mittelst Rollbahnen selten mehr angewendet, da derselbe gegenüber dem Transport auf Interimsgleisen keinen Vortheil bietet. Der Laderaum beträgt 0,6 cbm oder 0,5 cbm gewachsenen Boden, 0,4 cbm dto. Felsen. Geschwindigkeit = 1^m,2. Zahl der täglichen Fahrten bei n Meter Transportweite, bei einem Nutzweg von 30 km, wobei die Kraft des Pferdes gut ausgenützt ist, $\frac{30000}{2\,n} = \frac{15000}{n}$.

Die tägliche Leistung eines Pferdes, da 2 Karren 1 cbm enthalten, $\frac{15000}{n}$ cbm, die Transportkosten bei 6 Mark pro Pferd incl. Führer und pro Tag $\frac{n}{15000} \cdot 600 = \frac{n}{25}$ Pfennig. Für das Entladen sind pro 100 cbm noch 2 t zu rechnen oder pro cbm 4 Pf. Für Geräthe, Fahrbahn hat man 30% des Arbeitslohnes anzunehmen, keinesfalls aber unter 12 Pf. pro cbm. Die Transportweiten variiren zwischen 300 und 1400 Meter.

Hiernach ergibt sich nach G. Meyer folgende Preistabelle:

Transportweite in Metern.	Preis pro cbm in Pf. für Transportleistung.	für Entladen der Karren.	für Geräthe und Bahn.	Gesammtpreis pro cbm in Pfennigen.	Transportweite in Metern.	Preis pro cbm in Pf. für Transportleistung.	für Entladen der Karren.	für Geräthe und Bahn.	Gesammtpreis pro cbm in Pfennigen.
300	22	4	15	41	1000	42	4	15	61
400	25	4	15	44	1200	48	4	16	68
500	28	4	15	47	1400	56	4	18	78
600	31	4	15	50	1600	64	4	20	88
700	34	4	15	53	1800	72	4	23	99
800	37	4	15	56	2000	80	4	25	109

Für Steigungen über 1% sind pro Meter Mehrerhebung den Transportweiten 100^m zuzusetzen. Für Steinmaterial ist der übliche Zuschlag zu machen.

e) Transport auf provisorischen Eisenbahnen.

Die auf provisorischen Eisenbahnen verwendeten Wagen messen:

kleinere Sorte Füllraum 0,4 cbm, Gewicht 260 Kg., Spurw. 60 cm
mittlere « « 1,2—1,5 « « 800 « « 75—90 «
grosse « « 2,5 « « 1200 « « 90 «

Die kleinere Sorte kann von einem Mann leicht bedient werden und ersetzen solche die Handkippkarren in der besten Weise. Mit denselben kann noch auf 1% Steigung auf kurze und bei ½% Steigung auf längere Strecken vollgefahren werden. Ein Arbeiter kann einen leeren Wagen noch auf einer Steigung von 5% fortbringen. Bei der mittleren Sorte bewegen 2 Arbeiter einen Wagen mit 1,3 cbm auf die Dauer. Bei einer Geschwindigkeit von 1^m unter Berücksichtigung des Coëff. 0,8 für Aufquellung des gewachsenen Bodens ist $L = \frac{1}{2} \cdot \frac{36000}{2\,n} \cdot 1,\frac{1}{3} \cdot 0,8 = \frac{9600}{n}$ cbm pro Tag und pro Arbeiter. Die zulässige Steigung beträgt für längere Strecken ebenfalls ½% Bei mehr als 1% Steigung werden für jeden Meter Mehrerhebung 100^m zugeschlagen. Das zulässige Gefälle ist hier wegen des Zurückschiebens der leeren Wagen 3%. Die Zahl der täglichen Fahrten ergibt sich aus der Zeit für Abfahren, Entladen und Anfahren der Wagen.

Auf guten, horizontalen Bahnen zieht 1 Pferd 3 mit Erde geladene Wagen à 1,5 cbm oder 2 Wagen à 2,2 cbm resp. 6—8 leere Wagen. Ein Pferd zieht auf Steigungen von

1 : 150 2 mit Erde geladene Wagen à 1,5 cbm oder 5 leere Wagen
1 : 80 1 « « « « à 1,5 « « 3 « «
1 : 40 ½ « « « « à 2,2 « « ¾ « «

Bei Bahnen mit Gefäll bis 1 : 125 gehen die beladenen Wagen ohne Zugkraft zu Thale. Rücktransport der leeren Wagen erfolgt mittelst der Pferde. Leistung pro Fahrt und Pferd ist 4,5—6,0 cbm.

Da 1 Pferd auf horizontaler Bahn 3 Wagen à 1,5—4,5 cbm zieht, so ist $L = \frac{15000}{n} \cdot 4,5$. Für Aufenthalt beim Abfahren, Entladen und Anfahren werden 10 Minuten gerechnet.

Die Transportweite beträgt bei (10—7) $\cdot \frac{60}{10} = 18$ Fahrten, wenigstens $\frac{15000}{18} = 833^m$ soll die Kraft des Pferdes ausgenützt werden.

Für Beschaffung, Unterhaltung der Wagen, Schmiermaterialien etc., Kosten der Bahn und Bahnunterhaltung, Entwerthung der Zugkraft etc. sind ca. 30% des Arbeitslohnes zu veranschlagen.

Sind Dämme auf Gerüsten aufzuführen, so sind pro cbm 5—10 Pf. ausserdem zuzuschlagen. Preis eines Seitenkippers ca. 240 Mark, leistet bis zu einer durchgreifenden Reparatur 480 Tage Dienst, kostet somit pro Arbeitstag 50 Pf. Bei diesen Sätzen liegt die Annahme zu Grunde, dass Zinsen und Unterhaltungskosten inbegriffen sind.

Für das pünktliche Legen eines Hilfsgleises dürfen bis zu 60 Pf. pro Meter incl. Planirungsarbeiten angenommen werden.

f) Locomotivtransport

empfiehlt sich schon beim Transport von Massen von über 50,000 cbm, welche mindestens 1,5 km weit zu verführen sind.

Die constanten Kosten bei einer 20pferd. Maschine belaufen sich pro Arbeitstag auf 25—30 Mark, welche sich auf die täglich zu fördernde Masse vertheilen. Kann mit 1 kg Steinkohle eine Nutzleistung von 2000^m cbm auf horizontaler Bahn erzielt werden, so ist der Bedarf an Kohlen pro cbm auf eine Transportentfernung von $n^m = \frac{n}{2000}$ kg.

Für das Entleeren der Wagen an der Abladestelle, Planiren, Verlegen der Gleise sind bei 30 Wagen pro Zug 1 Vorarbeiter und 6 Arbeiter erforlich; rechnet man hierfür incl. Weichensteller 8 t, so stellen sich, wenn z die Zahl der täglich beförderten Züge bedeutet, die Kosten pro cbm auf $\frac{8\ t}{45 \cdot z}$ und wenn angenommen wird, dass bei einer bestimmten Transportweite und bei Sandboden 20 Züge pro Tag befördert werden, bei einem Taglohn von 2 Mark 50 Pf. auf 2,2 Pf. incl. Bahnverlegen.

Für Unterhaltung der Gleise sind pro 1000^m Gleise und pro cbm geförderte Masse 0,5—0,6 Pf. in Ansatz zu bringen. Oel zum Schmieren der Wagen erfordert pro 1000m und pro cbm ½ Pf. Für Anschaffung und für Unterhaltung der Wagen hat man bei n^m Transportweite und pro cbm geförderten Boden zu rechnen $5 + \frac{n}{2000}$ Pf.

Die Kosten der Interimsbahnen sind der verschiedenen hierauf influirenden Momente halber besonders zu veranschlagen (siehe nächste Seite).

Die Maschinen sind Tendermaschinen von ca. 6000 kg leer Gewicht und 7000 kg Gewicht im Dienst.

Das Schienengewicht schwankt zwischen 10—16 kg pro Meter. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Züge bewegen, kann durchschnittlich zu 3,5—$4{,}0^m$ pro Sekunde angenommen werden. Aufenthalt im Einschnitt und auf der Auffüllung = 15 Minuten.

Die tägliche Zahl der Fahrten beträgt somit $\frac{72000}{n + 1800}$. Wenn 20 Wagen in Zug gestellt werden, so ist die Leistung $\frac{72000}{n + 1800} \cdot 1{,}2 \cdot 20$ cbm pro Tag.

Wenngleich die Aufstellung einer Transportpreistabelle für Rollbahnen weiter unten folgt, so ist doch zu bemerken, dass bei den verschiedenen Verhältnissen, welche den Transportpreis von Erdmassen auf Rollbahnen beeinflussen, wie Länge und Gefällsverhältnisse der Bahn, Grösse der zu transportirenden Massen, Zeit innerhalb welcher die Arbeit geleistet werden soll u. s. w., die Kosten für den Transport nicht tabellarisch erhoben werden können, dass es vielmehr der bedeutenderen Kostenbeträge wegen zweckmässiger ist, die letzteren in jedem einzelnen Fall auch einzeln unter Würdigung aller Verhältnisse zu berechnen.

Die folgende Tabelle gibt nach G. Meyer Vergleichungszahlen bei verschiedenen Transportarten.

Transportpreistabelle für Rollbahnen.

Die Preise (Pf.) verstehen sich für den Transport von 1 cbm gewachsenen Boden einschliesslich der Vor- und Unterhaltung sämmtlicher Geräthe und Rollbahnen bei annähernd horizontaler Bahn.

Hierbei kommt der Meter Bahn bei Handtransport auf ca. 5 M., bei Pferdetransport auf ca. 6 M. und bei Locomotivtransport auf ca. 8 M. zu stehen.

Transport-Art.	Transportweite in Metern.	Gesammtkosten des Transportes eines cbm in Pf. bei einer Fördermasse von					Transportweite.	Locomotiv-Transport. Gesammtkosten des Transportes eines cbm in Pf. bei einer Fördermasse von		
		10000 cbm	15000 cbm	30000 cbm	50000 cbm	100000 cbm		50000 cbm	100000 cbm	150000 cbm
Handtransport.	100	19	18	16	15	—	500	30	26	25
	200	27	24	20	19	—	1000	40	32	29
	300	34	29	24	22	—	1500	50	38	34
	400	42	35	28	26	—	2000	60	44	39
	500	49	41	32	29	—	3000	80	56	48
	600	56	46	36	32	—	4000	100	68	57
	700	64	52	40	36	—	5000	120	80	67
	800	71	58	44	39	—	6000	140	92	76
	900	79	64	49	43	—	7000	160	104	85
	1000	86	69	53	46	—	8000	180	116	95
Pferdetransport.	600	59	47	35	30	27	9000	200	128	104
	700	66	52	38	33	28	10000	220	140	113
	800	73	57	41	35	30	11000	240	152	123
	900	81	63	45	37	32	12000	260	164	132
	1000	88	68	48	40	34	13000	280	176	141
	1100	95	73	51	43	36	14000	300	188	151
	1200	103	79	55	45	38	15000	320	200	160
	1300	110	84	58	48	40	—	—	—	—
	1400	118	90	62	50	42	—	—	—	—
	1500	125	95	65	53	44	—	—	—	—

Als Beispiel möge die Herstellung der Auffüllungen auf beiden Seiten der bestehenden Geleise des Bahnhofs Mannheim im Jahr 1873/74 mit 107,000, bezw. 162,000 cbm dienen. Das zu gewinnende Material war loser, feiner Sand. Die Entfernung der Gewinnungsstelle vom Bahnhof betrug 7500^{m}; die beiden Interimsbahnen konnten annähernd horizontal gelegt werden, ohne dass hierfür nennenswerthe Erdarbeiten erforderlich gewesen wären. Die eine Materialgrube lag tiefer als das Bahnniveau und wurden daher die beladenen Wagen mittelst Pferden und einer Hilfslocomotive auf die Interimsbahn gestellt. Der Betrieb geschah anfänglich mit 2, später mit 4 Locomotiven von 12 qm Heizfläche; die Geschwindigkeit betrug 4,^{m}5 pro Secunde. Jeder Zug beförderte 30 Seitenkipper von je 1,5 cbm Inhalt. Täglich wurden 8 Züge abgelassen.

Zweckmässige Spurweite 0,^{m}9, Gewicht der 6^{m} langen Schienen pro Stück 96 kg. Zahl der Schwellen pro Stoss = 10. Die Stösse waren frei schwebende. Pro Meter Bahn waren 0,5 kg Nägel, 0,85 kg Laschen und 0,35 kg Schrauben erforderlich.

Im Einschnitt und in der Auffüllung waren genügende Ausweichgeleise vorhanden. Die Kosten des Oberbaues richteten sich nach den örtlichen Preisen und nach den Conjuncturen. Bei obigem Geschäft entfielen pro cbm Auffüllungsmaterial auf die Beschaffung der Schwellen 2 Pf., der Schienen 13 Pf. je inclus. Abnützung, für das Bahnlegen 3 Pf., für Bahnunterhaltung 4 Pf., Verzinsung und Amortisation der Locomotivkosten 3 Pf., Heizer- und Führerlohn 3 Pf., Kohlen und Schmiere inclus. 5,5 Pf., Locomotiv- und Wagenreparaturen inclus. Abnützung für ein Jahr 14 Pf., Werkstätte- und Wasserbeschaffung 1 Pf., zusammen 49 Pf.

Der Aufwand für die Materialgewinnung betrug 24 Pf., für das Abladen 3 Pf., für Nebenarbeiten 6 Pf., für Aufsicht 3 Pf., für Verwaltungs- und sonstige Kosten 12 Pf., zusammen 48 Pf. Zu diesen 49 + 48 = 97 Pf. Unkosten sind noch 15% für Beischaffung der Transportgeräthschaften, Risiko und Unternehmergewinn mit 15 Pf. zuzuschlagen und kam somit der cbm im Ganzen auf 1 Mk. 12 Pf., exclus. den Kosten der Erwerbung der Materialgruben, ferner der Met. Bahnanlage auf 8 Mk. 30 Pf. zu stehen.

Bei Locomotiv-Transport ist die zulässige Steigung 1/2%, bei grösseren Steigungen wird für jeden Meter Mehrerhebung der Transportweite 200^{m} zugeschlagen.

Bei Transport von Steinmaterial ist ein der Lockerung entsprechender Zuschlag von 12—25% zu machen.

Bei der Moselkanalisation bei Ars wurden Schubkarren bis zu 62^{m} Distanz verwendet und betrug hierbei der Transportpreis pro cbm X =

0,002 p. D., worin p den Taglohn und D die Distanz in Metern bezeichnete. Pro Meter Steigung wurden 12^m zugeschlagen.

Beim Transport mit Pferdekarren wurden 1 Pferd von 62—500^m, 2 Pferde von 500—1500^m Entfernung, darüber 3 Pferde verwendet. Bezeichnet P den Taglohn für das Fuhrwerk incl. Kutscher (ibid. 6 Mk. bezw. 9 Mk. 20 bezw. 13 Mk. 20), D wie oben, d die dem Aufenthalt beim Auf- und Abladen entsprechende Distanz (resp. 500^m, 1000^m und 1500^m), L die ganze pro Tag zurückzulegende Wegstrecke (31,25 km), C den Fassungsraum des Karrens (pro Pferd 0,4 cbm), so ist der Transportpreis pro cbm

$$X = P \frac{2D + d}{L C}.$$

Für das Auf- und Abladen incl. Planirung wurden pro cbm 44 Pf. bezahlt.

Wahl der Transportart.

Bis zu $5,^m0$ Weite empfiehlt sich das Ueberwerfen. Der Schiebkarrentransport wird in der Regel bis zu 120^m Weite, ausnahmsweise bis zu 200^m angewendet. Bei 70^m Transportweite ist Handkippkarrentransport billiger als ersterer, bietet aber dem Rollbahntransport gegenüber keine Vortheile.

Der Handkippkarrentransport empfiehlt sich für Entfernungen von $70—300^m$,

der Pferdekarrentransport desgl. von $300—1400^m$.

Der Transport mit Pferden auf Rollbahnen wird von $400—1500^m$ bei Einschnitten von ca. 15,000 cbm und mehr an angewendet, der Locomotivtransport bei Massen von ca. 50,000 cbm und bei Entfernungen über 1000^m. Bei vorhandenem Inventar werden übrigens Rollbahnen schon bei geringer Transportentfernung mit Nutzen angewendet, ebenso auch Locomotivtransporte bei kleineren Massen und Transportweiten als oben angegeben.

Je grösser die zu transportirenden Erdmassen sind, desto bälder empfiehlt sich die Verwendung grösserer Transportgefässe. Bei kleineren Erdmassen, die auf grössere Entfernungen zu transportiren sind, werden dagegen die Unkosten für Fahrtlegung und Beschaffung der grösseren Transportgeräthe häufig grösser als die Mehrkosten, welche durch Verwendung der für die betreffenden Massentransporte nicht entsprechenden kleineren Gefässe entstehen.

XIV. Ueber Fundationen.

Ueber Pumpen s. Maschinenbau.

Bei Gründungen auf Felsen ist das lose Gestein zuvor zu entfernen. Der Druck des Bauwerks normal zur Basis soll nicht über 10% der rückwirkenden Festigkeit der Gesteinsmasse betragen.

Bei Gründungen auf festem Sand ist der zulässige Druck zu 1,5—1,8 kg, bei gewöhnlichem festem Baugrund, wie Lehm und dergl. zu höchstens 3,5 kg, bei sehr festem felsigem Untergrund zu 7—10 kg, bei Beton auf nicht ganz festem Untergrund zu 2,5 kg anzunehmen, bei festem Untergrund dagegen und bei ca. $1,^m0$ Stärke des Betons zu 4—5 kg je pro qcm Nutzfläche.

Sandfundamente (aus scharfem grobem Sand) müssen in Lagen von 30^{cm} Höhe und in feuchtem Zustand comprimirt werden. Der Sand soll seitlich nicht ausweichen können und nicht unter 75^{cm} Stärke erhalten. Bei einer Schüttung von $1,^m8$ Höhe soll die Tragfähigkeit 3 kg pro qcm betragen.

Das Trockenlegen einer Baugrube in sandigem Boden oder leichtem Kies durch Pumpen ist dann zu vermeiden, wenn hierdurch eine Lockerung des Untergrundes bewirkt wird. Es ist hier Baggerung, Betonirung etc. unter Wasser angezeigt, zuweilen wird in solchem Boden mit Vortheil eine Dichtung durch Segeltuch, das auf die Fundamentsohle gebracht wird, bewirkt.

Bei Schraubenpfählen soll die Belastung pro qcm Pfahlkopf 45 kg, pro qcm Stützfläche 12 kg nicht überschreiten. Ein hölzerner Pfahl von 25^{cm} Durchmesser wird gewöhnlich nur mit ca. 4000 kg, ein solcher von

35cm Durchmesser mit 7500 kg belastet; als äusserste Belastung für solche Pfähle sind 25,000 kg bezw. 50,000 kg anzunehmen. Nach Sganzin hat ein mit einer Kunstramme von 625 kg Bärgewicht, 3,m5 Fallhöhe in einer Hitze von 10 Schlägen 12cm tief eingerammter Pfahl und ein bei gleicher Rammtiefe mit der Zugramme in 30 Schlägen mit einem 256 kg schweren Bär und 1,m2 Fallhöhe geschlagener Pfahl je eine Tragfähigkeit von 26,000 kg.

Häufig wird bei kleineren Fundationen mit einer Zugramme vorgeschlagen und bei tieferem Eindringen der Pfähle oder Bohlen die Kunstramme verwendet. Bei Handrammen ist gewöhnlich die Hubhöhe = 0,m7, die pro Arbeiter hierbei ausgeübte Kraft = 12,5 kg. Nach Sganzin trägt ein Pfahl, der mit einer Kunstramme eingeschlagen bei 10 Schlägen, 3,m5 Fallhöhe und 625 kg Gewicht des Bären oder bei Anwendung einer Zugramme bei 1,m2 Hubhöhe mit demselben Bären, aber bei 30 Schlägen noch 12 einsinkt — ∴ 26,5 t., bei einem 400 kg schweren Bären dagegen noch 17,5 t.

Bezeichnet q das Gewicht des Pfahls und Q das des Bärs, h die Fallhöhe des letzteren, die grösste Belastung, welche der Pfahl ohne tiefer einzusinken noch tragen kann, $p = \frac{P}{4}$ die zulässige Belastung in kg, e die Tiefe, um welche der Pfahl beim letzten Schlag, wenn er p tragen soll, noch eindringen darf, so ist

$$P = \frac{h\ Q^2\ q}{e\ (Q+q)^2};\quad e = \frac{1}{4}\ \frac{h\ Q^2\ q}{p\ (Q+q)^2}.$$

Fangdämme sind über Hochwasserhöhe aufzuführen. Bei Höhen bis zu 2,m0 soll ihre Breite = der Höhe, bei grösseren Höhen = der halben Höhe + 1,m25 sein. Bis zu 2,m0 Wassertiefe ist das Einrammen einer Stulpwand auf der innern Seite zwischen zwei Zangenpaaren zweckmässig, bis zu 3,m5 sind Kastenfangdämme mit Dielen- und Bohlenwänden zulässig, über 3,m5 Wassertiefe Spuntpfähle. Als Füllmaterial ist frischer Klaiboden oder bindiger (thoniger) scharfer Sand zu empfehlen.

Das Einbringen und Stampfen von 1 cbm Lettenabschlag erfordert 1,0 t.

Grundpfähle sollen in der Regel 2—3m im festen Boden stehen. Spuntbohlen sollen nicht unter 25cm und nicht über 35cm Breite erhalten. Von 2,m5 Länge an sind die Bohlen 10cm stark zu machen, für jeden Meter Mehrtiefe um 1,2 cm stärker. Die Spundung soll in der Regel keilförmig, nur in Schlammboden quadratisch sein und 1/3 Bohlenstärke betragen.

Bei Pfahl- und liegenden Rosten sollen die Holztheile mindestens 0,m3 unter dem niedersten Wasserspiegel bezw. Grundwasserstand sich befinden.

Beim liegenden Rost sind die 20—30cm starken Querschwellen ca. 1—1,m8 von einander entfernt anzulegen. Der Bohlenbelag auf den auf den Querschwellen aufgekämmten in 0,m6—0,m9 Entfernung liegenden Langschwellen erhält ca. 8cm Stärke.

Beim Pfahlrost (wobei die Pfähle nach Bedarf in der Richtung des Drucks zu schlagen sind) werden die ca. 20/25cm starken Grundschwellen aufgezapft, in Abständen von 1—2 Pfahlreihen Querschwellen aufgekämmt und zwischen letztere die 7—10cm starken Bohlen auf die Grundschwellen aufgenagelt, derart, dass die Querschwellen um 1 bezw. 2 Ziegeldicken über den Bohlenbelag vortreten.

Bei Betongründungen auf Pfählen dürfen letztere nicht über 0,m3 in den Beton hineinreichen.

Die Pfähle werden gewöhnlich in Entfernungen von 1,m0—1,m25 von einander mit nach unten gerichtetem Wipfelende eingerammt. 5m lange Pfähle sollen einen Durchmesser von 0,m25 erhalten, welcher für jeden Meter Mehrlänge um 1—1,5cm zu vergrössern ist.

Bei freistehenden Pfählen werden zum Absägen der Pfahlköpfe Pendelsägen benützt, mit welchen 4 Mann pro Tag ca. 10 Pfähle bei 6—7m Wassertiefe abschneiden; desgleichen ca. 35 Pfähle bei 1,m5 Tiefe. Die Leistungen der von nur 2 Mann bedienten neuerdings mehr in Aufnahme kommenden Kreissegmentsägen übersteigen noch vorstehende Sätze, z. B. wurden bei den Hellingsbauten in Ellerbeck bei 2—3m Wassertiefe täglich 9 Rundpfähle, bei 4—5m Tiefe 5—6 Rundpfähle hiermit abgeschnitten, ferner bei 4m Tiefe 8—10 Stück 20/30cm starke Spuntbohlen.

Pfahlringe werden mindestens 3cm stark und 7cm hoch gemacht, bei schweren Rammen dagegen 5cm stark und 10cm hoch.

Pfahlschuhe erhalten bei Verwendung von Schmiedeeisen (mit Stahlspitzen von ca. 0,4 kg Gewicht) bei 30cm Pfahlstärke ca. 4—8 kg Gewicht, dito bei Gusseisen ca. 8—10 kg.

Das Anspitzen eines Pfahls von 0,m25 Durchmesser erfordert ca. 0,05 t., bei 40cm Durchmesser ca. 0,08 t., das Anpassen eines Pfahlschuhs ca. 0,03 t., das Anlegen des Kopfrings ca. 0,025 t., das vollständige Zurüsten eines Pfahls incl. Abschneiden nach dem Rammen erfordert bei 27cm Pfahlstärke 0,12 t., dito bei 32cm Stärke 0,15 t. und bei 40cm Stärke 0,19 t. pro laufenden Meter.

Eine mit 10 Pferdekräften getriebene Spuntungsmaschine kann (in 12 Stunden) 300—400 laufende Meter Bohlen von 20—25cm Stärke mit Nut und Feder versehen, und kostet die Spuntung von 1 cbm Pfählen von 15—30cm Stärke ca. 2 Mk. 50 Pf., dagegen bei Handarbeit ca. 6 Mk. 50 Pf. bis 8 Mk. 50 Pf.

In gröberem Kies wurden bei einer Brückenfundation mit einer Kunstramme täglich 3 Pfähle von 30cm Durchmesser je 2,m6—3,m2 tief eingerammt. Fallhöhe des Bärs 6m. Zahl der Schläge 40—50m. Eindringen am Ende des Rammens 5mm pro Schlag. Wassertiefe 1,m5.

Bei Kiesboden kostet das Einrammen einer 15cm starken Spuntwand pro qm fertige Wand bei 2 Mk. 50 Pf. Taglohn, — bei 2,m6 Tiefe ca. 2 Mk. 70 Pf., bei 2,m9 Tiefe ca. 3 Mk. 10 Pf., bei 3,m5 Tiefe ca. 4 Mk., bei 4,m5 Tiefe ca. 5 Mk. und bei 6m Tiefe ca. 7 Mk. incl. aller Nebenarbeiten und incl. Unterhaltung der Ramme.

Die Nebenkosten beim Rammen durch Betriebsstörungen, Versetzen der Rammen, grössere Reparaturen dürfen 2—3 mal höher als die reinen Betriebskosten angeschlagen werden.

Tabelle über die Leistungsfähigkeit verschiedener Rammen nach Franzius.

(In Sandboden und bei 12stündiger Arbeitszeit.)

Gattung der Ramme.	Schläge pro Minute.	Bärgewicht in Centnern.	Hubhöhe in Metern.	Zahl der Arbeiter.	Eingedrungene Pfahllänge pro Tag.	Anschaffungskosten in Mark.
Zugramme	30	10	1,2—1,5	30	6—15m	600
Gew. Kunstramme . .	0,5—1	12—16	2—6	5	9—10m	900
Dampfkunstramme .	3—6	15—16	2—6	3	35—40m	3600
Sissons-Ramme . . .	9—10	20	2—3	4	25—40m	6000
Nasmyt'sche Ramme .	75—100	50	0,75—1	5	80—110m	27000

Die Dampframme arbeitet etwa 3—4 Mal billiger als eine Kunstramme und ca. 5—7 Mal billiger als eine Zugramme. Maximalbelastung pro qcm Pfahlkopffläche = 75 kg pro qcm.

Bei der Dampframme mit endloser Kette von Menck und Hambrock in Ottensen legt sich in die flachen Glieder der endlosen Kette ein im Bär befindlicher verschiebbarer Daumen durch einen Leinenzug mittelst Hand ein. Das Auslösen des Rammbärs erfolgt selbstthätig in beliebiger Höhe. Die Anwendung der Kette gestattet rasch aufeinanderfolgende Schläge mit kleiner Fallhöhe. Die Maschinen sind auch für kleine Baugruben verwendbar.

Dimensionen und Preise dieser Dampframmen mit endloser Kette.

Pferdekräfte.	Cylinderdurchm. in mm	Hubhöhe desselben in mm	Gerüsthöhe in Metern.	Fussrahmen		Gewicht des Bärs in Kg.	Zahl der Schläge pro Minute bei 1,m5 Fallhöhe.	Preis in Mark.
				Fläche in qm.	Gewicht in kg.			
3	120	180	12	2,15	4500	850	10	5000
5	165	255	15	2,45	7500	1200	12	7000
8	195	280	18	2,75	10000	1600	14	9000

Wird die Leistung einer Handkunstramme = 1, die einer Dampfkunstramme mit 3 pferdiger Dampfwinde = 2 gesetzt, so ist der Effect einer Dampframme mit endloser Kette bei 3 Pferdekräften = 3, bei 5 Pferdekräften = 6 und bei 8 Pferdekräften = 9 zu setzen.

Die Betriebskosten berechnen sich bei den zuletzt aufgeführten 3 Rammmaschinen, wenn für Oel, Kohlen etc. 2 Mk. pro Pferdekraft aufzuwenden sind und der Taglohn der Arbeiter 4 Mk. beträgt, zu 22 Mk. bezw. zu 30 Mk. und 40 Mk. pro Tag. Die 3 pferdigen Rammen werden bei weniger bedeutenden Arbeiten und bei kleinen Pfahllängen angewendet.

Nach Lewicki, s. Civil-Ingenieur Jahrg. 1875, wurden in Riga in Sandboden, welcher in den unteren Schichten mit Lehm durchzogen war, mit einer Dampframme ca. 50 (Doppel) Pfähle von 28^{cm} Durchmesser pro Tag à 12 Stunden, geschlagen, bei einer Rammtiefe von 6,^{m}4, wovon 0,^{m}7 auf das Eindringen beim Aufsetzen des Pfahls entfallen, bezw. 35 einfache Pfähle von 39,5^{cm} Durchmesser und 4—5^{m} Rammtiefe. Bärgewicht 1316 kg. Hierbei waren pro Pfahl ca. 800 Schläge erforderlich. Andere Versuche ergaben nachstehende Tabelle.

	Bedienung.	Pfahlzahl in 12 Stunden.	Arbeit pro Pfahl.	Arbeit pro Mann.
Dampframme	6 Mann.	4,9	300000 mkg	—
Zugramme	27 «	5,5	300000 mkg	61000 mkg
Kunstramme	4 «	1,75	300000 mkg	130000 mkg

Das Verhältniss der Leistungen ist somit 2,8 : 3 : 1. Die Kosten der Dampframme betrugen 2700 Mk., die des Kessels 3000 Mk., die der Dampfwinde 1200 Mk. und die von Gerüst und Floss 1500 Mk. Auf Amortisation, Reparatur und Zinsen entfallen 17% Erforderlich zur Bedienung einer Dampframme sind 1 Maschinist, 1 Rammmeister, 1 Vorarbeiter und 3 Taglöhner. Das Schmiermaterial kostete pro Tag 0,1 Mk., das Brennmaterial ca. 10 Mk., Kapitalzinsen etc. ca. 4,8 Mk. Die Kosten eines eingerammten Pfahls beliefen sich auf 6,5 Mk., dagegen bei der Handramme 9,4 Mk., bei der Kunstramme 4,5 Mk. Die Anwendung einer Dampframme empfiehlt sich schon bei dem Rammen von 500—600 Pfählen. Obige Ramme war direkt wirkend, der Dampfcylinder zugleich Bär. Indirekt wirkende Dampframmen sind da anzuwenden, wo starke Schläge und grosse Hubhöhen, wie z. B. in elastischem Lehmboden, anzuwenden sind, dagegen in Sandboden kleine Hubhöhen und viele Schläge behufs Lockerung des Bodens.

Ueber Rammarbeiten bei den Hellingsbauten für den Kieler Kriegshafen wurde von Franzius nachstehende Tabelle in der Zeitschrift des hann. Ing.- u. Archit.-Vereins von 1876 S. 70 veröffentlicht. Der Boden bestand auf 3,^{m}0 Tiefe aus Thon, darunter 4,^{m}5 Sand.

Bezeichnung der Ramme.	Preis der Ramme in Mk.	Bärgewicht in kg	Zahl d. täglich eingerammten		Länge der Pfähle.	Eingerammte Pfahllänge.	Arbeitslohn	Brennmaterial	Schmiere etc.	Lfde. Reparatur	Gesammtaufwand	Kosten in Mk. für den lfd. m Pfahllänge.	Kosten in Mk. eingerammten qm Spuntwand
							pro Tag in Mk.						
Nasmyth . .	25000	1400	13,5	Rundpfähle.	12,5	7,5	16,5	10,1	2,8	3,0	32,4	0,32	—
Schwartzkopff'sche Dampfr.	14200	700	6		12,0	7,5	16,5	7,5	1,9	7,5	33,4	0,74	—
Dampfr. mit Kette o. Ende, Sissons & White No. 1 . . .	6300	1050	2,66		12,5	7,0	14,2	5,0	1,3	5,0	25,5	1,37	—
Sissons & White No. 2 . . .	7000	1000	2,82		12,5	7,0	14,2	4,8	1,3	5,8	26,1	1,32	—
Desgl. No. 2 .	7000	—	5,83	Spundbohlen.	10,5	3,0	—	—	—	—	26,1	1,49	1,64
Dampf-Kunstramme No. 1	4000	900	6		9,75	3,0	14,2	4,0	1,3	2,0	21,5	1,19	1,95
Desgl. No. 2 .	3300	850	4,6		10,5	3,0	14,2	2,2	1,3	1,7	19,4	1,40	1,54

100 kg Kohle kosteten 2 Mk., hieraus lässt sich der Kohlenverbrauch berechnen. In obiger Tabelle sind nur die reinen Betriebskosten aufgenommen, während s. oben, mit Hinzurechnung aller Nebenkosten die Preise für das Einrammen sich um das 2—3fache erhöhen. Bei den zwei ersten Rammen waren 1 Maschinist, 1 Heizer, 2 Zimmerleute und 2 Arbeiter beschäftigt, bei den übrigen 1 Arbeiter weniger, sonst die gleiche Mannschaft. Obige Verhältnisszahlen ändern sich bei geringer Rammtiefe, da hier die Dampfkunstramme billiger arbeitet als z. B. die Schwartzkopff'sche Ramme.

Eine Pulverramme von Riedinger in Wilhelmshafen aufgestellt, hatte ein Gewicht von 10,85 t, der Bär allein von 1,15 t. Der Preis loco Augsburg war 11,400 Mk., incl. Dampfwinde 15,600 Mk. Zur Bedienung sind 2 Mann erforderlich. Daselbst werden in 11 Stunden 19 Pfähle von je $9{,}^{m}0$ Länge und $0{,}^{m}3$ Stärke (= 11,4 cbm Holz) eingerammt. Die Kosten eines Pfahls incl. Pulver betragen hierbei bei 3 Mk. Taglohn: 6 Mk. 70 Pf. Pulverladung 80 g. (Volkmann'sches Pulver) pro Pfahl 13 Hübe. Der Boden bestand auf $2{,}^{m}0$ Tiefe aus Schlick, sodann aus Letten und Sand. Minimalfallhöhe $1{,}^{m}2$ (behufs Entzündung). Bei den eben daselbst verwendeten Dampframmen kam 1 Pfahl auf 7 Mk. 50 Pf. zu stehen.

Das Eintreiben von Pfählen mittelst Wasserspülung empfiehlt sich nach Wieck, s. hann. Bztg. von 1879 S. 45, namentlich da, wo der Untergrund aus Sand und Kies sowie aus leicht abflössbarem Boden besteht. Bei Torfboden wird hiermit keine, bei Thonboden nur eine geringe Wirkung erzielt. Häufig wird die Wasserspülung dazu benützt, die Wirkung des Rammens zu vergrössern; dieselbe hat jedoch überall da die höchsten Effecte aufzuweisen, wo die Pfähle ohne Aufbringung eines Rammbärs niedergetrieben werden können. Wo Wasserleitungen mit genügendem Druck vorhanden sind, wie in den meisten Städten, empfiehlt sich gewöhnlich der Anschluss an letztere behufs Beschaffung des Druckwassers. Da wo die beim Rammen unvermeidlichen Erschütterungen vermieden werden sollen und wo die Bodenbeschaffenheit dies zulässt, ist diese Methode des Eintreibens von Pfählen allen andern vorzuziehen. Unter Umständen werden ruhende Lasten auf die Pfähle hierbei noch aufgebracht.

Das Eintreiben lässt sich schon bei einem Wasserdruck in den Leitungen bezw. in den Pumpen von $^1/_2$ Atmosphäre bewerkstelligen.

Ein Aufquellen des Wassers an den Seiten des Pfahls ist zur Lockerung des Bodens unerlässlich. Ein Verstopfen der Rohr- bezw. Pfahlschuhöffnungen, aus welchen das Druckwasser austritt, kann nur dann verhindert werden, wenn das Wasser im Zuführungsrohre während der Senkung des Pfahls stets unter Druck gehalten wird.

Bei einem Spreebrückenbau in Berlin wurden zur Leitung des Wassers entlang den Pfählen durchgängig 50^{mm} weite Gasrohre verwendet. Die Pfähle erhielten keine Schuhe. Das Bärgewicht der zum Nachschlagen benützten Zugramme betrug 350 kg. Ruhende Lasten wurden auf die Pfähle nicht aufgebracht. Das Zuführungsrohr wurde in eine Nute im Pfahl eingelegt, an der Pfahlspitze mit einer Krempe befestigt, am oberen Ende zur Aufnahme des von der Wasserleitung hergelegten Gummischlauchs gekrümmt. Beim Niedertreiben der Pfähle empfiehlt es sich, denselben eine drehende Bewegung zu geben.

Zur Prüfung der Standfähigkeit der Pfähle werden denselben nach dem Niedertreiben auf die gewünschte Tiefe und wenn dieselben bei der Spülung nicht mehr weiter nachgeben, einige Schläge mit der Handramme gegeben. Bei Einführung zweier Zuleitungsrohre am Pfahl wird die Leistung erheblich vergrössert.

Die Kosten des Rammgerüsts beliefen sich auf 1000 Mk., 80 Meter 50^{mm} weite Gasrohre kosteten 240 Mk., der Gummidruckschlauch 120 Mk., das Standrohr 80 Mk., Diverses 110 Mk., zusammen 1550 Mk.

Die weiteren Unkosten betrugen 310 Mk. für Transport und Abnutzung (ca. $20\,^0/_0$), die Abzweigung vom Wasserleitungsrohr, Aufstellung des Wassermessers, Ummauerung der Wasserabgabestelle etc. 375 Mk., zusammen 685 Mk. Für 5430 cbm verbrauchtes Wasser an 60,5 Arbeitstagen waren 487 Mk. zu bezahlen. Beschäftigt waren beim Rammen ein Polier, ein Schlosser, ein Vorarbeiter und 14—15 Arbeiter.

In Sand- und darunter Kiesboden wurden 30—33^{cm} starke, 6—8^{m} lange Pfähle 2—3^{m} tief mittelst Spülung in ca. 3 Minuten, unter Zuhilfenahme des Rammbären 6—8^{m} tief in 12—14 Minuten durchschnittlich pro Tag 7—8 Stück, dagegen wurden 35^{cm} starke, 12^{m} lange Pfähle in

mehr kiesigem Boden 5—7^{m} tief in 30—97 Minuten eingesenkt. Hierbei kam auf die Spülung durchschnittlich 3,3—4,3^{m}, auf das Eintreiben mittelst Rammbär 1,7—2,7^{m}; täglich wurden hierbei 2—2½ Pfähle niedergetrieben. In beiden Fällen wechselte die durchschnittliche tägliche Senkung zwischen 10 und 30^{m}, und beliefen sich die Kosten pro Pfahl zwischen 7,5 und 30 Mk. im letzteren Fall; pro Meter Länge für die ersteren Pfähle auf 2—2,7 Mk., für die letzteren auf 5—6 Mk. Die Gesammtkosten kamen pro Tag auf 50—61,5 Mk. zu stehen.

Dampfbagger liefern pro Pferdekraft und Stunde bei ca. 5^{m} Wassertiefe in Kiesboden ca. 6,0 cbm Material.

Die Leistung eines Handbaggers beträgt bei 1,^{m}5 Wassertiefe

in Schlamm oder feinem Sand .	5—6 cbm	pro Arbeitstag von 3 Männern,
in feinem Kies	3—4 cbm	
in grobem Kies	1,5—2,0 cbm	

und weniger bei sehr compaktem Kies.

Beim Bau der Weichselbrücke bei Thorn wurden mit 8 Mann vermittelst einer indischen Schaufel in ca. 4—6^{m} Wassertiefe täglich bis zu 5 cbm grobes Geschiebe (Feldsteine) ausgebaggert und hierbei Steine von 0,05 cbm noch gehoben. Grössere Steine mussten mit der Teufelsklaue entfernt werden.

Nach Grebenau kostete 1873 eine complete Handbaggermaschine für 4 Mann, von Ranke & Söhne in Frankfurt geliefert, 5160 Mk. und sollten mit derselben in 10 Stunden 50 cbm Schlamm bei 1,^{m}6 Wassertiefe ausgebaggert werden. Die die Maschine tragenden je 8,^{m}5 langen Schiffe und 2 ebensolange 1,^{m}7 breite Schlammtransportkähne von Eichenholz wurden zusammen um 3600 Mk. geliefert.

Eine ähnliche Maschine von Lichtenfelder in Strassburg würde jetzt ca. 5000 Mk. incl. 2 je 10^{m} langen Schiffen und sämmtlichem Zubehör kosten. Diese Maschine förderte bei einer Bedienung von 10 Mann täglich ca. 32 cbm Kies und Schlamm aus ca. 1,^{m}5—2,^{m}0 Tiefe. Der Transport der ausgebaggerten Masse auf 100^{m} Entfernung ist bei obiger Angabe über die Arbeitsleistung inbegriffen.

Fundirung auf Brunnen. In der Regel dienen mehrere Lager (in steinigem Boden noch mit Eisen armirte) Bohlen oder schmiedeeiserne Kränze zur Aufnahme des Mauerwerks, welches bei Brücken 0,^{m}6—1,^{m}0 Stärke, bei einer Bohlenbreite bis zu 0,^{m}65 erhält. Die Bohlen werden in 2—4 Lagen von 40—80^{mm} Stärke (je nach der Inanspruchnahme) unter sich verbolzt und vernagelt. Die unterste Bohle wird keilförmig abgeschrägt. Grössere Pfeiler bestehen aus mehreren Brunnen von 4—6^{m} Länge und Breite, welche zu gleicher Zeit gesenkt werden. Entfernung der Brunnen in den Kränzen nur ca. 20^{cm}. Die Breite der Kranzbohlen nimmt nach oben ab, z. B. bei 4 Lagen von 8^{cm} Stärke erhalten die einzelnen Bohlenlagen 40, 50, 60 und 70^{cm} Breite. In den unteren Schichten werden die Brunnen gewöhnlich aus Klinkern in Cementmörtel ausgeführt, über der Flusssohle aus Quadern und Bruchsteinen. Liegt die Baustelle unter Wasser, so wird zuerst ein künstlicher Baugrund (durch Spuntwände auf der oberen Seite geschützt) zum Aufsetzen des Kranzes geschüttet. Bei kleineren Brunnen Mauerstärke = 1—1½ Steinen. Wo Schiefgehen beim Hinabtreiben zu befürchten ist, ist das Mauerwerk noch zu verankern. Die Aussenseiten der Brunnen erhalten zur Verminderung der Reibung häufig einen Anlauf von 1/20—1/12.

Das Lösen des Bodens geschieht durch Ausgraben, Ausbaggern mit dem Handbagger, der indischen Schaufel u. dergl.

Das Senken eines Brunnens kostet bei ca. 4—5^{m} Tiefe und 3—4^{m} Weite pro Meter ca. 60—100 Mk. Der cbm Holzbrunnenkranz ca. 90 Mk. Bei Hochbauten werden gewöhnlich kreisrunde Brunnen 1 Stein stark auf 0,^{m}3 breiten Kränzen von 3 = ca. 50^{mm} starken Bohlen auf je 3,^{m}5—4,^{m}0 Entfernung hergestellt, welche Verbindungsbögen erhalten. Solche Brunnen von ca. 1,^{m}8 äusserem Durchmesser kosten gemauert bei 5—6^{m} Tiefe ca. 150 Mk. pro laufenden Meter. Die Minimalweite eines Brunnens beträgt 1,^{m}0, die Maximallänge ca. 6,^{m}0.

Die vollständige Rüstung zum Senken eines Brunnens incl. der Aufstellung der Winde kostet

bei Brunnen von	1,^{m}0	Durchmesser ca.	80	Mk.
« « «	2,^{m}0	« «	175	«
« « «	3,^{m}0	« «	250	«
« « «	4,^{m}0	« «	350	«

Bereitung von Beton*).

Die Festigkeit des Betons hängt hauptsächlich von der Güte des verwendeten Cementmörtels, sowie von der Festigkeit des Schottermaterials ab, welche nicht geringer als die des erhärteten Mörtels sein darf. Je mehr die Hohlräume des Schotters mit Mörtel ausgefüllt sind, desto härter wird die Betonmasse. Die letztere sollte also stets gestampft werden. (Bei dem geringwerthigen Romancementbeton muss des raschen Anziehens halber vom Stampfen abgesehen werden.) Wird mehr Mörtel verwendet, als zum Ausfüllen der gedachten Hohlräume erforderlich ist, so tritt keine wesentliche Vermehrung der Festigkeit des Betons, dagegen eine unmotivirte Erhöhung des Preises ein, anderntheils nimmt die Festigkeit desto mehr ab, je weniger die Hohlräume durch den Mörtel ausgefüllt werden. Ein nur aus Kies und Cement, also ohne Sandzusatz hergestellter Beton erreicht somit die Festigkeit eines mit Cementmörtel hergestellten Betons nicht. Vor der Herstellung eines Betons ist das Maass der Hohlräume des hierzu zu verwendenden Schotters durch Eingiessen von Wasser in ein mit Schotter gefülltes Gefäss von bestimmtem Inhalt zu ermitteln, ebenso das Volumen des Mörtels. Zur Bestimmung des letzteren sind nach Schuhmann die angewandten absoluten Gewichte der einzelnen Mörtelbestandtheile durch ihre specifischen Gewichte zu dividiren und alsdann die Quotienten zu addiren, deren Summe das kleinste Volumen angibt, das die betreffende Mörtelmasse einnehmen kann. Beim Beton ist nun soviel Mörtel zu verwenden, als das Maass seiner Hohlräume beträgt und sind ausserdem noch zur Umhüllung der Schotterstücke 15% des nach Vorstehendem ermittelten Mörtelquantums zuzusetzen. Das Volumen jeder Mörtelmischung kann auch direct durch Versuch ermittelt werden, wenn Mörtel in einem Raum von bestimmter Grösse eingestampft wird.

Nach von Dyckerhoff angestellten Versuchen empfiehlt es sich, bei solchen Bauten, wobei man sich mit geringerer Festigkeit begnügen darf, den mageren Cementmörteln (mit hohem Sandzusatz) Fettkalk zuzusetzen, etwa im Verhältniss 1 Maasstheil Cement, 1 Fettkalk, 6 Sand. Dieser Mörtel hat stark hydraulische Eigenschaften, erhärtet auch unter Wasser in genügender Weise und übertrifft hierin die gewöhnlichen Mörtel aus hydraulischen Kalken und aus Trass. Bei Bauten von hoher Festigkeit sollten dagegen nur Mörtel aus 1 Theil Portlandcement und 1—4 Theilen Sand Verwendung finden.

Folgende Mischungen geben nach Dyckerhoff dichte Betonmassen, s. Tab. 1, wobei das Mischungsverhältniss nach dem Maass festgesetzt und Kies von 5—30^{mm} Korngrösse verwendet wurde. 100 l Kies, welche 35 l Hohlräume hatten, wogen 164 kg. Das hl Cement wog 140 kg. Bei Verwendung von Cement, welcher nach der Normenprobe 16,3 kg Festigkeit nach 1 Stunde Bindezeit aufwies, ergaben sich die Festigkeiten von Probewürfeln, welche 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser erhärteten, wie in der Tabelle 2.

Tabelle 1.

Cement.	Sand.	Kies.
1	2	5
1	3	6,5
1	4	8,5
1	6	12

Tabelle 2.

Cement.	Kalkteig.	Sand.	Kies.	Druckfestigkeit in Kilogr. pro qcm.	Cement.	Kalkteig.	Sand.	Kies.	Druckfestigkeit in Kilogr. pro qcm.
1	—	2	—	151,8	1	—	3	6,5	108,2
1	—	2	3	196,2	1	—	4	—	75,2
1	—	2	5	170,5	1	—	4	5	90,9
1	—	—	5	69,9	1	—	4	8,5	86,0
1	—	3	—	98,8	1	1	6	—	53,5
1	—	3	5	111,6	1	1	6	12	52,1

Hieraus ist der Einfluss des mangelnden Sandzusatzes auf die (verminderte) Festigkeit, die Gleichwerthigkeit von Cementmörtel und von

*) S. auch Klose, Der Portland-Cement und seine Fabrikation. Preis M. 1,60. Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden. Ferner die Inserate von Dyckerhoff & Söhne in Biebrich, Schifferdecker & Söhne in Heidelberg und Budenheimer Portland-Cement-Fabrik von Fr. Sieger & Co. in Budenheim bei Mainz.

Beton bei richtiger Mischung des letzteren und beim Stampfen und die ökonomische Mischung von Mörtel und Kies zu ersehen. Eine Verminderung des Kieszusatzes unter die Sätze in Tabelle 1 ist unökonomisch. Wenn man mit einem gegebenen Mörtel vortheilhaft arbeiten will, so darf angenommen werden, dass der Kieszusatz etwa das Doppelte des Sandzusatzes in ersterem betragen darf. Bei weiteren praktischen Versuchen, theilweise auch mit Schotter mit 50% Hohlräumen ergab sich

Tabelle 3.

Mischungsverh. in hl.			Ausbeute in hl des Stampfbetons.	Pro cbm Stampfbeton Cementverbrauch in kg	Druckfest in kg pro qcm
Cement.	Sand.	Kies.			
1	3	6	6,65	210	140,0
1	4	8	8,85	158	121,2
1	5	10	11,25	125	94,1
1+ 1 Theil Kalkteig.	6	12	13,45	104 + 75[l] Kalkteig.	96,8
	Kiessand.	Geschläg.			
1	5	8 Basalt.	9,80	142,5	147,9
1	6	10 Kalksteine.	11,45	122,0	121,0
1	7	11 Sandsteine.	12,55	112,0	83,0
1+ 1 Theil Kalkteig.	8	13 «	14,80	94,0 + 66[l] Kalkteig.	91,2

Hierbei bestand der Kiessand aus gleichen Theilen Sand und Kies bis 18[mm] Korngrösse.

Zu einem wasserdichten Beton ist auch ein wasserdichter, d. h. fetter Mörtel zu verwenden, wenn man nicht vorzieht, den Beton mit einem wasserdichten Ueberzug von ca. 2,5[cm] Stärke zu überziehen, welcher gewöhnlich in 3 Lagen aufgebracht wird, derart, dass eine 1,5[cm] dicke Lage aus 1 Cement und 2 Sand, dann je eine Lage von 1 Cement und 1 Sand, endlich von reinem Cement aufgebracht und glatt gescheibt wird. Dieser Ueberzug kommt pro Quadratmeter auf ca. 1 Mark 80 Pf. bis 2 Mark zu stehen, der Arbeitsaufwand allein auf 0,1—0,085 Maurer- und 0,025 Handlangertagschichten.

Die verwendeten Materialien, Sand, Kies u. s. w. müssen ganz rein, also namentlich frei von erdigen Bestandtheilen sein. Bei Verwendung von Trass zu Beton wird gewöhnlich 1 Trass mit 1 hydraulischen Kalk, 1½ Sand und 5 Schotter gemengt.

Betonquader werden 1) aus Portlandcement und 2) aus Kies und Sand hergestellt. Bei einem Mischungsverhältniss von 1:6 beträgt das Schwindmaass ca. 33%, desgleichen bei 1:7 ca. 29% und bei 1:8 ca. 25%. Zum Formen von 1 cbm Betonquader sind 3 t. erforderlich, zum Versetzen ca. 1,8 t. Der Aufwand auf die Formen beträgt ca. 1 Mk. 20 Pf. pro cbm.

Gewöhnliche Mauerfundamente und Mauern, welche nicht sehr grosse Lasten zu tragen haben, werden am billigsten durch Einbringen und Einstampfen von Bruchsteinen in Betonlagen ausgeführt. Je nach der lagerhaften Beschaffenheit der Bruchsteine darf der Rauminhalt der letzteren die Hälfte bis 3/5 der Betonmasse betragen.

Zur Mischung und Verarbeitung der Materialien und zum Einbringen werden gewöhnlich 6 Mann verwendet, 2 Mann mit der Beifuhr von Kies und Sand, 1 Mann mit der Beifuhr des Cements. Zum Wassertragen sind 1—3 Mann erforderlich. Bei grösseren Quantitäten sind zur Verarbeitung etc. von 1 cbm Beton excl. Beistellung der Materialien 0,25—0,35 t. aufzuwenden, incl. der Materialbeifuhr im Mittel 1 t., bei Brückengewölben 1,25 t.

Das Minimalwasserquantum, unter das beim Anmachen von Portlandcementmörtel nicht herunter gegangen werden darf, beträgt 16% des Volumens des Cements, mehr als 30% Wasserzusatz ist nachtheilig, da hierdurch die Festigkeit erniedrigt wird.

Die Druckfestigkeit des Portlandcementmörtels ist ca. 7 Mal grösser als seine Zugfestigkeit, und etwa um das Doppelte grösser als bei guten hydraulischen Kalken oder Romancementmörteln.

Wird Beton, der mittelst Portlandcement hergestellt ist, gestampft, so verringert sich sein Volumen um ca. 25%.

Eine Betonmaschine mit einer Trommel von 6 Pferdekräften liefert

pro Stunde ca. 9 cbm, bei zwei Trommeln und 8 Pferdekräften ca. 12 cbm Beton. Letztere Maschinen liefern das bessere Product. Bei Verwendung von Handbetonmaschinen werden von 7 Arbeitern täglich ca. 28 cbm Beton geliefert. Bei der Anfertigung von Beton im Trocknen betragen die Kosten für Aufsicht und Geschirr ca. 8% der Gesammtkosten. Die Anfertigung und das Versenken von 1 cbm Beton unter Wasser incl. Schlammbaggern erfordert ca. 1,5—2,5 t.

Bei Betonirungen unter Wasser ist vor Einbringung neuer Betonlagen stets der vorhandene Cementschlamm zu entfernen. Die Masse des Cementschlamms, welche sich beim sorgfältigen Betoniren unter Wasser mittelst Versenkkästen ergibt, ist zu ca. 1/15 der Gesammtmörtelmasse anzunehmen. Die Entfernung des Schlamms geschieht gewöhnlich mit Sackbaggern; bei 3—5m Wassertiefe kostet das Reinigen einer mehr Schlamm bildenden Cementbetonsohle pro qm ca. 1 Mk. 20 Pf., dito bei einer Trasscementsohle nur ca. 80 Pf.

Bei der Herstellung von Beton unter Wasser ist womöglich darauf Bedacht zu nehmen, dass der Zutritt von Wasser bis zum Abbinden des Mörtels ferngehalten wird, da die Festigkeit des unmittelbar unter Wasser eingebrachten Betons, je nach dem Cementzusatz, nur 1/3—1/4 von derjenigen beträgt, welche erhalten wird, wenn derselbe an der Luft abbinden kann. Bei Betonirungen unter Wasser sollte nur rasch bindender Cement Verwendung finden, und muss man nicht nur einen stärkeren, sondern auch mehr Mörtel verwenden, wenn die Festigkeit dem an der Luft erhärteten gleich kommen soll. Eine bewährte Mischung für Beton unter Wasser ist 1 1/2 Cement, 2 1/2 Sand und 4 Schotter.

Die Versenkung unter Wasser geschieht am besten mittelst Blechkübeln von 0,5—1,0 cbm Inhalt oder in Lagen von nicht unter 0,m6 Stärke mittelst Trichtern. Die Anschaffung einer Betonrüstung für einen Kasten kostet excl. Winden ca. 370 Mark.

Je feiner die Mahlung des Cements ist, einen desto grösseren Sandzusatz kann derselbe in der Regel ertragen. Reiner Cementmörtel soll nach 7 Tagen eine Zug-Festigkeit von mind. 25 kg, eine Mischung von 1 Cement und 3 Sand eine solche von 5 kg pro qcm haben. Richtigere Resultate ergeben sich jedoch erst aus Proben nach vierwöchentlicher Dauer der Erhärtung des Mörtels, zu welcher Zeit reiner Portlandcementmörtel eine Zugfestigkeit von mind. 30 kg pro qcm erreichen soll, bei Zusatz von 1 Theil Sand ca. 15 kg, bei 2 Theilen Sand ca. 12 kg, bei 3 Theilen Sand ca. 10 kg, bei 4 Theilen Sand ca. 7 kg pro qcm. Bei der Mörtelbereitung ist darauf zu achten, dass kein ganz frischer Cement zur Verwendung kommt und der Mörtel steif angemacht wird.

Rasch bindende Portland-Cemente (1/2 Stunde Bindezeit) erreichen nur eine Festigkeit von 60—70% der langsam bindenden mit mindestens 2 Stunden Bindezeit.

Die Minimaldruckfestigkeit des Letzteren soll bei Verwendung I. Qualität und ohne Sandzusatz nach vollständiger Erhärtung 150 kg pro qcm betragen; bei Romancement I. Qualität sinkt die Festigkeit auf 10 kg herab.

Das Treiben des Cements wird daran erkannt, dass ein dünner ca. 1,5cm starker Cementkuchen, der auf einer Platte ohne Sandzusatz angemacht und nach erfolgtem Abbinden unter Wasser gebracht wird, nach seiner Erhärtung an der Peripherie rissig und zackig wird.

Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement.

Aufgestellt von dem königl. preuss. Ministerium für Handel, Erlass vom 10. Nov. 1878.

1) Das Gewicht der Tonnen und Säcke, in welchen Portlandcement in den Handel gebracht wird, soll ein einheitliches sein; es sollen nur Normaltonnen von 180 kg brutto und 170 kg netto, halbe Tonnen von 90 kg brutto und 83 kg netto, sowie Säcke von 60 kg Bruttogewicht von den Fabriken gepackt werden. — Streuverlust, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden. — Die Tonnen und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik und die Bezeichnung des Bruttogewichts mit deutlicher Schrift tragen.

2) Je nach der Art der Verwendung ist Portlandcement langsam oder rasch bindend zu verlangen. Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewandt werden und es ist diesem dann wegen der leichteren und zuverlässigeren Verarbeitung und wegen seiner höheren Bindekraft immer der Vorzug zu geben.

Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in einer halben Stunde oder in längerer Zeit erst abbinden.

3) Portlandcement soll volumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, dass ein dünner, auf Glas oder Dachziegel ausgegossener Kuchen von reinem Cement unter Wasser gelegt auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

4) Portlandcement soll so fein gemahlen sein, dass eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen pro qcm höchstens 20% Rückstand hinterlässt.

5) Die Bindekraft von Portlandcement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Daneben empfiehlt es sich, zur Controle der gleichmässigen Beschaffenheit der einzelnen Lieferungen auch die Festigkeit des reinen Cements festzustellen. Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen, und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Zerreissungs-Apparaten. — Die Zerreissungs-Proben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

6) Guter, langsam bindender Portlandcement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand auf 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimal-Zugfestigkeit von 10 kg pro qcm haben. — Bei einem bereits geprüften Cement kann die Probe sowohl des reinen Cements als des Cements mit Sandmischung als Controle für die gleichmässige Güte der Lieferung dienen. — Der Normalsand wird dadurch gewonnen, dass man einen möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro qcm siebt, dadurch die gröbsten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittelst eines Siebes von 120 Maschen pro qcm noch die feinsten Theile entfernt. — Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft werden — Cement, welcher eine höhere Festigkeit als 10 kg pro qcm (s. oben) zeigt, gestattet in den meisten Fällen einen grösseren Sandzusatz und hat aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, so wie oft schon wegen seiner grösseren Festigkeit bei gleichem Sandzusatz, Anrecht auf einen entsprechend höheren Preis. — Bei schnell bindenden Portlandcementen ist die Zugfestigkeit nach 28 Tagen im Allgemeinen eine geringere als die oben angegebene.

XV. Preisentwicklungen für Maurer- und Steinhauerarbeiten, für Strassenbauten etc.

A. Gewinnung von Bausteinen in Steinbrüchen.

1 cbm compakte Felsmasse gibt ca. 1,5 cbm in Haufen gesetzte Bruchsteine. Da hievon ca. 15% zur Verwendung als Bausteine unbrauchbar zu sein pflegen, so ergibt sich die nutzbare Masse noch = 1,25 cbm aufgeruthete Steine.

1 cbm Bruchsteine zu brechen, auf ca. 50^{m} herzutransportiren und aufzusetzen erfordert:

Gesteinsart.	a. Steinbrecher-Tagschichten.	b. Handlanger-Tagschichten.	Zuschlag für Geschirr und Aufsicht in Procenten von a u. b, ferner für Pulververbrauch.
Weich, dünngeschichtet od. stark zerklüftet mit Spitzpickel und Brecheisen zu lösen	0,22	0,73	10%
Keuper-Sandsteine, weiche Kalksteine, theils mit Spitzpickel, Keil u. Brecheisen, theils mit Pulver zu lösen	0,44	0,62	10% + 0,15 kg Pulver.
Muschelkalk, harte Sandsteine, Gneis, Granit mit Pulver zu sprengen	0,77	0,46	11% + 0,25 kg Pulver.
Sehr harter u. zäher Felsen, fester Granit, Porphyr, Quarzit, Basalt	1,0	0,66	12% + 0,35 kg Pulver.

B. Ansätze für Mörtelberechnung.

Bei den hannover'schen Staatsbahnen.

Voller Trassmörtel aus 2 Theilen Trass und 1 Theil gelöschten Kalk gibt $2^1/_4$—$2^2/_5$ Theile Mörtel.

Verlängerter Trassmörtel aus 1 Theil Trass, 1 Theil Kalk und 1 Theil Sand gibt 2,06—2,25 Theile Mörtel.

Ordinärer Trassmörtel aus $^1/_2$ Theil Trass, 1 Theil Kalk und $1^1/_2$ Theile Sand gibt 2,0 Theile Mörtel.

Quadertrassmörtel aus 1 Theil Trass und 1 Theil Kalk gibt $1^1/_4$ Theile Mörtel.

Kalkmörtel aus 1 Theil Kalk und 2 Theilen Sand gibt 2 Theile Mörtel.

Cementmörtel zum Mauern aus 1 Theil Cement und $1^1/_2$ Theile Sand gibt 1,7 Theile Mörtel; zum Ausfugen und Vergiessen aus 1 Theil Cement und 1 Theil Sand gibt 1,25 Theile Mörtel.

---

1 Theil Cement und 1 Theil Sand geben 1,5 Theile Mörtel.
1 « « « 3 « « « 3 « «

100 kg Portlandcement entsprechen ca. 80 l in lose geschüttetem Zustand; dessgleichen bei Romancement = ca. 100 l. — 1 Tonne Portlandcement wiegt ca. 170 kg netto.

Die Bereitung von 5—5,5 cbm Cement oder schwarzen Kalk-Mörtel erfordert excl. Wasserbeschaffung 5 t. Eine Mörtelmühle, von 1 Pferd bewegt, liefert täglich ca. 12 cbm Mörtel. Die Aufsichts-, Geschirr- etc. Kosten betragen beim Mörtel ca. 8% des Materialwerths. Eine Mörtelmaschine von $0{,}^m6$ Durchmesser und $0{,}^m8$ Höhe der Mörteltrommel kostet für Handbetrieb ca. 465 Mk., bei $0{,}85^m$ Durchm. und $1{,}^m1$ Höhe für Pferdebetrieb ca. 660 Mk. und für Maschinenbetrieb und 1 Pferdestärke ca. 780 Mk.

Zum Löschen von 1 Theil fetten Kalk sind ca. 3—3,3 Theile, bei hydraulischem Kalk ca. $1^1/_2$ Theile Wasser erforderlich. Fetter Kalkmörtel besteht gewöhnlich aus 1 Theil Kalk und $2^1/_2$—3 Theilen Sand, welche zusammen 2,3—3 Theile Mörtel ergeben. Für Wasserbauten ist eine Mischung von 1 Theil hydraulischem Kalk und 2 Theilen Sand = 2,4 Theile Mörtel die beste.

Das Ablöschen eines Hectoliters fetter Kalk erfordert 0,1 t; die Bereitung von einem Hectoliter Mörtel aus Fettkalk 0,03 t.

1 Tonne Portlandcement gibt mit 1 Tonne Sand (110 l) — ∴ 0,2 cbm, mit 2 Tonnen 0,33 cbm und mit 3 Tonnen Sand 0,44 cbm Mörtel.

1 Tonne hydraulischer Kalk wiegt 155 kg und gibt mit 1 bezw. 2 Tonnen Sand gemischt 0,37 cbm bezw. 0,55 cbm Mörtel.

Materialbedarf bei Maurerarbeiten.

Auszug aus der Circ.-Verf. des königl. preuss. Handelsministers vom 13. April 1872.

Bei Ziegelmauerwerk liegt das Normalziegelformat von 25^{cm} Länge, 12^{cm} Breite und $6{,}5^{cm}$ Stärke zu Grunde.

Die Wandstärke beträgt bei Ziegelmauerwerk: bei $^1/_2$ Stein Stärke 12^{cm}, und für je $^1/_2$ Stein Mehrstärke je 13^{cm} weiter.

1 cbm Bruch- oder Feldsteinmauerwerk erfordert 1,25—1,30 cbm Bruchsteine und 330 l Mörtel.

1 qm volles Mauerwerk aus Ziegeln, $^1/_2$ Stein stark, erfordert 50 Ziegel und 35 l Mörtel; jeder qm von je $^1/_2$ Stein stärkerem Ziegelmauerwerk erfordert je 50 Ziegel und je 35 l Mörtel mehr.

1 cbm volles Ziegelmauerwerk erfordert durchschnittlich 400 Steine und 280 l Mörtel.

1 qm Fachwerkswand, $^1/_2$ Stein stark, erfordert nach Abzug der Oeffnungen 35 Steine und 25 l Mörtel.

Bei Pflasterungen von Ziegeln erfordert:

1 qm flachseitig gelegtes Pflaster in Sand verlegt mit ausgegossenen Fugen — ∴ 33 Steine und 3 l Mörtel.

1 qm flachseitig gelegtes Pflaster mit 12^{mm} starkem Mörtelbett — ∴ 31 Steine und 17 l Mörtel.

1 qm hochkantig gelegtes Pflaster mit 6^{mm} starken Stossfugen ohne Mörtelbett — ∴ 56 Steine und 11 l Mörtel.

1 qm hochkantig gelegtes Pflaster mit 6^{mm} starken Stossfugen mit Mörtelbett — ∴ 56 Steine und 23 l Mörtel.

Für Gewölbe in plano gemessen excl. Hintermauerung sind erforderlich:

Zu 1 qm	halbkreisförm.	Tonnengew.	1/2	Stein st.	82	Ziegel	50 l	Mörtel.
« 1 «	«	«	1	« «	165	«	100 l	«
« 1 «	gedrücktes	«	1/2	« «	70	«	43 l	«
« 1 «	«	«	1	« «	148	«	90 l	«
« 1 «	flaches Kappengewölbe		1/2	« «	56	«	34 l	«
« 1 «	« Kreuzgewölbe		1/2	« «	86	«	50 l	«

1 qm Wandputz, 1,5 cm stark, erfordert 17 l, 1 qm Façadenputz mit schwachen Fugen 20 l, 1 qm Wandputz, 2,0 cm stark, erfordert 20 l, 1 qm Façadenputz mit tiefen Fugen 25 l, 1 qm Putz auf halbkreisförmigen Tonnen und Kreuzgewölben ca. 26 l, 1 qm Putz auf Kappen-, böhmischen und flachen Kreuzgewölben ca. 20 l Mörtel.

Bemerkung. Mauerverputz darf nicht in verschiedenen Lagen, sondern muss auf einmal in der vorgeschriebenen Stärke (nicht unter 15mm) aufgetragen werden. Bei guten Ziegeln (Backsteinen) sind für Bruch 3%, bei mittelguten 7% des obigen Bedarfs zuzuschlagen.

C. Tabelle

der bei Veranschlagung von Maurerarbeiten anzuwendenden Materialien-Quantitäten, und **Mörtel-Tabelle.**

(s. S. 76 und 77.)

D. Tabelle

für Preisanalysen von Maurer- und Steinhauerarbeiten.

Gattung des Mauerwerks.	Steinbedarf in Procenten der Mauerwerksmasse. a.	Mörtelbedarf in Procenten der Mauerwerksmasse. b.	Arbeitsaufwand in Tagschichten pro cbm beim Richten. c.	Arbeitsaufwand in Tagschichten pro cbm beim Versetzen. d.	Geschirr-, Rüstungs-, Aufsichtskosten, Unternehmergewinn. e.
Fundamentgemäuer					
aus unregelm. gef. Steinen	105	25	ca. 0,8		10
aus lagerhaften gut zusammengerichteten Steinen . .	115	20	ca. 1,25		10
Quaderhintermauerung . . .	115	15—20	ca. 1,4—1,6 im Mittel		10
Einhäuptiges Gemäuer					
von rauh gespitzten Steinen	120 bei 0,m5	10—12	0,9	0,9	12
von sauber gespitzt. Steinen	115 bei 1,m0	12—15	1,2	1,0	
Doppelhäuptiges Gemäuer					
von rauh gespitzten Steinen	125 bei 0,m5	12	1,8	1,2	12
von sauber gespitzt. Steinen	115 bei 0,m8	15	2,2	1,2	
	110 bei 1,m2	18			
Grundquader	—	12	1,0	1,2	15
Quadergemäuer einhäuptig					
von rauh gespitzten Steinen	—	10	1,8	1,4	15
von sauber gespitzt. Steinen	—	8	2,6	1,5	18
mit gekrönelten Lager- und Stossfugen	—	6	3,5	1,7	20
Gewölbe aus Bruchsteinen . .	130	25	2,6		18
« aus sauber gesp. Steinen	120	18	2,8	1,7	22
« aus Quadern	110	10	3,5	2	25
Rollschichten, Hakensteine .	—	10	2,5	1,6	20
Verdachungs-Schachteinlaufst.	—	8	3,5	2	20
Einfache Stirngurten ohne Profilirung	—	8	4,2	1,6	25
Brüstungsquad. glatt geschafft	—	6	5,3	2,2	25
« mit Verkröpfungen	—	6	7,5	2,4	25

Stärke

Die Angaben für das Richten der Steine beziehen sich auf mittelharte Keuper- und dergleichen Sandsteine. Bei sehr harten Sandsteinen

sind die Ansätze für das Richten bis 50, bei Graniten und bei Marmor bis zu ca. 400 % zu erhöhen, wobei die vermehrte Geschirrabnützung jedoch inbegriffen ist.

Die Tagschichten der Handlanger beim Versetzen sind in Obigem inbegriffen, jedoch in Maurertagschichten verwandelt worden, und zwar 5 von den letzteren = 7 Handlangertagschichten. — Die Ansätze in Columne e beziehen sich auf die Gesammtkosten des Mauerwerks (also incl. Ankauf und Beifuhr der Steine) in Procenten.

Das rauhe Spitzen von gewöhnlichen Mauersteinen (Sandsteinen) erfordert pro qm 0,25 t. Bei rauh bossirten Sandsteinen können täglich 2,5—3,0 qm Lagerfläche bearbeitet werden. Sollen die so geschafften Flächen weiter bearbeitet werden, so erfordert der qm zu spitzen 0,35 t., zu kröneln 0,4 t., zu schleifen 0,8—0,9 t., zu charriren 0,55—0,75 t. Bei Graniten erfordert 1 qm Fläche gestockt 0,3—0,2 t, geschliffen 0,12—0,15 t., abgelagert und etwas gestockt 0,3—0,4 t. Für gekrümmte Flächen sind 50—100 % zuzuschlagen, wobei die Profile verstreckt zu messen sind.

1 cbm bestes Ziegelmauerwerk erfordert ca. 0,45 Maurer- und ca. 0,57 Handlangertagschichten.

Eine Mauerfläche rauh mit Mörtel anzuwerfen erfordert 0,06 Maurer- und 0,06 Handlangertagsch., Zuschlag für Geschirr 10 %.

Eine Mauerfläche mit Cementmörtel auszufugen, erfordert incl. Mörtelbereitung:

bei Ziegelmauerwerk pro qm 0,12 Maurert. und 0,08 Handlangert.
« Bruchsteingemäuer « « 0,10 « « 0,06 «
« Quadermauerwerk « « 0,07 « « 0,04 «

} Zuschlag für Geschirr 10 %.

Das Abbrechen von Mörtelgemäuer incl. dem saubern Reinigen der Steine erfordert pro cbm:

bei Ziegelmauerwerk 0,3 Maurert. und 0,3 Handlangert., für Geschirr 12 % Zuschlag;
« Bruchsteingemäuer 0,4 Maurert. und 0,4 Handlangert., für Geschirr 15 % Zuschlag;
« Quadergemäuer 0,5 Maurert. und 0,5 Handlangert., für Geschirr 15 % Zuschlag.

Für Verbruch ist bei Ziegelmauerwerk ca. 30 %, bei Bruchsteingemäuer 20 % zu rechnen.

E. Zimmerarbeiten.

Die Dauer der gewöhnlichen Bauhölzer (Nadel- und Eichenholz) hängt von ihrer durch Standesortverhältnisse bedingten Structur, von der Aufbereitungsweise und von der Art ihrer Verwendung ab. Nicht gesundes, also angefaultes, versticktes, im Kern von Insecten beschädigtes, kernschäliges, eisklüftiges und dergl. Holz ist auszuschliessen.

In hohen Breitengraden oder im Gebirge und auf mageren Sandböden erzogenes, harzreiches Nadelholz ist wesentlich dauerhafter als das in warmen Tieflagen und auf üppigem Boden erzeugte meist brausche Holz. Umgekehrt ist das Eichenholz, das unter den letzteren Bedingungen aufwächst, besser als das auf magerem Boden und in kaltem Klima erzeugte Holz.

Alles Holz ist kurze Zeit nach dem Fällen (bezw. nach Schneebruch, Windwürfen) zum Zweck der Austrocknung zu entrinden. Je wärmer die Witterung ist, desto rascher hat dies zu geschehen. Das Holz darf ferner nicht im Schatten und in der Nässe gelagert, sondern soll womöglich an trockenen, dem Luftzug ausgesetzten Orten auf Unterlagern aufgesetzt werden. Bei richtiger Behandlung ist kein Unterschied zwischen im Sommer und im Winter gefälltem Holz zu machen.

Waldtrockenes Holz wird erst nach Verfluss von mindestens 2½ Jahren nach der Fällung erzielt. Das zu geschlossenen Balkenlagen verwendete Holz muss mindestens waldtrocken sein. Künstliche Austrocknung oder Imprägnirung ist daher nicht zu umgehen, wenn das Holz nicht vom Regen geschützt in luftigen Räumen austrocknen kann, ausgetrocknetes Holz aber nicht zur Verfügung steht.

Zum Schutz des Holzes, welches direct vom Regen getroffen wird, dient Oelfarbanstrich oder Theerung, zuvor müssen aber die Hölzer vollständig ausgetrocknet sein. Holz, das in unausgetrocknetem Zustand mit Oelfarbe und dergl. angestrichen wird, sowie bei warmer Witterung zu lange in der Rinde belassenes Holz erstickt.

Pfosten und dergl., welche in die Erde kommen, sind vor dem Ein-

Tabelle

der bei Veranschlagung von Maurerarbeiten anzuwendenden Materialien-Quantitäten, und Mörtel-Tabelle *).

Laufende No.	Es wird gerechnet auf	Ziegelsteine à 25,12 u. 6,5 cm.	Bruchsteine.	Quader.	Steinschlag.	Mörtel: Menge.	Mörtel: No.	Mörtel: Art.	Mörtelmaterialien in Cubikmetern: Cement (lose gemessen).	Trass.	Wasserkalk (gelöscht).	Fettkalk (gelöscht).	Sand.
		Stück	cbm	cbm	cbm	cbm			cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
1	1 cbm Beton	—	—	—	0,90	0,45	1	Verlängerter Trassmörtel . .	—	0,225	—	0,225	0,225
							3	Reiner Cementmörtel	0,225	—	—	—	0,45
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,075	—	0,15	—	0,45
							5	do. mit Fettkalk .	0,113	—	—	0,113	0,45
2	1 cbm Bruchsteinmauerwerk:												
	a) im Wasser . . .	—	1,30	—	—	0,30	1	Verlängerter Trassmörtel . .	—	0,15	—	0,15	0,15
							3	Reiner Cementmörtel	0,15	—	—	—	0,30
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,05	—	0,10	—	0,30
							5	do. mit Fettkalk .	0,075	—	—	0,075	0,30
	b) an feuchten Stellen, in Widerlagern, Flügel-, Stirn- und Futtermauern und Gewölben aus Bruchsteinen.	—	1,30	—	—	0,30	2	Ordinärer Trassmörtel . . .	—	0,075	—	0,15	0,225
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,05	—	0,10	—	0,30
							5	do. mit Fettkalk .	0,075	—	—	0,075	0,30
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,171	—	0,257
	c) im Trocknen . .	—	1,30	—	—	0,30	7	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,15	—	0,30
							8	do. aus Fettkalk . .	—	—	—	0,15	0,30
3	1 cbm Backsteinmauerwerk. Mörtel wie bei 2 .	400	—	—	—	0,30	—	— —	—	—	—	—	—
4	1 cbm Quadermauerwerk incl. Fugen . .	—	—	1	—	0,10	2	Ordinärer Trassmörtel . . .	—	0,025	—	0,05	0,075
							5	Cementkalkmörtel mit Fettkalk	0,025	—	—	0,025	0,10
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,057	—	0,086

5	1 qm Deckplatten zu verlegen	—	—	—	—	0,03	2	Ordinärer Trassmörtel . . .	—	0,008	—	0,015	0,023
							3	Reiner Cementmörtel	0,015	—	—	—	0,03
							5	Cement-Kalkmörtel mit Fettkalk	0,008	—	—	0,008	0,03
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,017	—	0,026
6	1 qm Bruchstein- oder Backsteinmauerwerk zu fugen	—	—	—	—	0,006	3	Reiner Cementmörtel	0,003	—	—	—	0,006
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,004	—	0,005
							8	do. aus Fettkalk . .	—	—	—	0,003	0,006
7	1 qm Gewölbe-Abdeckung mit Cementputz	—	—	—	—	0,02	3	Reiner Cementmörtel	0,01	—	—	—	0,02
8	1 qm Gewölbe-Abdeckung mit einfacher Ziegelflachschicht .	32	—	—	—	0,03	2	Ordinärer Trassmörtel . . .	—	0,008	—	0,015	0,023
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,005	—	0,01	—	0,03
							5	do. mit Fettkalk .	0,008	—	—	0,008	0,03
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,017	—	0,026
9	1 qm Gewölbe-Abdeckung mit doppelter Ziegelflachschicht . . .	64	—	—	—	0,06	2	Ordinärer Trassmörtel . . .	—	0,015	—	0,03	0,045
							4	Cement-Kalkmörtel aus Wasserkalk	0,01	—	0,02	—	0,06
							5	do. mit Fettkalk .	0,015	—	—	0,015	0,06
							6	Kalkmörtel aus Wasserkalk .	—	—	0,03	—	0,05
10	1 qm Ziegelpflaster, 1/2 Stein (0,m12) stark .	56	—	—	—	0,04	1	Verlängerter Trassmörtel . .	—	0,02	—	0,02	0,02
							3	Reiner Cementmörtel	0,02	—	—	—	0,04
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,007	—	0,003	—	0,04
							5	do. mit Fettkalk .	0,01	—	—	0,01	0,04
11	1 qm Ziegelpflaster, 1 Stein (0,m25) stark .	112	—	—	—	0,08	1	Verlängerter Trassmörtel . .	—	0,04	—	0,04	0,04
							3	Reiner Cementmörtel	0,04	—	—	—	0,08
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,013	—	0,007	—	0,08
							5	do. mit Fettkalk .	0,02	—	—	0,02	0,08
12	1 qm Bruchsteinpflaster, 0m,2 stark . . .	—	0,26	—	—	0,06	1	Verlängerter Trassmörtel . .	—	0,03	—	0,03	0,03
							3	Reiner Cementmörtel	0,03	—	—	—	0,06
							4	Cement-Kalkmörtel mit Wasserkalk	0,01	—	0,02	—	0,06
							5	do. mit Fettkalk .	0,015	—	—	0,015	0,06

*) Mittheilung des Herrn Ingenieur Jacobsen in Hannover.

graben bis 0,^{m}3 über dem Boden leicht anzukohlen (nicht zu verkohlen, da Kohle hygroskopisch ist), um die Trocknung zu vervollständigen und sodann mit Holztheer zu theeren.

Gutes Kiefernholz hat bei Bauten im Freien, z. B. als Brückenträger, und ohne Verwahrung gegen Nässe, je nach dem Standort, seinem Alter und seinem Harzgehalt eine Dauer von ca. 10—25 Jahren, desgl. Fichtenholz von 6—15, Eichenholz von ca. 25—35 Jahren, bei Schutz gegen Nässe die 2½fache bis 3fache Dauer. Zapfen-, Bolzenlöcher u. dergl., welche nicht gegen den Zutritt von Nässe geschützt sind, verringern die Dauer von Holzconstructionen im Freien sehr erheblich.

Bei Brücken mittlerer Frequenz ist die Dauer eines Dielenbelags von Eichenholz auf ca. 15 Jahre, von Tannenholz auf ca. 6—7, ein Belag von Pflöcklingen aus unterdrücktem Forchenholz auf ca. 10—12 Jahre anzuschlagen.

1 cbm trockene Bretter wiegt 500 kg.

Zur Herstellung von 20 cbm Brettern und Bohlen sind durchschnittlich 27 cbm Rundholz erforderlich; der Abfall an Spähnen und Sägmehl beträgt somit ca. 7 cbm.

Tabelle

über den Bretter- und Bohlen-Inhalt von Rundhölzern.

Stärke der Bohlen und Bretter.	Mittlerer Durchmesser des Sägeblocks in ^{cm}						
	32	37	42	47	52	57	62
	1 lfd. ^{m} Sägeblock liefert an Bohlen und Brettern:						
10,5 ^{cm}	0,21 qm	0,42 qm	0,63 qm	0,79 qm	0,99 qm	1,26 qm	1,57 qm
8 «	0,32 «	0,63 «	0,94 «	1,26 «	1,62 «	2,04 «	2,51 «
5 «	0,47 «	0,94 «	1,41 «	1,89 «	2,35 «	2,87 «	3,45 «
4 «	0,63 «	1,20 «	1,81 «	2,43 «	3,14 «	4,00 «	4,71 «
3,5 «	0,78 «	1,47 «	2,20 «	2,98 «	3,82 «	4,81 «	5,96 «
3 «	0,94 «	1,73 «	2,59 «	3,53 «	4,63 «	5,96 «	7,53 «
2 «	1,10 «	1,99 «	2,98 «	4,09 «	5,44 «	7,22 «	9,41 «

Stärke der Bohlen und Bretter.	Durchmesser des Sägeblocks in ^{cm}						
	32	37	42	47	52	57	62
	1 qm Bohlen und Bretter erfordert lfd. ^{m} Sägeblock:						
10,5 ^{cm}	4,76	2,39	1,59	1,27	1,090	0,794	0,637
8 «	3,13	1,59	1,06	0,80	0,617	0,490	0,398
5 «	2,13	1,06	0,71	0,53	0,426	0,348	0,290
4 «	1,59	0,83	0,55	0,41	0,318	0,250	0,212
3,5 «	1,28	0,68	0,45	0,34	0,262	0,208	0,168
3 «	1,06	0,58	0,39	0,28	0,216	0,168	0,133
2 «	0,91	0,50	0,34	0,24	0,182	0,139	0,106

Der Materialverlust in Folge eines Schnittes beträgt pro qm Schnittfläche 0.002 cbm. Die Sägeschnittsbreite ist durchschnittlich = 5^{mm}.

Auf der Sägemühle kostet das Schneiden von 1 cbm Rundholz zu Bauholz ca. 7 Mk. 20 Pf., desgleichen zu Schnittwaaren 10 Mk. Bei Dampfsägen wird ein Schnittlohn pro Stunde bezahlt im Mittel

1) von 2 Mk. 50 Pf. bei gewöhnl. Hochgattern,
2) von 5 Mk. für Vollgatter mit 12 Sägen und
3) von 1 Mk. 50 Pf. für eine Circularsäge.

Das Auf- und Abladen erfordert pro cbm 0,25 t.

Die Veranschlagung der Kosten von Zimmerarbeiten erfolgt nach der Stärke der Hölzer und werden gewöhnlich 3 Kategorieen unterschieden: a) von 25—30^{cm} und mehr Stärke, b) von 15—25^{cm} und c) von weniger als 15^{cm} Stärke.

Durchschnittlich dürfen pro cbm 8 Mark Arbeits-, Schneide- und Fuhrlohn gerechnet werden. Das Abbinden und Aufstellen erfordert allein durchschnittlich pro cbm 3 t bei beschlagenem und 2,3 t bei gesägtem Holz.

Das Beschlagen von quadratischem Holze erfordert:

bei 10^{cm} Seitenlänge	ca. 0,03 t	bei 25^{cm} Seitenlänge	ca. 0,08 t
« 15^{cm} «	« 0,044 t	« 30^{cm} «	« 0,13 t
« 20^{cm} «	« 0,06 t	« 35^{cm} «	« 0,155 t

Wird das Holz nur baum(wahn-)kantig beschlagen, wobei die Ecken auf ca. 4^{cm} Länge die natürliche Rundung behalten, so reduciren sich die obigen Ansätze um ca. 30%.

Das Bearbeiten von hartem Holz kostet ca. 40% mehr als das von weichem Holz. Wenn sich das Beschlagen nur auf eine oder zwei Seiten erstreckt, so ist von vorstehenden Sätzen der vierte Theil bezw. die Hälfte zu Grunde zu legen, wegen des verhältnissmässig grösseren Zeitaufwandes, für das Zurechtlegen des Holzes aber noch ein Zuschlag von 10% zu machen.

Wird das Holz gesägt, so sind 2 Arbeiter hierzu erforderlich, welche zusammen in einem Tag ca. 10 qm Schnittfläche bei Eichenholz und 12—13 qm bei Tannenholz zu fertigen im Stande sind. Für Aufstellen etc. des Holzes, für Geschirr sind ca. 8% des Arbeitslohnes zuzuschlagen.

Beim sogenannten Lohn- oder Kundenschneiden wird bezahlt bei Hölzern

		von weniger als 2m Länge und bei weniger als 5 Schnitten		von mehr als 2m Länge und bei mehr als 5 Schnitten.	
		bei Hartholz.	bei Weichholz.	bei Hartholz.	bei Weichholz.
von 20cm Durchm.	pro Meter Längenschnitt	19 Pf.	15 Pf.	16 Pf.	8 Pf.
« 30cm «		27 «	20 «	17 «	10 «
« 40cm «		35 «	26 «	20 «	14 «
« 50cm «		48 «	36 «	25 «	17 «
« 60cm «		—	—	30 «	20 «
« 70cm «		—	—	35 «	23 «

Für das Schneiden von 9m altes Eichenholz wird von 1 Mk. bis 1 Mk. 20 Pf. vergütet.

Bei der Herstellung des Verschaalungsgerüsts für die steinerne Brücke über die Elbe bei Pirna wurde auf das Abbinden der Hölzer pro lfd. Meter durchschnittlich 1 Stunde Zeit aufgewendet. Der Verschnitt betrug ca. 9% der Holzmasse. Bei einem Taglohn von 5 Mk. incl. Geschirr etc. stellte sich der lfd. Meter Standgerüstabbinden auf 47 Pf., dessgleichen beim Bogengerüst auf 50 Pf., und das Aufstellen auf 32 Pf. bezw. auf 81 Pf.

Das Beschlagen von 1m tannenem Bauholz, das Abbinden und das Aufschlagen in der Höhe von 8—12m (2—3 Stockwerken) erfordert bei starken Hölzern ca. 0,2 t, bei schwachem Holz ca. 0,13 t. Ueber das Zurichten von Pfählen, Rosthölzern s. auch Fundationen.

Das Aufbringen von Schwellen auf Rostpfähle incl. Zapfenschneiden erfordert ca. 1/12 t pro Meter.

1m Brett aus Weichholz zu fügen erfordert		0,03 t
1m « « Hartholz « « «		0,04 t
1m Diele « Weichholz « falzen und zu nuten ca.		0,07 t
1m « « Hartholz « « « « « «		0,08 t
1 qm Brett oder dergl. glatt zu hobeln erfordert bei Weichholz		0,08 t
1 qm « « « « « « « « Hartholz .		0,107 t

Verzahnte Balken erhalten 1/12—1/15 der Spannweite zur Höhe. Die Sprengung in der Balkenmitte ist zu 1/60 der Spannweite, die Zahnhöhe zu 1/8—1/10 der Balkenhöhe, die Zahnlänge zu 1,m0 höchstens anzunehmen. Die Hirnseite der Zähne muss glatt gehobelt sein; um ein Einpressen der Zähne in das untere Holz zu vermeiden, wird gewöhnlich ein Eichenholzdübel oder eine Metallplatte eingeschoben.

Die Entfernung der Bolzen beträgt gewöhnlich 1,m25.

Verzahnte Balken haben nur ca. 80% der Tragkraft ganzer Balken.

Bei Hängwerken soll die Höhe der Versatzung 1/6 der Holzstärke betragen. Um einem Ausschlitzen des Auflagerholzes an dieser Stelle vorzubeugen, muss die Entfernung zwischen Versatzung und Zapfen mindestens = 27cm sein.

F. Kosten von Strassenbauarbeiten.

(t = Tagschicht von 10 Stunden.)

Das Stellen und Abköpfen einer 20cm hohen Vorlage (Grundbau) incl. Transports der Steine bis zu 10m Entfernung erfordert	pro Ar	5,0—4,5 t
Das Stellen und Abköpfen bei 15cm Höhe der Vorlage	« «	3,5 t
Desgleichen bei einer Entfernung bis zu 30m Zuschlag	« «	1 t
Das Schlagen von Grobgeschläg von harten Steinen 8—9cm stark auf der Baustelle	« cbm	0,25 t
Desgleichen von weichen Steinen 12cm stark	« «	0,15 t

Das Schlagen von Schotter aus:

Granulit oder sehr hartem Basalt mit 3,0cm Durchmesser	pro cbm	1,5—2,3	t
Grauwacke, gewöhnl. Granite mit 4cm Durchm.	« «	1,1—1,2	t
Muschelkalk mit 4,0cm Durchm.	« «	0,6—0,7	t
Kieselsandstein mit 4,0cm Durchm.	« «	0,7—0,9	t
weichen Sandsteinen oder Jurakalksteinen mit 5cm Durchm.	« «	0,35—0,40	t
Das Werfen von Schotter erfordert bei Sandsteinschotter excl. Transport	« «	0,15	t
Desgleichen incl. Transport bis zu 15m	« «	0,18	t
Das Einbringen von Grobgeschläg incl. Transports der Steine bis auf 10m Entfernung	« «	0,08	t
Desgleichen von Kleingeschläg	« «	0,13	t
« « « bis auf 50m Entfernung	« «	0,16	t
Das Richten, Versetzen und Abrammen von 20cm hohem Pflaster	« qm	0,35	t

1 qm Vorlage, 18—20cm stark, erfordert 0,15—0,20 cbm Bruchsteine.

Für Geschirr und Aufsicht sind bei obigen Arbeiten 7% in Rechnung zu nehmen.

1 Ar Strassenfahrbahn 5cm hoch mit Kiessand zu übergrunden erfordert 8 cbm und 1,6 t.

Bei Herstellung von Schotter mit Maschinenbetrieb richtet sich die Leistung bei den hierzu gewöhnlich angewendeten Steinbrechmaschinen nach der Grösse des Brechmauls, der Härte des Gesteins und der Umdrehungszahl der Betriebswelle; zu dem gedachten Zweck wird die Maulweite zwischen 30—45cm angenommen und die Maschine mit ca. 5 Pferdekräften betrieben. Mit einer in Avricourt in Betrieb befindlichen Maschine wurden in 10 Arbeitsstunden pro Stunde 9000 kg Kalksteine gebrochen, der cbm aufgesetzte Steinmasse hatte 48% Hohlräume und wog 1300 kg, die Leistung bezifferte sich sonach auf 7 cbm aufgeruthete Steine, welche 5,2 cbm Schotter ergaben. Die Sortirtrommeln haben sich nicht bewährt. Die Maschine kostete 2650 Mk.; zwei Reservebacken aus Hartguss 210 Mk.; die sonstigen Ausrüstungsgegenstände zusammen 100 Mk. Bei Aufstellung einer Maschine kam der cbm Schotter auf 1 Mk., bei zwei Maschinen wegen der hierdurch verringerten Aufsichtskosten etc. auf nur 75 Pf. zu stehen.

Das eintägige Walzen einer Fahrbahn bei einer Endbelastung der Walze von 6 t kostet incl. des Aufbringens einer 4cm hohen Sandschichte während des Walzens bei einem Taglohn von 30 Mk. für 6 Pferde und 2 Führer und einem Taglohn von 2 Mk. für die Hilfsarbeiter zusammen pro Ar — ⁚ · 2 Mk. Hierzu kommt das Wasserführen mit 2 Pferden, welches zu ca. 1 Mk. pro Ar im Mittel anzuschlagen ist.

Im Jahre 1873 kostete in Berlin das Ar mit der Dampfwalze befestigte Fahrbahn 6 Mk. 57 Pf., oder 1 cbm eingewalztes Geschläg — ⁚ · 77 Pf. In einer Stunde wurden 34,4 qm = 2,96 cbm eingewalzt. Die Ausgaben für den Betrieb betragen täglich 22 Mk. 50 Pf. incl. Amortisation und Unterhaltung — ⁚ · 27 Mk. 26 Pf. Die Bespannung und Bedienung einer Pferdewalze verursachte dagegen einen täglichen Aufwand von 36 Mk. 50 Pf., incl. 5% Zuschlag für Amortisation etc. aber 36 Mk. 75 Pf. Hierbei wurden pro Stunde 1,73 cbm Geschläg oder 22 qm gewalzt und es kosteten 1 Ar Decklage 16 Mk. 50 Pf., 1 cbm dito 2 Mk. 10 Pf. Die Kosten der Wasserbeifuhr schwankten in beiden Fällen zwischen 6 und 12 Mk. pro Tag. Somit verhalten sich die Kosten bei beiden Walzmethoden = 0,74 : 1.

Die von G. Kuhn in Berg gebaute, in Stuttgart erstmals angewandte Dampfstrassenwalze hat ein Dienstgewicht von 24500 kg und 21 qm Heizfläche. Die Kosten für Heizung und Bedienung betragen pro Tag (à 10 Stunden) 35—36 Mk. Bei 70 Arbeitstagen im Jahre stellt sich der Aufwand pro qm gewalzte Strassenfläche incl. Amortisation und Verzinsung auf 4 Pf., dagegen bei der Pferdewalzung auf 14 Pf. pro qm. Die Maschine ist sehr leicht lenkbar. Die Dampfwalze lässt sich noch auf Strassen von ca. 11% Steigung vortheilhaft verwenden.

Im Baubezirk Bromberg kostete das Ar mit Pferdewalze comprimirten Macadam's excl. Wasserbeifuhr nur 6 Mk. 30 Pf.

Eine Pferdewalze kostet ca. 1800 Mk., eine Dampfwalze 18,000 Mk.

XVI. Aus dem Maschinenbau.

A. Notizen über Transmissionen.

Riemscheiben.

Tabelle für Riemenbreiten.

n . D =	Riemenbreiten in Millimetern für die Uebertragung einer Kraft in Pferden von:							
	1/2	1	2	4	6	8	10	15
3	240	420	—	—	—	—	—	—
5	160	275	—	—	—	—	—	—
8	110	190	330	—	—	—	—	—
10	90	160	275	480	—	—	—	—
20	52	90	160	275	380	—	—	—
30	38	65	115	200	275	350	415	—
50	25	44	75	135	185	230	275	380
80	—	30	52	90	125	160	190	255
100	—	25	44	75	105	135	160	215
200	—	—	25	44	60	75	90	125
500	—	—	—	—	30	36	44	60
1000	—	—	—	—	—	—	25	35

Riemen von . . . 25—65, 65—100, 100—180, 180—360^{mm} über 360^{mm}
erhalten eine Dicke von 4 4 1/2 5 6 7^{mm}

In der Tabelle bedeutet n . D das Produkt aus der minutl. Tourenzahl und dem Scheibendurchmesser in Metern. Breite des Riemscheibenkranzes = 1,2 mal Riemenbreite. Lange Riemen ziehen besser als kurze.

Schraubenbolzen.

Der äussere Durchmesser von Schraubenbolzen in Millimetern bestimmt sich aus der Formel $d = 0{,}75 \sqrt{P}$, worin P die Belastung in kg angibt.

Die Muttern erhalten eine Breite $D = 3 + 1{,}5\ d$. für Millim.

Der Kantenwinkel ist für dreiseitige Gewinde = 55°.

Schraubenköpfe erhalten die Breite D und die Höhe $h^1 = 0{,}6\ d + 2^{mm}$

Seil-Transmissionen.

Gewichtstabellen und Tragkraft s. S. 22 und 23.

Die Stärke von Hanfseilen ohne Enden für Transmissionen ist

$$d = 4{,}8 \sqrt{\frac{R}{a}} = 180 \sqrt{\frac{N}{n \,.\, a \,.\, D}}$$ in Millim., worin R den Zugswiderstand an der Seilscheibe vom Durchmesser D, n die Zahl der Umdrehungen pro Minute, N die Zahl der mit a Seilen zu übertragenden Pferdekräfte bezeichnet.

Bei 1/4 Umspannung ist die Seilstärke $d^1 = 1{,}2\ d$, bei 1/3 Umspannung = 1 . 1 d, der Abstand der Seilscheiben zu höchstens 20^m, der Durchmesser der letzteren zu 33 d anzunehmen.

Bei Drahtseilen wird die Bruchbelastung für blankgezogene Eisendrahtseile zu 55 kg, für Kabelseile aus geglühtem Eisendraht zu 40 kg, aus Tiegelstahldraht zu 120 kg pro qmm angenommen. Bezeichnet d den Durchmesser und q den Querschnitt des Seils, d den Drahtdurchmesser in ^{mm}, a die Zahl der Drähte, G das Seilgewicht pro Meter, P die zu hebende Bruttolast und Q die Bruchbelastung in kg, so ist für frei herabhängende Seile von L^m Länge und wenn z die Dehnungsspannung bezeichnet,

für runde Eisendrahtseile von 55 kg und für runde Stahldrahtseile von 120 kg Zugfestigkeit

$$G = \frac{Q}{5700} \quad \text{und} \quad Q = \frac{5700 \,.\, P}{104 \,.\, z - L} \qquad (z = 5)$$

$$G = \frac{Q}{12000} \quad \text{und} \quad Q = \frac{12000 \,.\, P}{100 \,.\, z - L} \qquad (z = 12)$$

Die Anspannung von Eisendrahtseilen darf betragen für

d . . =	7	9	11	13	15	19	21
in kg =	40	50	75	100	150	200	250

in der Regel wird jedoch nur die Hälfte bis $^1/_3$ dieser Spannungen angenommen. Bezeichnet R die Spannung im geführten, 2 R im treibenden Seil, bezw. R den Zugwiderstand am Umfang der Seilscheibe, so ist

$R = \frac{4500\ N}{\pi \cdot D \cdot n}$ und $2R = \frac{\pi}{n}\ a\ \delta^2 . Z.$ D ist mindestens = 200 d anzunehmen, bezw. $= k \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n \cdot a \cdot z}}$, worin k = 122 = 200 d, = 113 für D = 250 d, = 107 = 300 d. Die Biegungsspannung s ergibt sich = 10 kg pro qmm; endlich $\delta = 0.1$ d.

Die Durchsenkung h berechnet sich nach Reuleaux aus $\frac{z}{A} = 0{,}00877 \left(\frac{h}{A} + \frac{A}{8h}\right)$, worin A die Entfernung der Seilscheiben in Metern bezeichnet. Für das ruhende Seil ist statt z nur $^3/_4$ z und für das geführte Seil $^1/_2$ z zu setzen. Minimalentfernung der Scheiben 16^m. Geschwindigkeit des Seils für kleinere Betriebskräfte $6—10^m$ pro Secunde, für grössere bis 25^m.

Zahnräder.

Stärke gusseiserner Zähne $d^{mm} = 1{,}3\sqrt{P} = 1000\sqrt{\frac{N}{n \cdot r}}$, worin:

P den Zahndruck im Theilkreise in kg,
N die Anzahl der zu übertragenden Pferdekräfte,
n die minutl. Tourenzahl des Rades,
r den Theilkreishalbmesser in mm bezeichnet.
Theilung t = 2,04 d bis 2,1 d bei Eisen auf Eisen,
= 2,65 . d bei Eisen auf Holz.
Zahnhöhe h = 1,2 . d bis 1,5 d, Zahnbreite b = 2 t.

Kraft zur Bewegung von Schützen.

Ist F der Querschnitt des gesperrten Wasserprofils in qm, h die mittlere Tiefe dieses Profils unter dem Wasserspiegel in Metern, so ist die Kraft zur Ueberwindung der Reibung beim Heben und Senken der Schützen:

P = 680 F . h wenn die reibenden Flächen aus Holz bestehen.
P = 310 . F . h « « « « « Metall «

B. Kraftmaschinen.

a) Thierische Motoren.

Bezeichnet k die Kraft, mit welcher andauernd in t Stunden täglich bei c^m Geschwindigkeit pro Secunde die günstigste Arbeitsleistung erzielt werden kann, so wird nach Maschek in z Stunden täglich bei v^m Geschwindigkeit die Kraft

$$K = k \left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right);$$

bei Menschenarbeit und beim Zug ist im Mittel k = 13,3 kg, $c = 0{,}76^m$ und t = 8 Stunden anzunehmen.

Die Tagesleistung wird zu einem Maximum, wenn $\frac{v}{c} = \frac{z}{t}$ wird, und vereinfacht sich alsdann die Formel für den vortheilhaftesten Arbeitsbetrieb in

$$K = k \left(3 - 2\,\frac{v}{c}\right).$$

Die reine Nutzarbeit eines Menschen beträgt bei 10stündiger Arbeitszeit an einer Zugramme ca. 55000—70000 mkg und bei einer Kunstramme ca. 145000 mkg, bei Winden und im Tretrad bei 8stündiger Arbeitszeit ca. 260000 mkg.

Am Hebel ist k = ca. 5,0 kg, c = ca. $1{,}^m1$ im Mittel, im Maximum aber = ca. 17 mkg pro Secunde anzunehmen.

An der Kurbel wird bei 8stündiger Arbeitszeit nach Rühlmann bei Akkord — bezw. Taglohnarbeitern die Kraft k zu ca. 10 kg bezw. 8 kg, die Arbeit pro Secunde zu ca. 10 mkg bezw. 6,25 mkg, die Totalleistung zu ca. 288000 mkg bezw. 180000 mkg angeschlagen werden können. Sind Lasten emporzutragen, so beträgt die Nutzarbeit täglich ca. 55000 mkg.

Bei Pferdearbeit ist die Maschek'sche Formel zu gebrauchen, so lange $v < 2{,}^{m}3$. Bei guten schweren Pferden ist $k =$ ca. 90 kg, bei mittelschweren $=$ ca. 75 kg und bei leichten $=$ ca. 60 kg. Im Mittel bei $t = 8$ Stunden $c = 1{,}^{m}15$. Bei Akkordarbeiten mit schweren Pferden beträgt die Leistung eines Pferdes im Zug ca. 80 mkg, im Taglohn ca. 60 mkg, wenn $t = 8$ Stunden, die Totalleistung ca. 2400000 mkg bezw. 1800000 mkg, beim Ochsen ist $k = 65$ kg, $k \cdot c =$ ca. 40 mkg und die Totalnutzleistung $=$ ca. 1150000 mkg.

Pferdegöpel. Länge der Zugbäume $= 4{,}^{m}5—6{,}^{m}0$. Leistung eines Pferdes 60—65 mkg pro Secunde oder 80—87% der Maschinenpferdekraft von 75 mkg.

Geschwindigkeit eines Pferdes im Mittel $0{,}^{m}9—1{,}^{m}0$.

Direkte Zugkraft pro Pferd 50—60 kg, bei 6—8stündiger Arbeitszeit.

Zahl der Umgänge $= 2—3$ pro Minute.

Nutzeffect des Göpelbetriebs gewöhnlich 80%.

Bedeutet z die Zugkraft eines Pferdes, v die Geschwindigkeit desselben und N die Anzahl der nominellen Pferdekräfte, welche von dem Göpel zu leisten sind, so ist für einen 2pferdigen Göpel $N = 0{,}021\ z\ v$.

b) Hydraulische Motoren.

Bezeichnet Na den absoluten Effect einer Wasserkraft und Nn den Nutzeffect des betreffenden Motors in Pferdekräften, Q das Aufschlagquantum in cbm und H das disponible Gefälle in Metern, so ist

$$N_a = \frac{1000}{75} Q H = 13{,}33\ Q H.$$

Bezeichnet η den Wirkungsgrad eines Motors, so ist

$$\eta = \frac{Nn}{N_a}; \quad Nn = \eta N_a.$$

Wasserräder und Turbinen.

Wo nicht noch andere Rücksichten mitsprechen, wähle man
bei Gefällen bis zu $0{,}^{m}8$ ein Wasserrad,
« « von $0{,}^{m}8$ bis $2{,}^{m}0$ und ausreichendem Wasser eine Turbine,
« « « $2{,}^{m}0$ « $3{,}^{m}0$ ein Rad oder eine Turbine,
« « « 3 bis 8^{m} und kleinem oder veränderlichem Wasser ein Rad,
« « « 3 « 8^{m} und kleinem oder veränderlichem Wasser, bei schnellem Gang eine Turbine, bei langsamem Gang ein Rad,
« « « 3 « 8^{m} für grosse Wassermengen eine Turbine,
« « « 8 « 18^{m} eine Turbine,
« « über 18^{m} ein Tangential-Rad.

Im Allgemeinen sind Turbinen dauerhafter als Wasserräder, finanziell stehen sie denselben mindestens gleich. Wechselnden Wassermengen lassen sich Turbinen nicht so gut anpassen, als Wasserräder. — Letztere sind ferner da vortheilhaft, wo Verstopfungen durch Grundeis etc. zu befürchten sind, und wo die Arbeitsmaschinen eine sehr geringe oder eine sehr veränderliche Geschwindigkeit haben oder Erschütterungen und Stössen ausgesetzt sind, wie z. B. bei Hammerwerken.

Nach Redtenbacher kosten:
hölzerne Schaufelräder incl. Einlauf und Gerinne 100—200 Mk. pro Pferdekraft Nutzleistung,
hölzerne oberschlägige Räder incl. Einlauf und Gerinne 80—350 Mk. pro Pferdekraft Nutzleistung,
eiserne Räder incl. Einlauf und Gerinne 250—450 Mk. pro Pferdekraft Nutzleistung.

Tabelle über die Grenzwerthe der Gefälle, Aufschlagwasserwaagen, Nutzleistung etc. verticaler Wasserräder.

Name des Rads.	Gefäll H in Metern.	Aufschlag Quantum in cbm pro Secunde.	Wirkungsgrad η des Motors.	Raddurchmesser D	Umfangsgeschwindigkeit.
Unterschlägige Wasserräder in Gerinnen . . .	0,2—0,9	0,2—4,0	0,3—0,35	4,0—8,0^m	$0{,}4\sqrt{2gH}$
Desgleichen im freien Strom . .	0,1—0,3	0,6—4,0	0,3	3,6—7,6^m	$0{,}4\sqrt{2gH}$
Ponceleträder . .	0—1,8	0,12—4,0	0,53—0,65	4 H	$0{,}55\sqrt{2gH}$
Kropfrad m. Durchlassschützen . .	0,8—1,5	0,15—2,0	0,45—0,50	1,5—2,5H	2^m
Kropfrad m. Ueberfalleinlauf . . .	1,5—2,5	0,3—2,5	0,55—0,67	2,5—3,0	$1,^m4$
Kropfrad mit Coulisseneinlauf . .	2,5—4,0	1,0—2,0	0,65—0,70	1,8H—2H	$1,^m6$
Rückenschlägiges Wasserrad . . .	3,0—8,0	0,4—1,3	0,65—0,75	1,3H—1,4H	$1,^m5$
Oberschlägiges Wasserrad . . .	3—12	0,3—0,8	0,6 —0,75	$\left(H - \frac{2v^2}{g}\right)$	$1{,}4—1,^m6$
Sagebienrad . . .	0,5—2,0	0,4—7,0	0,65—0,75	6,0H	$0,^m7$
Zuppingerrad . .	0,5—2,5	0,1—2,5		2H—2,5H	$0,^m7$

Jonval-Turbinen. Bei constantem Triebwasser und mässigem Gefälle ist die Jonval-Turbine wegen ihrer Einfachheit jeder anderen vorzuziehen. Rückstau des Unterwassers stört ihren Gang nicht. Eine Regulirung ist ohne beträchtliche Herabminderung ihres Wirkungsgrades schwer anzubringen; die Kanäle müssen stets ganz gefüllt sein. Nützliche Arbeit 70 bis 75% der Rohkraft.

Girard-Turbinen sind für variables Aufschlagwasser sehr zu empfehlen. Rückstau ertragen sie nicht so gut als Jonval-Turbinen. Hohe wie niedere Gefälle werden durch sie mit gleich guter Wirkung ausgenützt. Nützliche Arbeit ungefähr die gleiche wie oben.

Tangentialräder mit innerer oder äusserer Beaufschlagung liefern einen Nutzeffect von 60—70%.

Bei einem äusseren Durchmesser des Laufrades von . . . . . 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,5, 1,8, 2,0 Meter stellt sich der Preis einer Turbine incl. Welle ohne Lagerständer und Mantel auf etwa 1280, 1700, 2150, 2600, 3300, 4000, 4500 Mark.

Turbinen werden schon bei Gefällen von $1,^m0$ an, hauptsächlich bei solchen über $1,^m0$ mit Vortheil angewendet, sofern nicht bei sehr hohen Gefällen und kleinen Wasserquanten die Dimensionen zu klein ausfallen. Sie empfehlen sich ferner bei sehr grosser Geschwindigkeit der Arbeitsmaschinen und da, wo der Rückstau durch Hinterwasser die Einsetzung verticaler Wasserräder nicht gestattet.

Die Turbinen sind mit alleiniger Ausnahme der Tangentialräder ganz beaufschlagt. Bei veränderlichem, bezw. bei niederem Wasserstand werden die Zellen des Leitapparats zum Theil durch Klappen geschlossen (Partialturbinen).

Die Fourneyron'schen, sowie die gegenwärtig am meisten angewendeten Henschel-Jonval-Turbinen werden hauptsächlich bei mittleren und kleinen Gefällen angewendet. Bei gut construirten Turbinen dieser beiden Gattungen ist $\eta = 0{,}70 — 0{,}75$.

Tangentialräder werden am geeignetsten bei Gefällen von $15^m — 90^m$ angewendet und sind entweder nur von einer Seite oder von 2 Seiten beaufschlagt; der Wirkungsgrad η ist hierbei $= 0{,}6 — 0{,}7$.

c) Dampfmaschinen.

Feuerung.	1 kg Holz	verdampft	2,5—2,7	kg Wasser.
	1 « Torf	«	2,0	« «
	1 « Braunkohle .	«	2,0—3,5	« «
	1 « Steinkohle .	«	5,0—7,5	« «
	1 « Coks. . .	«	4,7—5,8	« «

Von der ganzen Wärme, welche den Kesseln zugeführt wird, werden bei den besten Maschinen nur 4,5% wirklich in Kraft umgesetzt.

Die Heizfläche pro effectiver Pferdekraft beträgt bei Steinkohlen 1,5—2,0 qm für gewöhnliche Kessel und 1,2—1,6 qm für Gussstahl- und dünnwandige Kessel.

Die Grösse der totalen Rostfläche beträgt bei einem Verbrauch von 100 kg Brennmaterial pro Stunde in qm

bei Steinkohlen	1,4—1,6	wobei das Verhältniss der freien zur totalen Rostfläche	$= 1/4—1/3$
« Braunkohlen	1,2—1,4		$= 1/5—1/3$
« weichem Holz und Torf . .	1,0—1,3		$= 1/6—1/5$
« Holzkohlen und Coks . .	1,6—1,8		$= 1/4—1/3$

Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt je nach der Zweckmässigkeit der Kesselanlage 2—2,5 kg pro Stunde und Pferdekraft.

Der Verbrauch an Wasser darf bei Maschinen ohne Expansion im Mittel zu 28 kg pro Pferdekraft und Stunde und bei solchen mit Expansion zu 20 kg angenommen werden. Jeder Härtegrad des Wassers entspricht einem Niederschlag von 0,000018 g (an $CaO\ CO_2 + CaO\ SO_3 + 2\ HO$) pro cbcm Wasser.

Der Verbrauch an Luft zur Verbrennung von 1 kg Steinkohle ist zu 18 cbm zu veranschlagen.

Leistung der Dampfmaschinen. Bezeichnet O den Querschnitt des Dampfkolbens in qm, v die mittlere Geschwindigkeit desselben in Metern, p den Dampfdruck im Cylinder in Kilogrammen pro qm, r den schädlichen Widerstand auf dieselbe Fläche, $\alpha + \beta$ p die Dichte des Dampfes (Gewicht eines Kubikmeters), t die Dampftemperatur, m = 0,05 den Coëfficienten für den schädlichen Raum, Nn die Zahl der Nutzpferdekräfte, S die Dampfmenge in Kilogrammen pro Secunde, so ist für Hochdruckmaschinen ohne Condensation und ohne Expansion

$$75\ Nn = O \cdot v\ (p—r).$$

$$S = O \cdot v\ (1 + m)\ (\alpha + \beta\ p).$$

$$p = 10330\ (0{,}2847 + 0{,}007153\ t)^5.$$

Für Dämpfe von 1—2 Atmosphären Spannung ist $\alpha = 0{,}06295$ und $\beta = 0{,}000051$ und für Dämpfe von 2—5 Atmosphären Spannung

$$\alpha = 0{,}1427;\ \beta = 0{,}0000473.$$

Bei Expansion des Dampfes ist die Arbeit eines Cubikmeters Dampf $= 10333 \left(1 + \text{ctg}\ \frac{p}{p^1}\right)$, worin p den Dampfdruck vor der Absperrung und p^1 den am Ende des Kolbenwegs bezeichnet.

Tabelle

über die Spannkraft des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur des Dampfes = t.	Pressung pro Quadratmeter = p in kg.	Spannkraft in Atmosphären.	Temperatur des Dampfes = t.	Pressung pro Quadratmeter = p in kg.	Spannkraft in Atmosphären.
30^0	418	0,040	$112{,}2^0$	15490	1,5
40^0	720	0,069	$121{,}4^0$	20660	2,0
50^0	1205	0,116	$128{,}8^0$	25820	2,5
60^0	1965	0,191	$140{,}6^0$	36150	3,5
70^0	3112	0,301	$149{,}1^0$	46480	4,5
80^0	4783	0,463	$160{,}2^0$	61980	6,0
90^0	7136	0,691	$166{,}5^0$	72310	7,0
100^0	10330	1,000	$172{,}1^0$	82640	8,0

Es ist ferner: $75\ N = O \cdot v \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)\right]$ worin k nach dem Expansionsverhältniss $\frac{l_1}{1}$ verschieden ist.

k	0,958	0,846	0,685	0,568	0,535
$\frac{l_1}{1}$	3/4	1/2	1/3	1/4	1/5

und $S = Ov \cdot \left(\frac{l_1}{1} + m\right)(\alpha + \beta\ p)$.

Die Kraftverluste durch Reibung, Durchgangsverluste etc. sollen höchstens 40% bei guten Dampfmaschinen betragen.

Tabelle

über die Wirkungsgrade verschiedener Maschinen.

Pferdekräfte N_n	Niederdruck-Maschinen $\eta =$	Woolf'sche Maschinen $\eta =$	Hochdruckmaschinen ohne Expansion $\eta =$	Hochdruckmaschinen mit Expansion $\eta =$
4—10	0,40—0,50	—	0,40—0,50	0,30—0,40
10—20	0,43—0,53	—	0,45—0,55	0,35—0,45
20—30	0,46—0,56	0,30—0,35	0,45—0,60	0,35—0,50
30—40	0,48—0,58	0,35—0,40	0,50—0,65	0,40—0,55
40—100	0,50—0,60	0,40—0,55	0,50—0,70	0,50—0,70

Der Wirkungsgrad steigert sich bei Zwillingsmaschinen bis auf $\eta = 0{,}75$.

Der schädliche Gegendruck r ist bei Condensationsmaschinen = 0,15—0,3 kg pro qcm, bei Maschinen ohne Condensation = 1,1 kg pro qm, bei Locomotiven = 1,2 kg pro qcm anzunehmen.

1 cbm Dampf von 1 Atmosphäre Spannung gibt ohne Rücksicht auf den Gegendruck ca. 136 Pferdekräfte nominell und erhält man mit Berücksichtigung desselben die theoretische Leistung bei n Atmosphären-Gesammtspannung incl. Atmosphärendruck

$$= 136\ n - \frac{r}{1{,}03}\ 136 \text{ Pferdekräfte.}$$

C. Pumpen.

Bezeichnet Q das zu hebende Wasserquantum in cbm pro Minute, Z die Anzahl der Doppelhübe pro Minute, D den Durchmesser des Pumpenstiefels und v den Kolbenhub, so ist das theoretische Ausflussquantum pro Minute $Q = \frac{Z\ \pi\ D^2 . v}{2}$.

Das effective Ausflussquantum wird erhalten, wenn Q mit einem Coëfficienten μ = 0,95 (bei sorgfältig ausgeführten Pumpen)
= 0,90 (bei guten Pumpen)
= 0,85—0,80 (bei gewöhnlichen Pumpen)
multiplicirt wird.

Ist a der Querschnitt des Saug- und Druckrohrs, so ist für einfach wirkende Pumpen

$$Z = \frac{1{,}25\ Q}{14\ a^{3/2}}.$$

Die Geschwindigkeit des Wassers ist gewöhnlich
in den Saugröhren zu $0{,}^{m}6—0{,}^{m}8$ pro Secunde,
« « Druckröhren zu $0{,}^{m}6—1{,}^{m}5$ « «
anzunehmen.

Bei grösseren Geschwindigkeiten als von 1^{m} werden gewöhnlich doppelt wirkende Pumpen aufgestellt. Der Querschnitt der Röhren wird bei langen Leitungen zu 1/2, bei kurzen zu 1/3 des Kolbenquerschnitts angenommen.

Der Querschnitt der Ventile soll, um den Hub zu verringern, möglichst gross sein.

Ist h die Saug- und h_1 die Druckhöhe,

φ ein Coëfficient = 1,25 bei sorgfältig ausgeführten Pumpen,
beziehungsweise = 1,33 bei guten und
= 1,43—1,54 bei gewöhnlichen Pumpen,

so ist der Kraftverbrauch L einer Pumpe in Pferdekräften bei nicht zu langen Rohrleitungen

$$L = 1000\ \varphi\ \frac{Q\ (h + h_1)}{75\ .\ 60}.$$

Maschinen mit doppelt wirkenden Pumpen erhalten einen Druckregulator, einen Windkessel und ein Sicherheitsventil. Der Maschinenfussboden soll bei Pumpen höchstens $6,^{m}5$ über Saugwasserspiegel liegen. Hat die Pumpe einen Saugwindkessel von der Grösse des Pumpeninhalts,

$$\text{so ist } a \leqq \frac{1 \,.\, 25\ Q}{29 \,.\, 7\ \sqrt{H - h - h_2}},$$

worin $H = 10^{m}$ die grösste Saughöhe und h_2 den Druckhöhenverlust durch die Reibungswiderstände bezeichnet. Fehlt der Windkessel, so ist

$$a \leqq \underbrace{\frac{2 \,.\, 5\ Q}{29 \,.\, 7\ \sqrt{10 - h}}}_{\text{für einfach wirkende Pumpen}} = \underbrace{\frac{1 \,.\, 75\ Q}{29 \,.\, 7\ \sqrt{10 - h}}}_{\text{für doppelt}}$$

und es muss dann die Saugrohrleitung $\geqq \frac{1430 \,.\, a\,(10 - h)}{Q \,.\, Z}$ beziehungsweise $> \frac{2862 \,.\, a\,(10 - h)}{Q \,.\, Z}$ sein.

b) Centrifugalpumpen erfordern mehr Betriebskraft als Kolbenpumpen, dagegen sind sie einfacher und leichter regulirbar, fördern auch schmutziges Wasser, bedürfen keines Reservoirs und verursachen geringere Anlagekosten. Bei Bezeichnungen wie bei a) ist der Durchmesser d der Saug- = dem der Druckröhren und

$$d = 0{,}36 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{2g\ (h + h_1)}}}.$$

Die Saughöhe h muss möglichst klein, wo möglich nicht über $3,^{m}5$ angenommen werden, um das Eindringen von Luft in die Pumpe zu vermeiden. Das zulässige Maximum ist $h = 6{,}3 - 0{,}09\ h_1$ in Metern. Die Geschwindigkeit des Wassers in den Saug- und Druckröhren soll $1—1,^{m}5$ (bei nicht zu langen Rohrleitungen) betragen. Nutzeffect bei guter Construction = 50—70 % der Betriebskraft.

Tabelle

der Rohrdimensionen und der von Centrifugalpumpen gelieferten Wassermengen pro Minute in cbm.

Durchmesser in cm.	10	12,5	16	20	25	30
Wasserquantum.	0,47—0,71	0,73—1,1	1,2—1,8	1,88—2,8	2,94—4,4	4,24—6,4

Bei kleineren Pumpen ist einseitiger, bei grösseren zweiseitiger Wasserzufluss zu empfehlen. Der innere Durchmesser r des Schaufelrades ist $^1/_5$ grösser anzunehmen als der Durchmesser des Saugrohrs. Ist R der äussere Raddurchmesser, so ist

für $\frac{R}{r} = 1,5$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Förderhöhe in ^{m} } 1,71—3,91	4,2—9,4	7,3—16,4	11,1—25,0	15,6—35,1	20,8—46,8

Bei den Columnen 1—3 für 1^{m}, bei Columnen 4—6 für $1,^{m}5$ Eintrittsgeschwindigkeit.

c) Mit einer Handpumpe fördert 1 Mann in 1 Tag ca. 85 cb^{m} auf 1^{m} Höhe. 1 cbm Wasser mit Eimern auf $1,^{m}0$ zu heben erfordert 0,03 t. Bei einer grösseren Hubhöhe als von $2,^{m}0$ und bei grösserem Wasserzudrang ist das Schöpfen mit Eimern nicht mehr vortheilhaft, in der Regel beträgt die Hubhöhe bei Eimern $1,^{m}0$.

d) Pumprad von Overmans, zweckmässig für variirende Mengen von Wasser (auch von sehr unreinem), Nutzeffect ca. 90% der angewendeten Maschinenkraft. Umfangsgeschwindigkeit = 1—1,m5, Schaufelnzahl im Maximum = 8. Schaufelhöhe = $\frac{3}{20} - \frac{1}{5}$ des Trommeldurchmessers. Trommeldurchmesser = mindestens dem Höhenunterschied zwischen dem kleinsten Innen- und dem grössten Aussenwasserstand.

XVII. Vermessungswesen.

Von Professor W. Schlebach in Stuttgart und dem Herausgeber.

A. Abstecken von Strassen- und Eisenbahn-Curven.

1. Abstecken der Hauptpunkte einer Curve.

Zuerst werden die Berührungspunkte B und C durch Berechnen und Einmessen der Tangentenlängen bestimmt.

$$AB = AC = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

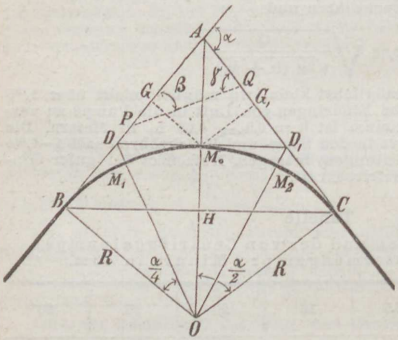


Fig. 37.

Hierauf Bogenmitte M_0 durch Halbiren des Winkels BAC und Einmessen des Scheitelabstands:

$$A M_0 = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R$$

oder, wenn B und C abgesteckt aus rechtwinkligen Coordinaten

$$BG = BH = R \sin \frac{\alpha}{2};$$

$$M_0G = M_0H = R - R \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Will man auch die Tangente in M_0 haben, so bestimme man die Punkte D und D_1 durch Abmessen der Längen:

$$AD = AD_1 = AB - R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}.$$

Probe: D, M_0 und D_1 in gerader Linie.

Sind noch weitere Hauptpunkte wünschenswerth, so können die Bogenmitten M_1 und M_2 mit den Formeln für M_0 berechnet werden, wenn man in diesen $\frac{\alpha}{2}$ statt α setzt.

Kann der Winkel α nicht direkt gemessen werden, so benützt man eine beliebige Hilfslinie PQ, misst die Winkel β und γ und die Länge PQ = a, berechnet die Längen:

$$AP = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \gamma; \quad AQ = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \beta$$

und alle andern, wie oben. Alsdann bestimmt man die Punkte B, C, D und D_1, von P und Q aus; M_0 die Mitte von DD_1. Die Sehnen und Bogenhöhen können bei untergeordneten Curven aus Tabelle C, Seite 5, entnommen werden.

(Ausführliche Tabellen von Knoll, von Sarrazin und Oberbeck und von Kröhnke.)

Tafel I.

Tabelle zum Abstecken von der Tangente aus.

Abscissen.	Ordinaten für einen Halbmesser von:									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
2,5	0,317	0,209	0,157	0,125	0,105	0,090	0,078	0,069	0,063	0,057
5	1,340	0,858	0,635	0,505	0,420	0,359	0,314	0,279	0,251	0,228
7,5	3,386	1,992	1,456	1,150	0,952	0,813	0,709	0,629	0,566	0,514
10	10,000	3,820	2,679	2,087	1,716	1,459	1,270	1,125	1,010	0,917
12,5		6,113	4,287	3,320	2,717	2,303	2,001	1,770	1,588	1,439
15		15,000	6,771	5,000	4,019	3,377	2,919	2,574	2,303	2,085
20			20,000	10,000	7,639	6,277	5,359	4,689	4,174	3,765
25				25,000	13,417	10,505	8,775	7,583	6,699	6,010
30					30,000	16,972	13,542	11,459	10,000	8,902
35						35,000	20,635	16,716	14,293	12,574
40							40,000	24,385	20,000	17,251
45										23,377

Abscissen.	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110
2,5	0,052	0,048	0,045	0,042	0,039	0,037	0,035	0,033	0,031	0,028
5	0,209	0,193	0,179	0,167	0,156	0,147	0,139	0,132	0,125	0,114
7,5	0,471	0,434	0,403	0,376	0,353	0,332	0,313	0,297	0,282	0,256
10	0,839	0,774	0,718	0,670	0,627	0,590	0,557	0,528	0,501	0,455
12,5	1,317	1,213	1,125	1,049	0,983	0,924	0,872	0,827	0,784	0,713
15	1,905	1,754	1,626	1,515	1,419	1,334	1,259	1,192	1,131	1,028
20	3,431	3,153	2,918	2,716	2,540	2,386	2,250	2,129	2,020	1,833
25	5,456	5,000	4,617	4,289	4,007	3,760	3,542	3,349	3,175	2,879
30	8,038	7,337	6,754	6,261	5,838	5,470	5,147	4,861	4,606	4,170
35	11,266	10,228	9,378	8,668	8,063	7,540	7,084	6,682	6,325	5,717
40	15,279	13,765	12,554	11,557	10,718	10,000	9,377	8,832	8,348	7,531
45	20,314	18,096	16,381	15,000	13,856	12,889	12,058	11,334	10,697	9,626
50	26,83	23,467	21,010	19,098	17,550	16,261	15,167	14,223	13,398	12,020
55				24,010	21,905	20,193	18,761	17,540	16,484	14,737
60				30,00	27,08	24,792	22,918	21,345	20,000	17,805
65				37,58	33,36	30,23	27,75	25,72	24,01	21,259

Abscissen.	120	130	140	150	160	170	180	190	200	250
5	0,104	0,096	0,089	0,083	0,078	0,074	0,069	0,066	0,063	0,050
10	0,417	0,385	0,358	0,334	0,313	0,294	0,278	0,263	0,250	0,200
15	0,941	0,868	0,806	0,752	0,705	0,663	0,626	0,593	0,563	0,450
20	1,678	1,548	1,436	1,339	1,255	1,181	1,115	1,056	1,003	0,801
25	2,633	2,427	2,250	2,098	1,965	1,848	1,745	1,652	1,569	1,253
30	3,810	3,509	3,252	3,031	2,838	2,668	2,518	2,383	2,263	1,807
35	5,218	4,800	4,446	4,140	3,875	3,642	3,436	3,252	3,086	2,462
40	6,863	6,307	5,836	5,432	5,081	4,773	4,501	4,258	4,041	3,221
45	8,757	8,037	7,429	6,909	6,458	6,064	5,716	5,406	5,128	4,083
50	10,913	10,000	9,233	8,579	8,013	7,519	7,084	6,697	6,351	5,051
55	13,346	12,208	11,256	10,447	9,750	9,143	8,609	8,135	7,711	6,125
60	16,077	14,674	13,509	12,523	11,676	10,940	10,294	9,722	9,212	7,307
65	19,129	17,417	16,004	14,815	13,798	12,917	12,146	11,464	10,857	8,598
70	22,532	20,455	18,756	17,335	16,125	15,081	14,169	13,365	12,650	10,000
75	26,33	23,82	21,784	20,096	18,667	17,439	16,369	15,429	14,595	11,515
80			25,11	23,11	21,536	20,000	18,755	17,663	16,697	13,146
85			—	—	—	—	21,334	20,074	18,961	14,894
90			32,76	30,00	27,71	25,78	24,12	22,67	21,394	16,762
95			—	—	—	—	—	—	—	18,753
100			42,02	38,20	35,10	32,52	30,33	28,45	24,79	20,871

Abscissen.	Ordinaten für einen Halbmesser von:									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
10	0,167	0,125	0,100	0,083	0,072	0,062	0,056	0,050	0,045	0,042
20	0,667	0,500	0,400	0,333	0,286	0,250	0,222	0,200	0,182	0,167
30	1,504	1,127	0,901	0,750	0,643	0,563	0,500	0,450	0,409	0,375
40	2,679	2,005	1,603	1,335	1,144	1,001	0,889	0,800	0,728	0,667
50	4,196	3,137	2,506	2,087	1,788	1,564	1,390	1,251	1,137	1,042
60	6,061	4,526	3,613	3,008	2,576	2,253	2,002	1,802	1,638	1,501
70	8,281	6,173	4,924	4,097	3,509	3,068	2,726	2,453	2,230	2,043
80	10,863	8,082	6,442	5,357	4,586	4,010	3,563	3,205	2,913	2,670
90	13,818	10,256	8,167	6,789	5,810	5,079	4,511	4,058	3,688	3,380
100	17,157	12,702	10,102	8,392	7,180	6,275	5,573	5,013	4,555	4,174
110	20,894	15,422	12,250	10,170	8,697	7,599	6,747	6,068	5,514	5,052
120	25,05	18,424	14,614	12,123	10,362	9,051	8,036	7,226	6,565	6,015
130	29,63	21,71	17,196	14,253	12,177	10,633	9,438	8,486	7,709	7,062
140	34,67	25,30	20,000	16,562	14,143	12,345	10,956	9,848	8,946	8,195
150	40,19	29,19	23,03	19,053	16,260	14,188	12,588	11,314	10,275	9,412
160	46,23	33,39	26,29	21,727	18,531	16,163	14,336	12,883	11,699	10,715
170	52,82	37,92	29,79	24,59	20,957	18,271	16,201	14,556	13,216	12,103
180	60,00	42,79	33,52	27,64	23,54	20,513	18,184	16,333	14,827	13,577
190	67,84	48,01	37,51	30,88	26,28	22,89	20,284	18,216	16,533	15,137
200	76,39	53,59	41,74	34,31	29,18	25,40	22,50	20,204	18,335	16,784
210			46,24	37,95	32,24	28,05	24,84	22,30	20,231	18,518
220			51,00	41,79	35,47	30,84	27,30	24,50		20,339

Abscissen.	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2500	3000
10	0,038	0,036	0,033	0,031	0,029	0,028	0,026	0,025	0,020	0,017
20	0,154	0,143	0,133	0,125	0,118	0,111	0,105	0,100	0,080	0,067
30	0,346	0,321	0,300	0,281	0,265	0,250	0,237	0,225	0,180	0,150
40	0,616	0,572	0,533	0,500	0,471	0,444	0,421	0,400	0,320	0,267
50	0,962	0,893	0,834	0,781	0,735	0,695	0,658	0,625	0,500	0,417
60	1,385	1,286	1,200	1,125	1,059	1,000	0,948	0,900	0,720	0,600
70	1,886	1,751	1,634	1,532	1,442	1,362	1,290	1,225	0,980	0,700
80	2,464	2,288	2,135	2,001	1,883	1,779	1,685	1,601	1,280	1,067
90	3,119	2,896	2,702	2,533	2,384	2,251	2,133	2,026	1,621	1,350
100	3,852	3,576	3,337	3,128	2,944	2,780	2,633	2,502	2,001	1,667
110	4,662	4,328	4,039	3,786	3,563	3,364	3,187	3,027	2,421	2,017
120	5,550	5,152	4,808	4,506	4,242	4,004	3,793	3,603	2,882	2,401
130	6,516	6,049	5,644	5,290	4,978	4,701	4,453	4,229	3,382	2,818
140	7,560	7,018	6,548	6,137	5,775	5,453	5,165	4,906	3,923	3,268
150	8,683	8,059	7,519	7,074	6,631	6,261	5,930	5,633	4,504	3,752
160	9,884	9,173	8,558	8,020	7,546	7,125	6,749	6,410	5,125	4,270
170	11,163	10,360	9,664	9,057	8,521	8,046	7,621	7,238	5,787	4,821
180	12,522	11,620	10,839	10,157	9,556	9,023	8,545	8,116	6,488	5,405
190	13,960	12,953	12,082	11,321	10,651	10,056	9,524	9,045	7,230	6,023
200	15,477	14,359	13,393	12,549	11,806	11,146	10,556	10,025	8,013	6,674
210	10,074	15,840	14,773	13,841	13,020	12,292	11,641	11,056	8,836	7,359
220	18,751	17,394	16,221	15,197	14,295	13,495	12,780	12,137	9,699	8,078
230	20,508	19,022	17,738	16,618	15,631	14,755	13,972	13,269	10,603	8,829
240		20,725	19,324	18,102	17,026	16,072	15,219	14,452	11,547	9,615
250			20,980	19,652	18,483	17,445	16,519	15,686	12,531	10,435
260				21,266	20,000	18,877	17,874	16,972	13,557	11,288
270						20,365	19,282	18,309	14,623	12,175
280							20,745	19,697	17,729	13,095
290								21,137	16,877	14,049
300									18,065	15,038
310									19,294	16,059
320									20,565	17,115

2. Abstecken von weiteren Zwischenpunkten.

I. Methode.

Durch rechtwinklige Coordinaten mit der Tangente als Abscissenaxe und dem Berührungspunkt als Ursprung.

Die Ordinate zur Abscisse x bestimmt sich aus der Gleichung:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

oder

$$1)\ y = x \left\{ \frac{x}{2R} + \left(\frac{x}{2R}\right)^3 + \ldots \right\}$$

Das dritte Glied der Reihe kann fast immer vernachlässigt werden; in vielen Fällen, wenn der Halbmesser sehr gross und der Bogen nicht lang, genügt schon das erste Glied. In diesem Fall hat man die Formel:

$$2)\ y = \frac{x^2}{2R}.$$

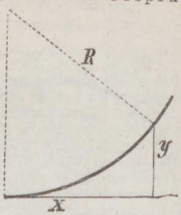


Fig. 38.

Die Ordinaten für gleiche Abscissen und Halbmesser von 10m bis 3000m sind in der vorhergehenden Tabelle zusammengestellt. (Tabelle für gleiche Bogenlängen siehe Kröhnke.)

II. Methode.

Abstecken mit dem Theodolit.

Diese Methode beruht auf dem Satz: Gleichen Sehnen entsprechen gleiche Peripheriewinkel.

Ist s die Länge des Messbandes oder der Messkette, so ist

$$\sin \alpha = \frac{s}{2R}.$$

Für die gewöhnliche Länge des Messbandes von 20m und Halbmesser von 200m—3000m sind die Peripheriewinkel in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Diese ist aber auch für andere Sehnenlängen zu gebrauchen, indem der Peripheriewinkel nur durch das Verhältniss der Sehne zum Radius bestimmt ist. Will man z. B. die Tabelle für 10m lange Sehnen gebrauchen, so sind die eingeschriebenen Radien zu halbiren, bei 50m Sehnenlängen hätte man das 2½fache der Radien zu nehmen etc.

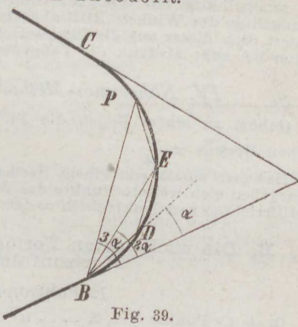


Fig. 39.

Tafel II.

Peripheriewinkel für verschiedene Halbmesser und 20m Sehnenlänge.

a) Alte Kreistheilung (Sexagesimaltheilung).

R	α			R	α			R	α			R	α		
	0	′	″		0	′	″		0	′	″		0	′	″
200	2	51	58	450	1	16	24	700	0	49	7	950	0	36	11
220	2	36	19	460	1	14	44	720	0	47	45	960	0	35	49
240	2	23	17	480	1	11	37	740	0	46	27	980	0	35	5
250	2	17	33	500	1	8	46	750	0	45	50	1000	0	34	23
260	2	12	15	520	1	6	7	760	0	45	14	1100	0	31	15
280	2	2	48	540	1	3	40	780	0	44	14	1200	0	28	39
300	1	54	37	550	1	2	30	800	0	42	58	1300	0	26	27
320	1	47	27	560	1	1	23	820	0	41	56	1400	0	24	33
340	1	41	7	580	0	59	16	840	0	40	56	1500	0	22	55
350	1	38	14	600	0	57	18	850	0	40	27	1600	0	21	29
360	1	35	30	620	0	55	27	860	0	39	58	1700	0	20	13
380	1	30	29	640	0	53	43	880	0	39	4	1800	0	19	6
400	1	25	57	650	0	52	53	900	0	38	12	1900	0	18	6
420	1	21	52	660	0	52	5	920	0	37	22	2000	0	17	11
440	1	18	8	680	0	50	33	940	0	36	34	3000	0	11	28

III. Einrückungs-Methode von der verlängerten Tangente aus.

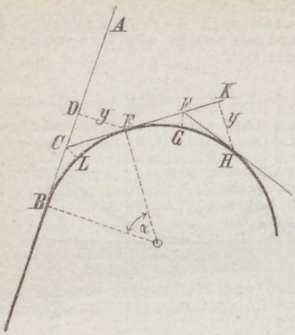


Fig. 40.

Für eine beliebige Tangentenlänge BD = x als Abscisse sucht man in Tafel I die zugehörige Ordinate DE = y. Der zum Bogen BE gehörige Centriwinkel bestimmt sich aus der Gleichung:

$$\sin \alpha = \frac{x}{R}.$$

E C Schnittpunkt der Tangente mit der Tangente BA aus:

$$BC = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Curvenabstand:

$$CL = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R.$$

Die Längen BC und BD werden auf der Tangente BA abgemessen. DE rechtwinklig zur Tangente und CL nach dem Auge auf die Halbirungslinie des Winkels BCE abgesteckt. Tangente CE rückwärts verlängert. Von dieser aus die Punkte G und H ebenso bestimmt, wie L und E von BA aus; alsdann die Tangente FH rückwärts verlängert u. s. f.

IV. Näherungs-Methode für flache Bögen.

Gehört zu einem Bogen die Pfeilhöhe h, so ist die Pfeilhöhe des halben Bogens $= \frac{h}{4}$.

Hat man somit von einem flachen Bogen Anfang, Mitte und Ende, so ergeben sich weitere Punkte des Bogens durch Halbiren der Sehnen und Errichten von Senkrechten = dem vierten Theil der Bogenhöhe u. s. f.

B. Die wichtigsten Formeln zur Berechnung bei Horizontalmessungen.

1. Polygonaler Zug.

(n + 1.) Punkte 0, 1, 2, ... n werden der Reihenfolge ihrer Nummerirung nach durch gerade Linien verbunden. Die Seitenlängen werden mit a bezeichnet und jeder Seite die Nummer ihres Endpunktes als Index beigesetzt, so ist z. B. die Seite a_r die Verbindungslinie der Ecke r − 1 mit der Ecke r. Die Azimute der Seiten bezeichnet man mit α und unterscheidet die einzelnen Azimute, wie die Seitenlängen.

Die Polygonwinkel heissen $A_1, A_2, A_3 \ldots A_r \ldots A_n - 1$. Es ist z. B. A_r der Polygonwinkel in der Ecke r der Winkel, um welchen die Seite (r, r − 1.) in positivem Drehungssinn gedreht werden muss, bis sie auf die Richtung (r, r + 1.) kommt. Sind die Coordinaten einer Ecke und das Azimut einer Seite bekannt, beziehungsweise beliebig gewählt, so lassen sich aus sämmtlichen Seitenlängen und Polygonwinkeln die Coordinaten der übrigen n Ecken bestimmen. Es seien z. B. die Coordinaten des Anfangspunkts 0: x_0, y_0, das Azimut der I Seite $= \alpha$, gegeben, so bestimmt man zuerst die Azimute der übrigen Seiten aus den Gleichungen (1.) und die Coordinaten der übrigen n Ecken aus den Gleichungen (2.).

$$1.\begin{cases} \alpha_2 = \alpha_1 + A_1 \pm 180^0. \\ \alpha_3 = \alpha_2 + A_2 \pm 180^0. \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \alpha_n = \alpha_{n-1} + A_{n-1} \pm 180^0. \end{cases}$$

$$2.\quad \begin{cases} x_1 = x_0 + a_1 \cos \alpha_1. & y_1 = y_0 + a_1 \sin \alpha_1 \\ x_2 = x_1 + a_2 \cos \alpha_2. & y_2 = y_1 + a_2 \sin \alpha_2 \\ \cdots\cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots \\ x_n = x_{n-1} + a_n \cos \alpha_n. & y_n = y_{n-1} + a_n \sin \alpha_n. \end{cases}$$

Die Ausrechnung dieser Formeln geschieht natürlich schematisch.

Wird das Polygon an ein vorhandenes Dreiecknetz etc. angeschlossen oder schliesst es sich selbst, so dass Punkt n mit 0 zusammenfällt, so ergeben sich Proben für die Messung und Rechnung, nämlich eine Winkelprobe und eine Coordinatenprobe. In Folge unvermeidlicher kleiner Fehler wird sich beim Anschluss immer ein Unterschied, ein Widerspruch ergeben. Die Ausgleichung dieses Anschlussfehlers geschieht in der Regel in der Weise, dass man den Winkelwiderspruch auf die gemessenen Winkel gleich vertheilt, mit den verbesserten Winkeln das Polygon durchrechnet und den jetzt entstehenden Coordinatenwiderspruch proportional den Coordinaten-Differenzen a cos α und a sin α auf diese vertheilt.

2. *Triangulation.*

Aufgabe. Gegeben die Coordinaten x_a, y_a und x_b, y_b zweier Punkte A und B und gemessen die 3 Winkel α, β, γ des Dreiecks A, B, C; gesucht die Coordinaten x_c, y_c des Punktes C.

Weicht die Winkelsumme $\alpha + \beta + \gamma$ von 2 R. ab, so ist der Fehler auf die 3 Winkel gleich zu vertheilen.

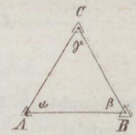


Fig. 41.

Damit die nachstehenden Formeln für alle Fälle Giltigkeit haben, wählt man die Bezeichnung der 3 Punkte immer gleich; bezeichnet man z. B. von den 2 gegebenen Punkten den linken mit A und den rechten mit B, wenn man auf AB steht gegen den gesuchten Punkt C sehend und schreibt man die Azimute der Seiten durch die eingeklammerten Buchstaben ihrer Endpunkte [(AB) das Azimut von AB], so hat man folgende Gleichungen:

$$\text{tang (AB)} = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$$

$$AB = \frac{y_b - y_a}{\sin (AB)} = \frac{x_b - x_a}{\cos (AB)}$$

$$(AC) = (AB) - \alpha;\ (BC) = (AB) + \beta \pm 2\ R$$

(links Subtrahiren, rechts Addiren).

$$AC = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \beta;\ BC = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \alpha$$

$$x_c = x_a + AC \cos (AC);\ x_c = x_b + BC \cos (BC)$$

$$y_c = y_a + AC \sin (AC);\ y_c = y_b + BC \sin (BC).$$

C. Tacheometrie.

Ein Tacheometer ist jedes mit Distanzfäden versehene Theodolit, mittelst dessen die aufzunehmenden Projekte nach Lage und Höhe direkt (vom Aufstellungspunkt des Instruments aus) bestimmt werden können.

Die Feldoperation besteht in einfacher Einstellung des Fernrohrs auf die in den betreffenden Punkten aufgestellte Distanzlatte, im Ablesen der Distanzfäden-, des Horizontal- und des Höhenwinkels. Auf

dem Horizontalkreis sollen ohne Luppe womöglich ganze Minuten, auf dem Verticalkreis halbe Minuten abgelesen werden können. Zweckmässig ist eine Bussole am Instrument zur raschen und bequemen Orientirung. Prüfung des Instruments wie beim Theodolit. Eine gute und rasche Messung erfordert zwei Ingenieure.

Das Manual erhält nachstehendes Schema; die zugehörigen Formeln sind:

$$L = (c + m\,d)\cos^2\alpha$$

$H = L \operatorname{tg}\alpha + i - k$, wo $c = e + F$ und e = Abstand des Objectivs von der Fernrohraxe und F = Brennweite des Objectivs; m = Constante (womöglich $m = 100$ oder 200), d Distanz der Fäden, im Uebrigen s. Fig. 40.

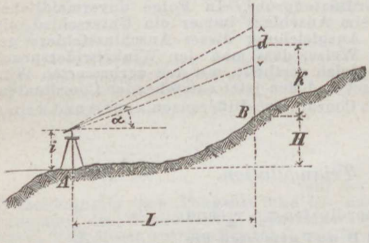


Fig. 42.

Die Ausrechnung der Formeln geschieht mittelst Rechenstab, Diagramm oder Tabellen, das Auftragen der Punkte mittelst des Transporteurs. Die Construction der Horizontalkurven geschieht durch Interpolation entweder mittelst Rechnung oder auf graphischem Wege, in vielen Fällen zweckmässig durch Auftragen von Profilen auf carrirtem Papier.

Standpunkt:	Instrument	Höhe des Standpunktes . .	$\frac{H}{A} = 800{,}28$
Beutelei.	Seeger	« « Instrumentes . .	$1 = 0{,}90$
Datum	$c = 0{,}34$ $m = 100$	Horiz. des Instrmentes	$\left(\frac{H}{A} + i\right) = 801{,}18$

No. des anvisirten Punkts.	Signal Ahlenberg.	1	2	3	4
Horizont. ∢	255° 19	77° 25′	45° 45′	32° 4′	354° 37′
α	—	176° 39′	179° 16′	179° 8′	180° 28′
$d\alpha$	—	179° 54′	179° 53′	179° 53′	179° 52′
Rectic. ∢ α	—	− 3° 15′	− 0° 37′	− 0° 45	+ 0° 36′
o	—	1,00	1,00	1,00	1,00
u	—	0,50	0,39	0,20	0,35
$o - u = d$	—	0,50	0,61	0,80	0,65
$L_1 = c + md$	—	50,34	61,34	80,34	65,34
Log L_1	—	1,7019	1,7877	1,9049	1,8152
log sei α	—	14	0	1	0
log L	—	1,7005	1,7877	1,9048	1,8152
log tg α	—	8,7542n	8,0319n	8,1170n	8,0200
Sg L tg α	—	0,4547n	9,8196n	0,0218n	9,8352
L	—	50,18	61,33	80,32	65,34
L tg α	—	− 2,85	− 0,66	− 1,05	0,68
K	—	0,75	0,70	0,60	0,68
L tg α − K	—	− 3,60	− 1,36	− 1,65	0
H = B	—	797,58	799,82	799,53	801,18

D. Trigonometrische Höhenmessung.

Sind H und H' die Meereshöhen zweier Punkte A und B, a ihre Entfernung in der Meeresfläche gerechnet, und wird von A auf B der Höhenwinkel α gemessen, so ist der Höhenunterschied beider Punkte:

$$1)\ h = a \cdot \operatorname{tang} \alpha + \frac{1-k}{2r} \cdot a^2 + \frac{H'^2}{2r} - \frac{H^2}{2r}$$

oder für nicht allzugrosse Höhen, resp. Höhendifferenzen, genau genug:

$$2)\ h = a \cdot \operatorname{tang} \alpha + \frac{1-k}{2r} \cdot a^2.$$

Der Erdhalbmesser r, und die Refraktionsconstante k sind zwar veränderlich, da aber eine kleine Aenderung der beiden Grössen ohne erheblichen Einfluss auf h ist, so kann man hierfür Mittelwerthe einführen. Z. B. für k den von Gauss gefundenen Werth 0,1306 und für r den Krümmungsradius von 50° Breite (Frankfurt a. M.). D. i. $\log r = 6{,}80489$; diesen beiden Werthen entspricht:

$$\log \frac{1-k}{2r} = 2{,}83330 - 10.$$

E. Barometrische Höhenmessungen.

Zu barometrischen Höhenmessungen verwendet man seit neuerer Zeit Aneroïde von Naudet (Paris), Goldschmid (Zürich), Reitz (Deutschbein in Hamburg).

Der Vorgang beim Messen mit correspondirenden Beobachtungen, welche bei einigermaassen genauen Messungen allein zu empfehlen sind, ist der folgende: Morgens werden die Feldbarometer mit dem Standbarometer verglichen; die Ablesungen werden auf 0° und auf das Normalquecksilberbarometer reducirt und für jedes Feldbarometer die Abweichung seines Standes von demjenigen des Standbarometers notirt. Sodann geht man mit dem Feldbarometer nach irgend einem der Höhe nach bekannten Punkte und liest den Barometerstand, die innere Temperatur des Instrumentes und die Beobachtungszeit ab, nimmt dann die weiteren Punkte ebenso auf; Abends werden die Feldbarometer wieder mit dem Standbarometer verglichen und die Ablesungen auf 0° reducirt; zeigt sich, dass die Abweichung des reducirten Barometerstandes eines Feldbarometers von demjenigen des Standbarometers nicht dieselbe ist wie am Morgen, so wird die Differenz dieser Abweichungen der seit der ersten Vergleichung verflossenen Zeit proportional bei allen beobachteten Punkten in Rechnung gebracht. Hat man aber Grund anzunehmen, dass das Instrument etwa durch einen Stoss gelitten hat, so muss man die Differenz von dieser Zeit an gleich ganz berücksichtigen. Solche Differenzen treten bei Messungen grösserer Höhen leicht auf, verschwinden aber oft wieder mit der Zeit.

Das Standbarometer ist durch einen Gehilfen von 10 zu 10 Minuten an einem Punkte zu beobachten, welcher der Höhe nach nicht genau bekannt zu sein braucht, aber am besten in der mittleren Höhe der den Tag über aufzunehmenden Punkte höchstens 10 bis 20 Kilometer davon entfernt liegt und nicht durch erhebliche Höhenzüge davon getrennt ist.

Das Ablesen und Eintragen in das Manual geschieht in derselben Weise wie bei den Feldbarometern.

Bei allen Arbeiten sind die Aneroïde sehr sorgfältig zu behandeln und gegen Temperatureinflüsse möglichst zu schützen, daher stets in einer die Wärme schlecht leitenden Umhüllung zu transportiren und

niemals frei am Ringe zu tragen. Nach der Ankunft auf einer Station muss man noch einige Zeit mit dem Ablesen zu warten und vor dem Ablesen leicht auf den Deckel klopfen, um die Trägheit des Zeigers und des inneren Mechanismus zu überwinden, das Instrument ist beim Beobachten genau horizontal zu halten.

Die Temperatur der äusseren Luft wird an einem im Schatten aufgehängten oder an einem mehrere Mal umgeschleuderten Thermometer abgelesen.

Am geeignetsten für Barometermessungen sind windstille Tage mit bedecktem Himmel, aber auch an anderen nur nicht gerade stürmischen Tagen geben Messungen mit correspondirenden Beobachtungen gute Resultate.

Zur Berechnung der Höhen werden alle Aneroïdbeobachtungen auf 0^0 und auf das Normalquecksilberbarometer reducirt, sodann werden alle mit einem und demselben Feldbarometer angestellten Messungen auf den am Ausgangspunkte ermittelten, reducirten Stand dieses selben Barometers bezogen, dabei jedoch für jeden einzelnen Punkt die Grösse der zur Zeit seiner Beobachtung stattgebabten, durch die Standbarometerbeobachtungen festgestellten und auf 0^0 reducirten Luftdruckschwankung berücksichtigt, nachdem vorher ev. die oben bereits erwähnte Correction vorgenommen ist.

Wenn Aneroïdmessungen mit einem Nivellement derart in Correspondenz gebracht werden können, dass ca. alle 30 Minuten eine Vergleichung barometrischer Messungen mit einnivellirten Höhenpunkten stattfinden kann, so wird eine Vergleichung der Aneroïde mit einem Standbarometer entbehrlich.

Für die weitere Berechnung vieler Höhen sind Tabellen von Radau, Schoder, Jordan u. A. oder noch mehr die Rechenschieber zu empfehlen. Eine praktische Formel ist auch $h = 64\,(250 + \tau)\,\frac{b'_0 - b''_0}{b'_0 + b''_0}$, worin h der gesuchte Höhenunterschied in Metern, τ die wahre Lufttemperatur in Graden des 100theiligen Thermometers, b'_0 der auf 0^0 reducirte und mit der Correction der Luftdruckschwankung versehene Barometerstand des Ausgangspunktes, b''_0 der auf 0^0 reducirte Barometerstand des zweiten Punktes ist. Die Formel ist mit dem gewöhnlichen 26 cm langen logarithmischen Rechenschieber (zu beziehen von Dennert und Pape in Altona und Avanzo in Cöln, Hochstrasse) sehr bequem zu berechnen.

Eine weitere für das Gebiet von Deutschland gültige, auf eine Normaltemperatur von 15^0 C. reducirte Formel ist von Jordan in Carlsruhe aufgestellt worden und lautet:

$$h = 19534{,}2\,(\log B - \log b)\,\frac{1 + 0{,}003666\,\tau}{1 + 0{,}003666 \cdot 15}.$$

Hierbei ist der Höhenunterschied h in Metern und die mittlere Lufttemperatur τ in Centigraden gedacht, B und b sind die auf das Quecksilberbarometer und auf dieselbe Temperatur reducirten Barometerstände.

Auf obige Gleichung sind die Tafeln Seite 90 und 91 gegründet; ihre Anwendung zeigt folgendes Beispiel:

Barometer.		Luft-Temperatur:	
Untere Station	$B = 743{,}5$	$T = 13{,}3^0$ C.	Mittel $\tau = +\,11{,}5^0$ C.
Obere «	$b = 687{,}4$	$t = 9{,}7^0$ C.	

Tafel I gibt für B : $H = 208{,}5$ « I « « b : $H' = 874{,}1$ $\Big\}$ $H' - H = 665{,}6$

Tafel II für $+11{,}5$ und 600 : $-7{,}3$
« II « $+11{,}5$ « 60 : $-0{,}7$
$= -8{,}0$ Result. $h = 665{,}6 - 8{,}0 = 657{,}^{m}6$

Der mittlere Fehler bei Aneroïdmessungen beträgt bei Höhenunterschieden bis 300^m erfahrungsgemäss durchschnittlich etwa $1{,}5 - 2^m$.

I. Barometrische Höhentafel für die Normaltemperatur der Luft +15° C.

B	H	d	B	H	d	B	H	d	B	H	d
mm	m	m	mm	m	m	mm	m	m	mm	m	m
565	2537,6	15,0	615	1818,3	13,8	665	1155,1	12,7	715	540,1	11,9
566	2522,6	15,0	616	1804,5	13,8	666	1142,4	12,8	716	528,2	11,8
567	2507,6	14,9	617	1790,7	13,7	667	1129,6	12,7	717	516,4	11,8
568	2492,7	14,9	618	1777,0	13,7	668	1116,9	12,7	718	504,6	11,8
569	2477,8	14,9	619	1763,3	13,7	669	1104,2	12,6	719	492,8	11,8
570	2462,9	14,9	620	1749,6	13,7	670	1091,6	12,7	720	481,0	11,8
571	2448,0	14,8	621	1735,9	13,6	671	1078,9	12,6	721	469,2	11,8
572	2433,2	14,9	622	1722,3	13,7	672	1066,3	12,6	722	457,4	11,7
573	2418,3	14,7	623	1708,6	13,6	673	1053,7	12,6	723	445,7	11,7
574	2403,6	14,8	624	1695,0	13,6	674	1041,1	12,6	724	434,0	11,7
575	2388,8	14,7	625	1681,4	13,5	675	1028,5	12,6	725	422,3	11,7
576	2374,1	14,8	626	1667,9	13,6	676	1015,9	12,5	726	410,6	11,7
577	2359,3	14,7	627	1654,3	13,5	677	1003,4	12,5	727	398,9	11,7
578	2344,6	14,6	628	1640,8	13,5	678	990,9	12,5	728	387,2	11,6
579	2330,0	14,7	629	1627,3	13,5	679	978,4	12,5	729	375,6	11,7
580	2315,3	14,6	630	1613,8	13,4	680	965,9	12,5	730	363,9	11,6
581	2300,7	14,6	631	1600,4	13,5	681	953,4	12,4	731	352,3	11,6
582	2286,1	14,5	632	1586,9	13,4	682	941,0	12,4	732	340,7	11,5
583	2271,6	14,5	633	1573,5	13,4	683	928,6	12,5	733	329,2	11,6
584	2257,1	14,6	634	1560,1	13,4	684	916,1	12,4	734	317,6	11,5
585	2242,5	14,5	635	1546,7	13,3	685	903,7	12,3	735	306,1	11,5
586	2228,0	14,4	636	1533,4	13,3	686	891,4	12,4	736	294,6	11,6
587	2213,6	14,5	637	1520,1	13,3	687	879,0	12,3	737	283,0	11,5
588	2199,1	14,4	638	1506,8	13,3	688	866,7	12,3	738	271,5	11,5
589	2184,7	14,4	639	1493,5	13,3	689	854,4	12,3	739	260,0	11,5
590	2170,3	14,3	640	1480,2	13,2	690	842,1	12,3	740	248,5	11,4
591	2156,0	14,4	641	1467,0	13,3	691	829,8	12,3	741	237,1	11,5
592	2141,6	14,3	642	1453,7	13,2	692	817,5	12,3	742	225,6	11,4
593	2127,3	14,3	643	1440,5	13,1	693	805,2	12,2	743	214,2	11,4
594	2113,0	14,3	644	1427,4	13,2	694	793,0	12,2	744	202,8	11,4
595	2098,7	14,2	645	1414,2	13,2	695	780,8	12,2	745	191,4	11,4
596	2084,5	14,3	646	1401,0	13,1	696	768,6	12,2	746	180,0	11,3
597	2070,2	14,1	647	1387,9	13,1	697	756,4	12,2	747	168,7	11,4
598	2056,1	14,2	648	1374,8	13,1	698	744,2	12,1	748	157,3	11,3
599	2041,9	14,2	649	1361,7	13,0	699	732,1	12,1	749	146,0	11,3
600	2027,7	14,1	650	1348,7	13,1	700	720,0	12,1	750	134,7	11,3
601	2013,6	14,1	651	1335,6	13,0	701	707,9	12,2	751	123,4	11,3
602	1999,5	14,1	652	1322,6	13,0	702	695,7	12,0	752	112,1	11,3
603	1985,4	14,0	653	1309,6	13,0	703	683,7	12,1	753	100,8	11,3
604	1971,4	14,1	654	1296,6	12,9	704	671,6	12,0	754	89,5	11,2
605	1957,3	14,0	655	1283,7	13,0	705	659,6	12,0	755	78,3	11,2
606	1943,3	14,0	656	1270,7	12,9	706	647,6	12,0	756	67,1	11,2
607	1929,3	13,9	657	1257,8	12,9	707	635,6	12,0	757	55,9	11,2
608	1915,4	13,9	658	1244,9	12,9	708	623,6	12,0	758	44,7	11,2
609	1901,5	14,0	659	1232,0	12,9	709	611,6	11,9	759	33,5	11,2
610	1887,5	13,8	660	1219,1	12,8	710	599,7	12,0	760	22,3	11,2
611	1873,7	13,9	661	1206,3	12,8	711	587,7	11,9	761	11,1	11,1
612	1859,8	13,8	662	1193,5	12,8	712	575,8	11,9	762	0,0	11,1
613	1846,0	13,9	663	1180,7	12,8	713	563,9	11,9	763	—11,1	11,1
614	1832,1	13,8	664	1167,9	12,8	714	552,0	11,9	764	—22,2	11,1
615	1818,3		665	1155,1		715	540,1		765	—33,3	

II. Tafel der der Lufttemperatur τ entsprechenden Correction, welche $\pm$ zu nehmen, je nachdem $\tau \gtrless 15$ ist.

τ C°	Genäherter Höhenunterschied H′—H in Metern.										τ C°
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
— 5	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	6,9	+35
— 4	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	+34
— 3	0,6	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3	+33
— 2	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	+32
— 1	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6	+31
0	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	+30
+ 1	0,5	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	+29
+ 2	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	+28
+ 3	0,4	0,8	1,2	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	+27
+ 4	0,4	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	+26
+ 5	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	+25
+ 6	0,3	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	+24
+ 7	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	+23
+ 8	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	+22
+ 9	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	+21
+10	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	+20
+11	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	+19
+12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	+18
+13	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	+17
+14	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	+16
+15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+15

τ C°	Genäherter Höhenunterschied H′—H in Metern.										τ C°
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
— 5	6,9	13,9	20,8	27,8	34,7	41,7	48,6	55,6	62,5	69,5	+35
— 4	6,6	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8	59,4	66,0	+34
— 3	6,3	12,5	18,8	25,0	31,3	37,5	43,8	50,0	56,3	62,5	+33
— 2	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	41,3	47,2	53,2	59,1	+32
— 1	5,6	11,1	16,7	22,2	27,8	33,3	38,9	44,5	50,0	55,6	+31
0	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,3	36,5	41,7	46,9	52,1	+30
+ 1	4,9	9,7	14,6	19,4	24,3	29,2	34,0	38,9	43,8	48,6	+29
+ 2	4,5	9,0	13,5	18,1	22,6	27,1	31,6	36,1	40,6	45,1	+28
+ 3	4,2	8,3	12,5	16,7	20,8	25,0	29,2	33,3	37,5	41,7	+27
+ 4	3,8	7,6	11,5	15,3	19,1	22,9	26,7	30,5	34,4	38,2	+26
+ 5	3,5	6,9	10,4	13,9	17,3	20,8	24,3	27,8	31,2	34,7	+25
+ 6	3,1	6,2	9,4	12,5	15,6	18,7	21,9	25,0	28,1	31,2	+24
+ 7	2,8	5,6	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25,0	27,8	+23
+ 8	2,4	4,9	7,3	9,7	12,2	14,6	17,0	19,5	21,9	24,3	+22
+ 9	2,1	4,2	6,3	8,3	10,4	12,5	14,6	16,7	18,8	20,9	+21
+10	1,7	3,5	5,2	7,0	8,7	10,4	12,2	13,9	15,7	17,4	+20
+11	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,7	11,1	12,5	13,9	+19
+12	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	9,4	10,4	+18
+13	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	+17
+14	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	+16
+15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+15

F. Erlaubte Fehlergrenzen nach dem Preuss. Reglement für die öffentlich anzustellenden Feldmesser.

Als zulässige Differenz gilt:

a) Bei Längenmessungen in ebenem Terrain $^2/_{1000}$, in koupirtem Terrain $^3/_{1000}$ der wirklichen Länge.

b) Bei Flächenmessungen:

bis incl. 1 ha,	von 1—10 ha,	über 10 ha
Fehler pro Ar: 1,4 qm	0,8 qm	0,7 qm.

c) Bei Höhenmessungen auf Längen zwischen:

0—0,020	—0,045	—0,10	—0,25	—0,5	—1,0	—2	—3	—4	—5	—6	—7,5	Kilometer
4	6	9	14	20	28	40	49	56	63	69	77	Millimeter

Fehler in der Höhe.

XVIII. Vierstellige Logarithmentafel.

Logarithmen der natürlichen Zahlen.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	40
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	37
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	33
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	31
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	29
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	27
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	25
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	24
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	23
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	21
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	21
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	20
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	19
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	18
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	17
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	17
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	16
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	16
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	15
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	14
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	14
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	13
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	13
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	13
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	13
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	12
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	12
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	12
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	12
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	11
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	11
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	10
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	10
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	10
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	10
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	10
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	9
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	9
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	9
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	9
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	8
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	8
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	8
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	8
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	8
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	8
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	8
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Logarithmen der natürlichen Zahlen.

N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	7
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	7
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	7
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	7
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	7
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	7
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	6
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	6
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	6
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	6
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	6
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	6
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	6
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	6
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	6
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	5
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	5
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	5
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	5
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	5
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	5
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	4
N.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Logarithmen der trigonometrischen Functionen.

°	′	sin	tang	cos	′	°	°	′	sin	tang	cos	′	°
0	0	—	—	0,0000	60	**90**		12	7,5429	7,5429	0,0000	48	
	2	6,7648	6,7648	0,0000	58			14	7,6099	7,6099	0,0000	46	
	4	7,0658	7,0658	0,0000	56			16	7,6678	7,6678	0,0000	44	
	6	7,2419	7,2419	0,0000	54			18	7,7190	7,7190	0,0000	42	
	8	7,3668	7,3668	0,0000	52			20	7,7648	7,7648	0,0000	40	
	10	7,4637	7,4637	0,0000	50			22	7,8061	7,8062	0,0000	38	
	12	7,5429	7,5429	0,0000	48			24	7,8439	7,8439	0,0000	36	
								26	7,8787	7,8787	0,0000	34	

Logarithmen der trigonometrischen Functionen.

°	′	sin	tang	cos	′	°	°	′	sin	tang	cos	′	°
0	26	7,8787	7,8787	0,0000	34	**90**	**4**	30	8,8946	8,8960	9,9987	30	**86**
	28	7,9109	7,9109	0,0000	32			35	8,9026	8,9040	9,9986	25	
	30	7,9408	7,9409	0,0000	30			40	8,9104	8,9118	9,9986	20	
	32	7,9689	7,9689	0,0000	28			45	8,9181	8,9196	9,9985	15	
	34	7,9952	7,9952	0,0000	26			50	8,9256	8,9272	9,9985	10	
	36	8,0200	8,0200	0,0000	24			55	8,9330	8,9346	9,9984	5	
	38	8,0435	8,0435	0,0000	22		**5**	0	8,9403	8,9420	9,9983	0	**85**
	40	8,0658	8,0658	0,0000	20			10	8,9545	8,9563	9,9982	50	
	42	8,0870	8,0870	0,0000	18			20	8,9682	8,9701	9,9981	40	
	44	8,1072	8,1072	0,0000	16			30	8,9816	8,9836	9,9980	30	
	46	8,1265	8,1265	0,0000	14			40	8,9945	8,9966	9,9979	20	
	48	8,1450	8,1450	0,0000	12			50	9,0070	9,0093	9,9977	10	
1	0	8,2419	8,2419	9,9999	0	**89**	**6**	0	9,0192	9,0216	9,9976	0	**84**
	5	8,2766	8,2767	0,9999	55			10	9,0311	9,0336	9,9975	50	
	10	8,3088	8,3089	9,9999	50			20	9,0426	9,0453	9,9973	40	
	15	8,3388	8,3389	9,9999	45			30	9,0539	9,0567	9,9972	30	
	20	8,3668	8,3669	9,9999	40			40	9,0648	9,0678	9,9971	20	
	25	8,3931	8,3932	9,9999	35			50	9,0755	9,0786	9,9969	10	
	30	8,4179	8,4181	9,9999	30		**7**	0	9,0859	9,0891	9,9968	0	**83**
	35	8,4414	8,4416	9,9998	25			10	9,0961	9,0995	9,9966	50	
	40	8,4637	8,4638	9,9998	20			20	9,1060	9,1096	9,9964	40	
	45	8,4848	8,4851	9,9998	15			30	9,1157	9,1194	9,9963	30	
	50	8,5050	8,5053	9,9998	10			40	9,1252	9,1291	9,9961	20	
	55	8,5243	8,5246	9,9998	5			50	9,1345	9,1385	9,9959	10	
2	0	8,5428	8,5431	9,9997	0	**88**	**8**	0	9,1436	9,1478	9,9958	0	**82**
	5	8,5605	8,5608	9,9997	55			10	9,1525	9,1569	9,9956	50	
	10	8,5776	8,5779	9,9997	50			20	9,1612	9,1658	9,9954	40	
	15	8,5939	8,5943	9,9997	45			30	9,1697	9,1745	9,9952	30	
	20	8,6097	8,6101	9,9996	40			40	9,1781	9,1831	9,9950	20	
	25	8,6250	8,6254	9,9996	35			50	9,1863	9,1915	9,9948	10	
	30	8,6397	8,6401	9,9996	30		**9**	0	9,1943	9,1997	9,9946	0	**81**
	35	8,6539	8,6544	9,9996	25			10	9,2022	9,2078	9,9944	50	
	40	8,6677	8,6682	9,9995	20			20	9,2100	9,2158	9,9942	40	
	45	8,6810	8,6815	9,9995	15			30	9,2176	9,2236	9,9940	30	
	50	8,6940	8,6945	9,9995	10			40	9,2251	9,2313	9,9938	20	
	55	8,7066	8,7071	9,9994	5			50	9,2324	9,2389	9,9936	10	
3	0	8,7188	8,7194	9,9994	0	**87**	**10**	0	9,2397	9,2463	9,9934	0	**80**
	5	8,7307	8,7313	9,9994	55			10	9,2468	9,2536	9,9931	50	
	10	8,7423	8,7429	9,9993	50			20	9,2538	9,2609	9,9929	40	
	15	8,7535	8,7542	9,9993	45			30	9,2606	9,2680	9,9927	30	
	20	8,7645	8,7652	9,9993	40			40	9,2674	9,2750	9,9924	20	
	25	8,7752	8,7760	9,9992	35			50	9,2740	9,2819	9,9922	10	
	30	8,7857	8,7865	9,9992	30		**11**	0	9,2806	9,2887	9,9919	0	**79**
	35	8,7959	8,7967	9,9992	25			10	9,2870	9,2953	9,9917	50	
	40	8,8059	8,8067	9,9991	20			20	9,2934	9,3020	9,9914	40	
	45	8,8156	8,8165	9,9991	15			30	9,2997	9,3085	9,9912	30	
	50	8,8251	8,8261	9,9990	10			40	9,3058	9,3149	9,9909	20	
	55	8,8345	8,8355	9,9990	5			50	9,3119	9,3212	9,9907	10	
4	0	8,8436	8,8446	9,9989	0	**86**	**12**	0	9,3179	9,3275	9,9904	0	**78**
	5	8,8525	8,8536	9,9989	55			10	9,3238	9,3336	9,9901	50	
	10	8,8613	8,8624	9,9989	50			20	9,3296	9,3397	9,9899	40	
	15	8,8699	8,8711	9,9988	45			30	9,3353	9,3458	9,9896	30	
	20	8,8783	8,8795	9,9988	40			40	9,3410	9,3517	9,9893	20	
	25	8,8865	8,8878	9,9987	35			50	9,3466	9,3576	9,9890	10	
	30	8,8946	8,8960	9,9987	30		**13**	0	9,3521	9,3634	9,9887	0	**77**
°	′	cos	cotg	sin	′	°	°	′	cos	cotg	sin	′	°

°	′	sin	tang	cos	′	°	°	′	sin	tang	cos	′	°
13	0	9,3521	9,3634	9,9887	0	**77**	**22**	0	9,5736	9,6064	9,9672	0	**68**
	10	9,3575	9,3691	9,9884	50			10	9,5767	9,6100	9,9667	50	
	20	9,3629	9,3748	9,9881	40			20	9,5798	9,6136	9,9661	40	
	30	9,3682	9,3804	9,9878	30			30	9,5828	9,6172	9,9656	30	
	40	9,3734	9,3859	9,9875	20			40	9,5859	9,6208	9,9651	20	
	50	9,3786	9,3914	9,9872	10			50	9,5889	9,6243	9,9646	10	
14	0	9,3837	9,3968	9,9869	0	**76**	**23**	0	9,5919	9,6279	9,9640	0	**67**
	10	9,3887	9,4021	9,9866	50			10	9,5948	9,6314	9,9635	50	
	20	9,3937	9,4074	9,9863	40			20	9,5978	9,6348	9,9629	40	
	30	9,3986	9,4127	9,9859	30			30	9,6007	9,6383	9,9624	30	
	40	9,4035	9,4178	9,9856	20			40	9,6036	9,6417	9,9618	20	
	50	9,4083	9,4230	9,9853	10			50	9,6065	9,6452	9,9613	10	
15	0	9,4130	9,4281	9,9849	0	**75**	**24**	0	9,6093	9,6486	9,9607	0	**66**
	10	9,4177	9,4331	9,9846	50			10	9,6121	9,6520	9,9602	50	
	20	9,4223	9,4381	9,9843	40			20	9,6149	9,6553	9,9596	40	
	30	9,4269	9,4430	9,9839	30			30	9,6177	9,6587	9,9590	30	
	40	9,4314	9,4479	9,9836	20			40	9,6205	9,6620	9,9584	20	
	50	9,4359	9,4527	9,9832	10			50	9,6232	9,6654	9,9579	10	
16	0	9,4403	9,4575	9,9828	0	**74**	**25**	0	9,6259	9,6687	9,9573	0	**65**
	10	9,4447	9,4622	9,9825	50			10	9,6286	9,6720	9,9567	50	
	20	9,4491	9,4669	9,9821	40			20	9,6313	9,6752	9,9561	40	
	30	9,4533	9,4716	9,9817	30			30	9,6340	9,6785	9,9555	30	
	40	9,4576	9,4762	9,9814	20			40	9,6366	9,6817	9,9549	20	
	50	9,4618	9,4808	9,9810	10			50	9,6392	9,6850	9,9543	10	
17	0	9,4659	9,4853	9,9806	0	**73**	**26**	0	9,6418	9,6882	9,9537	0	**64**
	10	9,4700	9,4898	9,9802	50			10	9,6444	9,6914	9,9530	50	
	20	9,4741	9,4943	9,9798	40			20	9,6470	9,6946	9,9524	40	
	30	9,4781	9,4987	9,9794	30			30	9,6495	9,6977	9,9518	30	
	40	9,4821	9,5031	9,9790	20			40	9,6521	9,7009	9,9512	20	
	50	9,4861	9,5075	9,9786	10			50	9,6546	9,7040	9,9505	10	
18	0	9,4900	9,5118	9,9782	0	**72**	**27**	0	9,6570	9,7072	9,9499	0	**63**
	10	9,4939	9,5161	9,9778	50			10	9,6595	9,7103	9,9492	50	
	20	9,4977	9,5203	9,9774	40			20	9,6620	9,7134	9,9486	40	
	30	9,5015	9,5245	9,9770	30			30	9,6644	9,7165	9,9479	30	
	40	9,5052	9,5287	9,9765	20			40	9,6668	9,7196	9,9473	20	
	50	9,5090	9,5329	9,9761	10			50	9,6692	9,7226	9,9466	10	
19	0	9,5126	9,5370	9,9757	0	**71**	**28**	0	9,6716	9,7257	9,9459	0	**62**
	10	9,5163	9,5411	9,9752	50			10	9,6740	9,7287	9,9453	50	
	20	9,5199	9,5451	9,9748	40			20	9,6763	9,7317	9,9446	40	
	30	9,5235	9,5491	9,9743	30			30	9,6787	9,7348	9,9439	30	
	40	9,5270	9,5531	9,9739	20			40	9,6810	9,7378	9,9432	20	
	50	9,5306	9,5571	9,9734	10			50	9,6833	9,7408	9,9425	10	
20	0	9,5341	9,5611	9,9730	0	**70**	**29**	0	9,6856	9,7438	9,9418	0	**61**
	10	9,5375	9,5650	9,9725	50			10	9,6878	9,7467	9,9411	50	
	20	9,5409	9,5689	9,9721	40			20	9,6901	9,7497	9,9404	40	
	30	9,5443	9,5727	9,9716	30			30	9,6923	9,7526	9,9397	30	
	40	9,5477	9,5766	9,9711	20			40	9,6946	9,7556	9,9390	20	
	50	9,5510	9,5804	9,9706	10			50	9,6968	9,7585	9,9383	10	
21	0	9,5543	9,5842	9,9702	0	**69**	**30**	0	9,6990	9,7614	9,9375	0	**60**
	10	9,5576	9,5879	9,9697	50			10	9,7012	9,7644	9,9368	50	
	20	9,5609	9,5917	9,9692	40			20	9,7033	9,7673	9,9361	40	
	30	9,5641	9,5954	9,9687	30			30	9,7055	9,7701	9,9353	30	
	40	9,5673	9,5991	9,9682	20			40	9,7076	9,7730	9,9346	20	
	50	9,5704	9,6028	9,9677	10			50	9,7097	9,7759	9,9338	10	
22	0	9,5736	9,6064	9,9672	0	**68**	**31**	0	9,7118	9,7788	9,9331	0	**59**
°	′	cos	cotg	sin	′	°	°	′	cos	cotg	sin	′	°

Logarithmen der trigonometrischen Functionen.

°	′	sin	tang	cos	′	°	°	′	sin	tang	cos	′	°
31	0	9,7118	9,7788	9,9331	0	**59**	**38**	0	9,7893	9,8928	9,8965	0	**52**
	10	9,7139	9,7816	9,9323	50			10	9,7910	9,8954	9,8955	50	
	20	9,7160	9,7845	9,9315	40			20	9,7926	9,8980	9,8945	40	
	30	9,7181	9,7873	9,9308	30			30	9,7941	9,9006	9,8935	30	
	40	9,7201	9,7902	9,9300	20			40	9,7957	9,9032	9,8925	20	
	50	9,7222	9,7930	9,9292	10			50	9,7973	9,9058	9,8915	10	
32	0	9,7242	9,7958	9,9284	0	**58**	**39**	0	9,7989	9,9084	9,8905	0	**51**
	10	9,7262	9,7986	9,9276	50			10	9,8004	9,9110	9,8895	50	
	20	9,7282	9,8014	9,9268	40			20	9,8020	9,9135	9,8884	40	
	30	9,7302	9,8042	9,9260	30			30	9,8035	9,9161	9,8874	30	
	40	9,7322	9,8070	9,9252	20			40	9,8050	9,9187	9,8864	20	
	50	9,7342	9,8097	9,9244	10			50	9,8066	9,9212	9,8853	10	
33	0	9,7361	9,8125	9,9236	0	**57**	**40**	0	9,8081	9,9238	9,8843	0	**50**
	10	9,7380	9,8153	9,9228	50			10	9,8096	9,9264	9,8832	50	
	20	9,7400	9,8180	9,9219	40			20	9,8111	9,9289	9,8821	40	
	30	9,7419	9,8208	9,9211	30			30	9,8125	9,9315	9,8810	30	
	40	9,7438	9,8235	9,9203	20			40	9,8140	9,9341	9,8800	20	
	50	9,7457	9,8263	9,9194	10			50	9,8155	9,9366	9,8789	10	
34	0	9,7476	9,8290	9,9186	0	**56**	**41**	0	9,8169	9,9392	9,8778	0	**49**
	10	9,7494	9,8317	9,9177	50			10	9,8184	9,9417	9,8767	50	
	20	9,7513	9,8344	9,9169	40			20	9,8198	9,9443	9,8756	40	
	30	9,7531	9,8371	9,9160	30			30	9,8213	9,9468	9,8745	30	
	40	9,7550	9,8398	9,9151	20			40	9,8227	9,9494	9,8733	20	
	50	9,7568	9,8425	9,9142	10			50	9,8241	9,9519	9,8722	10	
35	0	9,7586	9,8452	9,9134	0	**55**	**42**	0	9,8255	9,9544	9,8711	0	**48**
	10	9,7604	9,8479	9,9125	50			10	9,8269	9,9570	9,8699	50	
	20	9,7622	9,8506	9,9116	40			20	9,8283	9,9595	9,8688	40	
	30	9,7640	9,8533	9,9107	30			30	9,8297	9,9621	9,8676	30	
	40	9,7657	9,8559	9,9098	20			40	9,8311	9,9646	9,8665	20	
	50	9,7675	9,8586	9,9089	10			50	9,8324	9,9671	9,8653	10	
36	0	9,7692	9,8613	9,9080	0	**54**	**43**	0	9,8338	9,9697	9,8641	0	**47**
	10	9,7710	9,8639	9,9070	50			10	9,8351	9,9722	9,8629	50	
	20	9,7727	9,8666	9,9061	40			20	9,8365	9,9747	9,8618	40	
	30	9,7744	9,8692	9,9052	30			30	9,8378	9,9772	9,8606	30	
	40	9,7761	9,8718	9,9042	20			40	9,8391	9,9798	9,8594	20	
	50	9,7778	9,8745	9,9033	10			50	9,8405	9,9823	9,8582	10	
37	0	9,7795	9,8771	9,9023	0	**53**	**44**	0	9,8418	9,9848	9,8569	0	**46**
	10	9,7811	9,8797	9,9014	50			10	9,8431	9,9874	9,8557	50	
	20	9,7828	9,8824	9,9004	40			20	9,8444	9,9899	9,8545	40	
	30	9,7844	9,8850	9,8995	30			30	9,8457	9,9924	9,8532	30	
	40	9,7861	9,8876	9,8985	20			40	9,8469	9,9949	9,8520	20	
	50	9,7877	9,8902	9,8975	10			50	9,8482	9,9975	9,8507	10	
38	0	9,7893	9,8928	9,8965	0	**52**	**45**	0	9,8495	0,0000	9,8495	0	**45**
°	′	cos	cotg	sin	′	°	°	′	cos	cotg	sin	′	°

Constanten.

Basis der natürlichen Logarithmen . . . e = 2,7182818 log = 0,4342945
Modul der briggischen Logarithmen . . m = 0,4342945 log = 9,6377843
Radius des Kreises in Sec. r = 206264,8 log = 5,3144251
« « . « Min. r = 3437,747 log = 3,5362739
« « « Grad. r = 57,29578 log = 1,7581226.
Umfang des Kreises für den Durchmesser 1 π = 3,14159265, log = 0,4971499,

$\log \frac{1}{\pi} = 9{,}5028501$; $\log \pi^2 = 0{,}9942997$; $\log \sqrt{\pi} = 0{,}2485749$

$\frac{2\pi}{60} = 0{,}10472$, $\log \frac{\pi}{30} = 9{,}02003$; $\log 2\pi = 0{,}79818$; $\log \sqrt[3]{\frac{\pi}{6}} = 9{,}90633$.

Schwere g unter 45° in Meeresspiegelhöhe = 9,80605; log g = 0,90636; $\log \sqrt{2g} = 0{,}64626$.

XIX. Hydraulik.

Der Druck, den das Wasser gegen ein Flächenelement nach irgend einer Richtung ausübt, ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche die Entfernung des Schwerpunkts des Elements vom Wasserspiegel (die Druckhöhe) zur Höhe und die Projection des Elements winkelrecht zur gegebenen Richtung zur Basis hat.

Der Normaldruck auf eine ebene Umfassungswand eines Gefässes ist somit dem Gewichte einer Wassersäule gleich, welche diese Ebene zur Basis und den Abstand ihres Schwerpunkts vom Wasserspiegel zur Höhe hat.

Die Axenspannung in einem Punkte einer ebenen Curve ist gleich dem daselbst vorhandenen Normaldruck multiplicirt mit dem Krümmungshalbmesser an diesem Punkt. In einer Wasserleitungsröhre, welche überall einem gleichen Wasserdruck ausgesetzt ist, ist die Spannung parallel der Röhrenaxe = der Hälfte der Spannung in der Richtung der Querschnitte.

Der Druckmittelpunkt wird für eine ebene Fläche gefunden, wenn das Trägheitsmoment der gedrückten Fläche durch das statische Moment derselben dividirt wird, wobei beide Momente auf die Schnittlinie von Wasserspiegel und Fläche sich beziehen.

Für ein vertical stehendes Rechteck von der Höhe h, dessen obere Kante mit dem Wasserspiegel zusammenfällt, ist die Entfernung y des Druckmittelpunkts von diesem $= {}^2/_3$ h, ist aber die obere Kante noch um die Länge e vom Wasserspiegel entfernt, so ist

$$y = \frac{e^2 + eh + \frac{h^2}{3}}{e + \frac{h}{2}}.$$

Für eine vertical stehende Kreisfläche vom Halbmesser r, deren höchster Punkt gleichfalls um e vom Wasserspiegel absteht, ist

$$y = \frac{r^2 + 4(r+e)^2}{4(r+e)}.$$

Befindet sich ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper im Gleichgewicht, so heben sich die horizontalen Druckkräfte, welche auf denselben wirken, gegenseitig auf. Die Mittelkraft aus allen Druckkräften (der Auftrieb) wirkt hierbei in verticaler Richtung, und es geht ihre Richtung durch den Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit. Das Gewicht der letzteren ist gleich dem Auftrieb.

Der Druck der Luft entspricht unter mittlerer Breite bei 0° C. am Meere dem Druck einer Quecksilbersäule von $0{,}^m76$ und einer Wassersäule von $10{,}^m308$ Höhe, oder einem Druck von 1,0336 k. pro qcm.

Tabelle über den Druck einer Atmosphäre,

gemessen durch die Höhe einer Quecksilbersäule bezw. einer Wassersäule.

Pariser Zoll bezw. Fuss.	Centimeter bezw. Meter	Englische Zoll bezw. Fuss.	Oesterr. Zoll bezw. Fuss.	Preussische Zoll bezw. Fuss.	Bayerische Zoll bezw. Fuss.	Sächsische Zoll bezw. Fuss.	Württemb. Zoll bezw. Fuss.	Badische Zoll bezw. Fuss.
28	75,8	29,84	28,77	28,98	31,16	32,12	26,46	30,32
31,73	10,308	33,82	32,61	32,84	35,32	36,40	35,95	34,36

Die Spannung und Dichtigkeit der Luft ist bei constanter Temperatur der zusammendrückenden Kraft direkt, das Volumen, das sie einnimmt, dieser Kraft umgekehrt proportional.

Trockene Luft dehnt sich unter constantem Druck bei gleichem Temperaturzuwachs um gleichviel aus und zwar um 0,00367 ihres Volumens pro 1° C. Die mechanische Arbeit A, welche nöthig ist, um ein

Luftvolumen V aus der Spannung p in ein Volumen V′ mit der Spannung p′ zu überführen, ist

$$A = V\ p\ \text{lognat.}\ \frac{p'}{p} = 2{,}3026\ V.\ p.\ \log.\ \frac{p'}{p};$$

— sind γ' und γ'' die entsprechenden Dichtigkeiten, so ist

$$A = V'\ p'\ \text{lognat.}\left(\frac{\gamma'}{\gamma}\right).$$

Bei den Temperaturen t und t_1, ferner bei den Barometerständen h und h_1 ist

$$\frac{V^1}{V} = \frac{\gamma'}{\gamma_1} = \frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t} \cdot \frac{h}{h_1}.$$

Soll aus einem Gefäss Wasser mittelst eines Hebers ausfliessen, so muss die Ausflussöffnung stets tiefer als der Wasserspiegel liegen. Die Druckkraft, welche den Ausfluss bewirkt, ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche den Abstand zwischen Wasserspiegel und Ausflussöffnung zur Höhe hat.

Ausfluss des Wassers bei constanter Druckhöhe.

1) Aus horizontaler Wand.

Wird mit v_1 die theoretische und mit v die wirkliche Ausflussgeschwindigkeit, mit a der Querschnitt der Ausflussmündung und mit A derjenige der Oberfläche des Gefässes, mit h die sogen. Druckhöhe, d. h. die Entfernung der Mündung vom Oberwasserspiegel ($= 0.96 - 0.97$) und mit φ der Reibungscoëfficient des Wassers an den Gefässwänden bezeichnet, so ist

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\,gh}{1 - \frac{a^2}{A^2}}} \text{ und } v = \varphi \sqrt{\frac{2\,gh}{1 - \frac{a^2}{A^2}}}.$$

Ist $A > 10\ a$, so ist

$v_1 = \sqrt{2\,gh}$, $v = \varphi \sqrt{2\,gh}$ und das theoretische Ausflussquantum $Q = av$

$h = \frac{v_1^2}{2\,g}$ ist die theoretische Geschwindigkeitshöhe und

g für Metermaass $= 9{,}^{m}81$.

Der hydraulische Druck an einer beliebigen Wandstelle des Ausflussgefässes ist gleich dem hydrostatischen Druck an dieser Stelle vermindert um die Differenz der Geschwindigkeitshöhen ebendaselbst und an der Oberfläche der im Gefäss befindlichen Flüssigkeit.

2) Aus verticaler Wand.

Ist b die Breite einer rektangulären Oeffnung in dünner Wand, H der Abstand der untern und h der Abstand der obern Kante der vom Wasser angefüllten Oeffnung vom Wasserspiegel, c die Zuflussgeschwindigkeit und μ der sogen. Ausflusscoëfficient des Wassers, so ist

$$Q = \frac{2}{3}\,\mu b\,\sqrt{2g}\left\{\left(H + \frac{c^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(h + \frac{c^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}}\right\}, \text{ und wenn } c = o \text{ ist}$$

$$Q = \frac{2}{3}\,\mu b\,\sqrt{2g}\left\{H^{\frac{3}{2}} - h^{\frac{3}{2}}\right\}$$

Für eine kreisförmige Oeffnung vom Radius r und dem Höhenabstand h zwischen Mittelpunkt und Wasserspiegel ist

$$Q = \mu\ r^2\ \pi\ \sqrt{2\,gh}\left\{1 - \frac{r^2}{32\,h^2} - \frac{5\,r^4}{1024\,h^4}\right\};$$

gewöhnlich ist $\mu = 0.65 - 0.70$.

Bei niedrigen rektangulären Seitenmündungen darf, so lange die Schwerpunktsdruckhöhe nicht kleiner wird als die doppelte Mündungshöhe, als mittlere Druckhöhe der Abstand des Schwerpunkts der Mündungsfläche vom Wasserspiegel angenommen werden, somit

$$Q = \mu b\ (H - h)\ \sqrt{2\,g\,\frac{(H + h)}{2}}.$$

Ausfluss des Wassers bei veränderlicher Druckhöhe.

Wird wie oben der Querschnitt der Mündung mit a, derjenige der Oberfläche des Gefässes mit A bezeichnet, und senkt sich der Wasserspiegel von der Höhe H auf die Höhe h (vom Gefässboden aus gemessen), so ist die hierzu erforderliche Zeit

$$t = \frac{2A}{a\sqrt{2g}}\left(\sqrt{H} - \sqrt{h}\right) = 0.452\,\frac{A}{a}\left(\sqrt{H} - \sqrt{h}\right).$$

Die Entleerung erfolgt in der Zeit

$$t_0 = 0.452\,\frac{A}{a}\sqrt{H}.$$

Diese Formeln gelten auch für das Aufsteigen des Wassers in einer communicirenden Röhre, wenn der Wasserspiegel in der anfänglich gefüllten Röhre durch weiteren Zufluss in constanter Höhe erhalten wird.

Grösse der Ausflusscoëfficienten.

Bei Oeffnungen in dünnen ebenen Wänden setzt sich der Ausflusscoëfficient μ zusammen aus dem sogenannten Geschwindigkeitscoëfficienten φ und dem sogenannten Contraktionscoëfficienten ψ; ersterer bezeichnet das Verhältniss der wirklichen Geschwindigkeit v zu der theoretischen Geschwindigkeit $v_1 = \sqrt{2gh}$, letzterer hängt von der Form der Ausflussöffnung ab, welche die Wasserstrahlen in convergirenden Fäden auszutreten (Contraktion) veranlasst, so dass der Querschnitt a der durch eine Oeffnung fliessenden Wassermenge in einiger Entfernung von der Oeffnung kleiner ist, als in derselben.

Bezeichnet man mit a^1 diesen kleineren Querschnitt, so ist

$$\varphi = \frac{v}{v_1}; \qquad \psi = \frac{a_1}{a};$$

$$\mu = \varphi\,\psi.$$

Als Widerstandscoëfficient ζ wird ferner das Verhältniss der verlorenen Geschwindigkeitshöhe $\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v^2}{2g}$ zur effectiven Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ bezeichnet.

$$\zeta = \frac{v_1^2 - v^2}{v^2} = \frac{1}{\varphi^2} - 1.$$

Es ist ferner die sogenannte Widerstandshöhe

$$h_1 = \zeta\,\frac{v^2}{2g}.$$

Für den Ausfluss durch Oeffnungen in dünner Wand ist im Mittel

$$\varphi = 0{,}97;\ \psi = 0{,}64; \qquad \mu = 0{,}62, \quad \zeta = 0{,}063.$$

Für kleine Druckhöhen und Oeffnungen wird $\mu > 0{,}62$.

Bei sehr glatten und gut abgerundeten Ausflussöffnungen in horizontalen Wänden fliesst das Wasser mit einer gegenüber der theoretischen nur um 1—4 % geringeren Geschwindigkeit aus.

Für rektanguläre verticale Seitenöffnungen in dünner Wand bei vollständiger und vollkommener Contraktion und Ausfluss in die freie Luft sind die Tabellen auf Seite 107 von Poncelet und Lebros über den Ausflusscoëfficienten μ durch Versuche ermittelt worden.

Partielle Contraktion.

Tritt eine Contraktion der Wasserstrahlen nicht an allen Kanten der Oeffnung ein, so findet eine unvollständige oder partielle Contraktion statt.

Wird mit p der Umfang der Oeffnung bei vollkommener Contraktion bezeichnet, mit p_1 der Theil des Umfangs, an welchem die Contraktion aufgehoben ist, z. B. wenn die Oeffnung im Gefässe bis an eine oder mehrere Seitenwände reicht, mit μ_1 der Ausflusscoëfficient für die partielle Contraktion, so ist für rektanguläre Oeffnungen im Durchschnitt

$$\mu_1 = \mu\left(1 + 0{,}155\,\frac{p_1}{p}\right)$$

I. Tafel. Die Wasserstände sind an einem Punkt des Reservoirs gemessen, woselbst das Wasser vollkommen ruhig ist.

II. Tafel. Die Wasserstände sind unmittelbar an der Mündung gemessen.

Wasserstände über dem obern Rande der Mündungen in Metern.	Coëfficienten der Formel: $Q = b\,(H-h)\sqrt{\frac{2g\,(H+h)}{2}}$ für Mündungshöhen in Metern						Coëfficienten der Formel: $Q = \frac{2}{3}\,b\sqrt{2g}\left\{H^{3/2} - h^{3/2}\right\}$ für Mündungshöhen in Metern						Coëfficienten der Formel: $Q = b\,(H-h)\sqrt{2g\left(\frac{H+h}{2}\right)}$ für Mündungshöhen in Metern					
	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01
0,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,619	0,667	0,713	0,766	0,783	0,795
0,010	—	—	0,607	0,630	0,660	0,701	—	—	0,622	0,644	0,667	0,704	0,595	0,618	0,642	0,687	0,720	0,762
0,02	0,572	0,596	0,615	0,634	0,659	0,694	0,592	0,611	0,624	0,644	0,664	0,696	0,594	0,614	0,638	0,668	0,697	0,729
0,03	0,578	0,600	0,620	0,638	0,659	0,688	0,594	0,612	0,626	0,643	0,662	0,690	0,593	0,613	0,637	0,659	0,685	0,708
0,04	0,582	0,603	0,623	0,640	0,658	0,683	0,596	0,612	0,627	0,642	0,660	0,684	0,593	0,612	0,636	0,654	0,678	0,695
0,06	0,587	0,607	0,627	0,640	0,657	0,676	0,598	0,613	0,629	0,641	0,658	0,679	0,594	0,613	0,635	0,647	0,668	0,681
0,08	0,589	0,610	0,629	0,638	0,656	0,670	0,599	0,614	0,630	0,639	0,656	0,670	0,594	0,613	0,635	0,643	0,662	0,675
0,10	0,592	0,611	0,630	0,637	0,654	0,666	0,599	0,615	0,631	0,638	0,654	0,666	0,595	0,614	0,634	0,640	0,657	0,669
0,15	0,595	0,613	0,630	0,635	0,651	0,659	0,600	0,616	0,631	0,636	0,651	0,659	0,597	0,615	0,632	0,636	0,652	0,660
0,20	0,598	0,615	0,630	0,633	0,648	0,655	0,601	0,617	0,630	0,633	0,648	0,655	0,599	0,615	0,630	0,633	0,649	0,656
0,30	0,600	0,616	0,629	0,632	0,644	0,650	0,602	0,618	0,630	0,632	0,644	0,650	0,601	0,616	0,629	0,632	0,644	0,651
0,40	0,602	0,617	0,628	0,631	0,642	0,647	0,603	0,618	0,629	0,631	0,642	0,647	0,602	0,617	0,629	0,631	0,642	0,647
0,50	0,603	0,617	0,628	0,630	0,640	0,644	0,604	0,617	0,628	0,630	0,640	0,644	0,603	0,617	0,628	0,630	0,640	0,645
0,60	0,604	0,617	0,627	0,630	0,638	0,642	0,604	0,617	0,628	0,630	0,638	0,642	0,604	0,617	0,627	0,630	0,638	0,643
0,80	0,605	0,616	0,627	0,629	0,636	0,637	0,605	0,616	0,627	0,629	0,636	0,637	0,605	0,616	0,627	0,629	0,636	0,637
1,00	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632
1,20	0,604	0,614	0,624	0,626	0,628	0,626	0,604	0,614	0,624	0,626	0,628	0,626	0,604	0,614	0,624	0,626	0,628	0,626
1,40	0,603	0,612	0,621	0,622	0,622	0,618	0,603	0,612	0,621	0,622	0,622	0,618	0,603	0,612	0,621	0,622	0,622	0,618
1,60	0,602	0,611	0,618	0,618	0,617	0,613	0,602	0,611	0,618	0,618	0,617	0,613	0,602	0,611	0,618	0,618	0,617	0,613
1,80	0,601	0,609	0,615	0,615	0,614	0,612	0,602	0,609	0,615	0,615	0,614	0,612	0,601	0,609	0,615	0,615	0,614	0,612
2,00	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611	0,601	0,607	0,614	0,612	0,612	0,611
3,00	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609

Bemerkung. Diese Coëfficienten sind brauchbar, so lange b und h nicht mehr als das 20fache von einander verschieden sind. Dieselben ändern sich nicht wesentlich, wenn die Ausflussöffnung so angebracht wird, dass ihre Breite zur Höhe wird. Die Coëfficienten sind ferner auch giltig für kreisförmige und polygonale (excl. derjenigen mit einspringenden Winkeln) Oeffnungen.

und für kreisförmige Oeffnungen

$$\mu_1 = \mu \left(1 + 0{,}128 \frac{p_1}{p}\right).$$

Vollkommene und unvollkommene Contraktion.

Befindet sich das Wasser vor der Ausflussöffnung in Ruhe, so findet eine vollkommene Contraktion statt, erreicht dagegen das Wasser die Ausflussstelle mit beträchtlicher Geschwindigkeit, so wird die dann stattfindende Contraktion eine unvollkommene genannt. Die durchfliessende Wassermenge ist bei letzterer eine grössere als bei Ausflussöffnungen mit vollkommener Contraktion. Ist a der Querschnitt der Oeffnung, A der Querschnitt des ankommenden Wassers und ist $\frac{a}{A} = n$, bezeichnet man ferner mit μ_n den Ausflusscoëfficienten für unvollkommene Contraktion und mit μ den betr. Coëfficienten für vollständige Contraktion, so ist

$\mu_n = \mu \left\{1 + 0{,}04564\ (14{,}821^n - 1)\right\}$ für kreisförmige Oeffnungen

$\mu_n = \mu \left\{1 + 0{,}076\ (9{,}0^n - 1)\right\}$ für rektanguläre Oeffnungen.

Bezeichnet man den Faktor von μ mit x, so ergeben sich für letzteren folgende Werthe:

1) Für rektanguläre Oeffnungen.

n	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
x	1,009	1,019	1,030	1,042	1,056	1,071	1,088	1,107	1,128	1,152
n	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
x	1,178	1,208	1,241	1,278	1,319	1,365	1,416	1,473	1,537	1,608

2) Für kreisförmige Oeffnungen.

n	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
x	1,007	1,014	1,023	1,034	1,045	1,059	1,075	1,092	1,112	1,134
n	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
x	1,161	1,189	1,223	1,260	1,303	1,351	1,408	1,471	1,546	1,613

Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Druckhöhen an Stellen gemessen werden, wo das Wasser ziemlich stille steht, andernfalls ist nach Weisbach

$$Q = \mu\ (1 + 0{,}641\, n^2)\ a \sqrt{2g \frac{H + h}{2}}.$$

Wird der Faktor von μ wieder mit x bezeichnet, so gilt nachstehende Tabelle:

n	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
x	1,002	1,006	1,014	1,026	1,040	1,058	1,079	1,103	1,130	1,160

n darf den Werth 1/2 in obiger Formel nicht übersteigen.

Bei geneigten Schützen mit zugeschärfter Unterkante, wobei weder am Boden noch an beiden Seitenwänden eine Contraktion stattfindet, ist

$$Q = \mu\ a \sqrt{2g \frac{H + h}{2}}$$

und nach Poncelet der Ausflusscoëfficient μ bei einer Schützenneigung α^0

von	40	45	50	55	60
μ	0,83	0,81	0,79	0,76	0,74

Steht der Schützen vertical, so ist die ausfliessende Wassermenge unabhängig vom Gerinne, so lange der Wasserstand über der Mitte der Oeffnung

mind. 0,5—0,^{m}6 beträgt bei Oeffnungen von 0,15—0,^{m}2 Höhe,
« 0,3—0,^{m}4 « « « « 0,^{m}10 «
« 0,^{m}2 « « « « 0,^{m}05 «

Mündungen unter Wasser.

Werden mit ω u. Ω die Querschnitte an der Oeffnung und an der Stelle bezeichnet, woselbst der Abstand der oberen Kante der Oeffnung vom Unterwasserspiegel $= \eta$ ist, so ist das Ausflussquantum

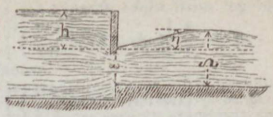


Fig. 43.

$$Q = \Omega \sqrt{\frac{2g\,(h - \eta)}{1 + \left(\frac{\Omega}{\alpha\,\omega} - 1\right)^2}}.$$

Der Coëfficient α ist $=$ dem Coëfficienten μ in der oben angegebenen Tabelle zu der Formel

$$Q = \frac{2}{3}\, b \sqrt{2g\left\{H^{3/2} - h^{\frac{3}{2}}\right\}}.$$

Ausfluss bei Ueberfällen.

a) Mündungen ohne Druckhöhe über der Oberkante.

Wird mit b die Breite der Ueberfallkante, mit B die Breite des Zuflusskanals und mit H die Entfernung des ungesenkten Wasserspiegels von der Abflusskante bezeichnet, so ist bei vollkommenen Ueberfällen

$$Q = \frac{2}{3}\, \mu b \sqrt{2g}\, \left\{ \left(H + \frac{c^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{c^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}} \right\}.$$

Bei Ueberfällen ohne scharfe Kanten, wie z. B. bei vielen Wehren mit ebenen oder abgerundeten Kronen ist die secundlich abfliessende Wassermenge nach Eytelwein

$$Q = 0{,}57\, b\, .\, H \sqrt{2gH} \sqrt{1 + 0{,}115 \frac{c^2}{H}}.$$

Ist c (die Geschwindigkeit des zufliessenden Wassers) sehr klein, so ist $Q = \frac{2}{3}\, \mu\, b H \sqrt{2\,g\,H}$.

Für Ueberfälle von $0{,}^{m}2$ Breite ist

h =	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	$0{,}^{m}22$
$^2/_3\,\mu$ =	0,424	0,417	0,412	0,407	0,401	0,397	0,395	0,393	0,390	0,385

für Ueberfälle von $0{,}^{m}6$ Breite

h =	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	$0{,}^{m}60$
$^2/_3\,\mu$ =	0,412	0,409	0,406	0,403	0,400	0,395	0,391	0,391	0,391	0,390

Für Ueberfälle von grösserer Breite gilt nachstehende Tabelle der Wassermengen Q in Litern, welche bei vollkommenen Ueberfällen auf jeden Meter Breite bei verschiedenen Dicken der Wasserschichte H und bei gleich breitem Kanal und Ueberfall abfliessen.

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
0,050	21,9	0,094	56,5	0,142	105,0	0,190	162,5	0,240	230,7	0,300	322,4
0,053	23,9	0,098	60,2	0,146	109,4	0,194	167,6	0,245	237,9	0,305	330,5
0,056	26,0	0,102	64,0	0,150	114,0	0,198	172,8	0,250	245,2	0,310	338,7
0,060	28,8	0,106	67,8	0,154	118,6	0,202	178,2	0,255	252,6	0,315	346,9
0,063	31,0	0,110	71,6	0,158	123,2	0,206	183,5	0,260	260,1	0,320	355,2
0,066	33,3	0,114	75,5	0,162	128,0	0,210	188,8	0,265	267,7	0,325	363,5
0,070	36,3	0,118	79,5	0,166	132,7	0,214	194,2	0,270	275,2	0,330	371,9
0,074	39,5	0,122	83,6	0,170	137,5	0,218	199,6	0,275	282,9	0,335	380,4
0,078	42,7	0,126	87,8	0,174	142,4	0,222	205,2	0,280	290,7	0,340	389,1
0,082	46,1	0,130	92,0	0,178	147,3	0,226	210,8	0,285	298,6	0,345	397,7
0,086	49,5	0,134	96,3	0,182	152,3	0,230	216,4	0,290	306,4	0,350	406,3
0,090	53,0	0,138	100,6	0,186	157,3	0,235	223,5	0,295	314,4		

Kommt bei Ueberfällen eine unvollkommene Contraktion vor, und bezeichnet man mit T die Wassertiefe im Zuflusskanal, wo der Wasserspiegel noch nicht gesenkt ist, so ist nach Weisbach

$$Q = \frac{2}{3}\left\{1 + 1{,}718\left(\frac{bH}{BT}\right)^4\right\}\mu_1 bH\sqrt{2gH} = m_1\,\mu_1 bH\sqrt{2\,g\,H}$$

wenn $b < B$ und

$$Q = \frac{2}{3}\left\{1{,}041 + 0{,}3693\left(\frac{H}{T}\right)^2\right\}\mu_2\, bH\sqrt{2\,g\,H} = m_2\,\mu_2\, bH\sqrt{2\,g\,H}$$

wenn $b = B$ ist.

Die angenäherten Werthe von m_1 und m_2 sind aus nachstehenden Tabellen zu entnehmen:

$\frac{bH}{BT}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
m_1	1,000	1,000	1,001	1,003	1,007	1,014	1,026	1,044	1,070	1,107
$\frac{H}{T}$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
m_2	1,041	1,042	1,045	1,049	1,056	1,064	1,074	1,086	1,100	1,116	1,33

Die Werthe von μ_1 und μ_2 entsprechen den Werthen, die auf der vorhergehenden Seite für $^2/_3\,\mu$ bei Ueberfällen von 0,2 und 0,^{m}6 Breite eingesetzt sind.

Bei unvollkommenen Ueberfällen, d. h. bei solchen, wo der Wasserspiegel des Unterwassers über der Ueberfallkante liegt und H den Abstand des ungesenkten Oberwasserspiegels über dieser Kante und η die Höhe des Unterwasserspiegels über derselben bezeichnet, ist

$$Q = \mu\; bH\sqrt{2g\;(H - \eta)}.$$

Für letzteren Fall ist μ aus nachstehender Tabelle zu entnehmen:

$\frac{H-\eta}{H}$	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,050
μ	0,295	0,430	0,556	0,605	0,596	0,580	0,570	0,557	0,546	0,531	0,522
$\frac{H-\eta}{H}$	0,06	0,10	0,20	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,80	1,00
μ	0,519	0,516	0,507	0,497	0,487	0,480	0,474	0,466	0,459	0,427	0,390

Bewegung des Wassers in Rohrleitungen.

Contraktions- und Ausflusscoëfficienten.

Für kurze cylindrische Ansatzröhren normal zur Gefässwand, welche wenigstens zweimal so lang als weit sind, ist der Contraktionscoëfficient = 1, also μ = dem Geschwindigkeitscoëfficienten, im Mittel = 0,82, und der Widerstandscoëfficient $\zeta = 0{,}505$. Bezeichnet α den Winkel der Röhrenaxe mit der Normale zur Mündungsebene, so ist

$$\zeta = 0{,}505 + 0{,}303\,\sin\,\alpha + 0{,}226\,\sin\,2\alpha$$

und $\mu = \frac{1}{\sqrt{\zeta + 1}}$.

Bei konischen Röhren mit einem Winkel von 13° Convergenz wird $\mu = 0{,}95$ ein Maximum.

Tritt das Wasser mit unvollkommener Contraktion in die Röhren ein, was geschieht, wenn der Röhrenquerschnitt dem Querschnitt der Gefässwand nahekommt, so ist, wenn n das Verhältniss zwischen beiden ausdrückt, der Ausflusscoëfficient

$$\mu^1 = \mu\,(1 + 0{,}102\,.\,n + 0{,}067\,.\,n^2 + 0{,}046\,.\,n^3).$$

Bewegung des Wassers in Rohrleitungen.

Ist h die Druckhöhe in einer Rohrleitung, d der Durchmesser, l die Länge, λ der Reibungscoëfficient derselben, ζ der Widerstandscoëfficient für den Eintritt des Wassers in die Leitung (im Mittel = 0,505, bei gut abgerundeten Mündungen = 0,08), v die Geschwindigkeit des durchfliessenden Wassers, so ist

$$h = \left(1 + \zeta + \lambda\,\frac{l}{d}\right)\frac{v^2}{2g},$$

der Coëfficient ζ kann bei langen Rohrleitungen vernachlässigt werden;

ferner

$$v = \frac{\sqrt{2\,h\,g}}{\sqrt{1 + \zeta + \lambda\,\frac{l}{d}}}$$

und die durchfliessende Wassermenge $Q = \pi\,\frac{d2}{4} \cdot v$.

(Für andere Querschnitte vom Umfang p und Inhalt a ist statt $\lambda\,\frac{l}{d}$ einzusetzen: $\frac{\lambda}{4}\,l \cdot \frac{p}{a}$), und mit Rücksicht auf die Rauhheit der Rohrwandungen bei älteren Leitungen

$$\lambda = 0{,}014312 + \frac{0{,}010327}{\sqrt{v}} \text{ (nach Zeuner).}$$

Die von Weisbach hierfür aufgestellte Formel

$$\lambda = 0{,}01439 + \frac{0{,}00947}{\sqrt{v}}$$

gilt nur für sehr reine, gerade Leitungen und gibt schon bei mässig inkrustirten Röhrenwandungen zu kleine Werthe an.

Dass ausser der Geschwindigkeit auch der Durchmesser die Grösse von λ beeinflussen, wurde durch verschiedene neuere Untersuchungen dargethan. Die Darcy'sche Formel

$$\lambda = \left(0{,}000507 + \frac{0{,}00001294}{d}\right) v^2\,\frac{4 \cdot l}{d},$$

welche auch auf die Inkrustation der Leitungen genügende Rücksicht nimmt, empfiehlt sich unter den vorhandenen Formeln am meisten zur Berechnung der Widerstände. Je kleiner der Durchmesser einer Leitung ist, desto mehr ist der Einfluss der Inkrustation auf die Geschwindigkeit durch einen der muthmasslichen Rohrverengerung entsprechenden, nach der Beschaffenheit des Wassers abzuschätzenden Zuschlag zu berücksichtigen.

Bei 19—25 Jahre alten, theilweise innen nicht getheerten Rohrleitungen des Hamburger Wasserwerks fand sich der Mittelwerth für λ bei $0{,}102^m$ Durchmesser um das 23fache, desgleichen bei $0{,}152^m$ Durchmesser um das 16fache, bei $0{,}305^m$ Durchmesser um das 6fache und bei $0{,}508^m$ Durchmesser um das $3\frac{1}{2}$fache grösser als sich nach der Darcy'schen Formel für reine Leitungen ergeben hätte. Zu bemerken ist, dass das in den Leitungen enthaltene Elbewasser sich nicht durch besondere Reinheit auszeichnet. Der bedeutende Einfluss des Rohrdurchmessers auf die Widerstände durch Verengungen in Folge von Inkrustationen und dergl., sowie der hohe Werth der zeitweisen Streifung, namentlich der engeren Röhren geht aus den letztgenannten Ziffern deutlich hervor. Die hohen Werthe der bei den Hamburger Versuchen gefundenen Reibungscoëfficienten müssen übrigens als Ausnahmen bezeichnet werden und dürfen z. B. bei Quellwasserleitungen, satt getheerten Röhren von guter Qualität des Eisens und bei nicht zu harten, namentlich nicht ocker- und gypshaltigen Wassern nicht in Rechnung gezogen werden, auch da nicht, wo die Röhren regelmässig gestreift werden. Dagegen empfiehlt es sich z. B. entsprechende Zuschläge für Röhren, welche Canalwasser auf Rieselfelder zu leiten haben, zu machen. Knollenbildungen von Eisenoxydhydrat und dergl. ist durch gute Theerung vorzubeugen.

Da bei dem Verästelungssystem eine beständige Strömung nach einer Richtung hin stattfindet, so tritt in den Rohrleitungen eine selbstthätige Spülung ein, welche der Ablagerung von Sinkstoffen entgegenwirkt, dieses System ist daher dem sogenannten Circulationssystem vorzuziehen, bei welch' letzterem eine solche Spülwirkung nur in ganz geringem Maasse auftritt.

Der Rohrleitungswiderstand hängt bei älteren Leitungen namentlich auch von der Glätte, bezw. Rauhheit der inkrustirten Innenwandungen ab und wächst mit dem Rauhheitsgrad; besonders nachtheilig sind Niederschläge, welche verschiedene Stärke aufweisen, da das Durchflussquantum von dem engsten Rohrdurchmesser abhängt.

Ein festes Gesetz für die Veränderung der Rohrleitungswiderstände in älteren Leitungen, welche nicht periodisch gereinigt werden, lässt sich hiernach nicht aufstellen. Unter Umständen, namentlich bei solchen Leitungen, durch welche das Wasser nach höher gelegenen Reservoirs gedrückt wird, kann es sich empfehlen, ältere, stark inkrustirte durch

neue Leitungen zu ersetzen, sobald der Kraftverlust in Folge der Reibungswiderstände im Rohr etc. die Umlegungskosten compensirt.

Zur Berechnung der Rohrweiten dient nachstehende Formel, welche den unvermeidlichen Ablagerungen in den Rohrleitungen und der dadurch eintretenden Verminderung des lichten Durchmessers der Röhren Rechnung trägt:

$$d = c \sqrt[5]{\frac{1}{h} \cdot Q^2}.$$

Hierbei ist c bei Rohrleitungen, deren Durchmesser:

$>$	$0{,}25^m$	$= 0{,}29$
$<$	$0{,}25$ und $>$	$0{,}015 = 0{,}30$
$<$	$0{,}15$ « $>$	$0{,}010 = 0{,}32$
$<$	$0{,}10$	$= 0{,}35$

wenn $v > 0{,}^m6$.

Zur Berechnung des durch die Widerstände bei der Bewegung des Wassers entstehenden Druckhöhenverlustes h^1 in Metern sind folgende Formeln aufgestellt worden:

1) von Weisbach. $h^1 = \left(0{,}01439 + \frac{0{,}0094711}{\sqrt{v}}\right) \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$

2) « Prony . . $h^1 = \left(0{,}0273346 + \frac{0{,}0013597}{v}\right) \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g}$

3) « Darcy . . $h^1 = \left(0{,}01989 + \frac{0{,}0005078}{d}\right) \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g}$

4) « Hagen $h^1 = \left(0{,}023577 + \frac{0{,}0001152 - 0{,}000004191t + 0{,}000000092312t^2}{v \cdot d}\right) \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g}$,

in letzterer Formel bezeichnet t die Temperatur des Wassers.

Für gewöhnliche Wasserleitungen ist nur auf die der grössten Dichtigkeit des Wassers entsprechende Temperatur von 4^0 C. Bedacht zu nehmen.

Verzweigung von Rohrleitungen.

Der Querschnitt der Hauptrohrleitung d muss = den Querschnitten d_1, d_2 etc. der von ihm direkt ausgehenden Zweigleitungen sein, d. h. es muss sein

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \text{etc.}}$$

In einer Zweigleitung, woselbst das Wasser nach dem Durchgang durch die l^m, l_1^m, l_2^m langen Röhren vom Durchmesser d, d_1, d_2 die entsprechenden Durchgangscoëfficienten ζ_0, ζ_1, ζ_2 hat, ist

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{\frac{}{1 + \zeta_0 + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta \left(\frac{1}{d} + \frac{l_1}{d_1} + \frac{l_2}{d_2}\right)}}.$$

Richtungsveränderungen, Verengungen.

Beim Durchgang des Wassers durch gekrümmte Röhren berechnet sich der Druckverlust h_2, wenn β den Centriwinkel, r den Halbmesser der Krümmung und a die halbe Rohrweite bezeichnet,

$$h_2 = \zeta_2 \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{\beta}{90^0},$$

und es ist ζ_2 aus nachstehender Tabelle für cylindr. Röhren zu entnehmen:

$\frac{a}{r} =$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\zeta_2 =$	0,131	0,138	0,158	0,206	0,284	0,440	0,661	0,977	1,408	1,979

Bei Knieröhren wird der Druckhöhenverlust

$$h_2 = \left(0{,}9457 \sin^2 \alpha + 2{,}047 \sin^4 \alpha\right) \frac{v^2}{2g},$$

worin α = den halben Ablenkungswinkel bezeichnet.

In der Praxis genügt es, bei Röhrenleitungen den Druckhöhenverlust, der durch eine Verzweigung herbeigeführt wird = der doppelten Höhe anzunehmen, welche der Geschwindigkeit in der abzweigenden Röhre entspricht.

Widerstände durch Verengungen.

Geht die Geschwindigkeit v_1 des Wassers beim Uebergang vom Röhrenquerschnitt F_1 in den Querschnitt F in v über, so ist $F\,v = F_1\,v_1$ und die verlorene Druckhöhe $h = \frac{(v_1 - v)^2}{2g}$,

$$h = \left(\frac{F}{F_1} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g} = \zeta_1 \frac{v^2}{2g}; \qquad \zeta_1 = \left(\frac{F}{F_1} - 1\right)^2.$$

Beim Durchgang des Wassers durch Schieber, Hähne, Kegelventile etc. entsteht ein Verlust an Druckhöhe $h = \zeta_1 \frac{v^2}{2g}$.

Tabelle der Widerstandscoëfficienten für Schieber in cylindrischen Röhren.

Stellhöhe.	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
Querschnittsverhältniss $\frac{F_1}{F} =$	0,948	0,856	0,740	0,609	0,466	0,315	0,159
Widerstandscoëfficient $\zeta_1 =$	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8

Tabelle der Widerstandscoëfficienten für einen Hahn in cylindrischem Rohr.

Stellwinkel.	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	82°
$\frac{F^1}{F} =$	0,850	0,692	0,535	0,385	0,250	0,137	0,091	0
$\zeta =$	0,29	1,56	5,47	17,3	52,6	206	486	∞

Bei Kegelventilen ist

$\zeta_1 = \left(1{,}045\,\frac{F}{F_1} - 1\right)^2$, wenn F_1 den Querschnitt der Röhre im Ventilsitz und F den Querschnitt der Röhre bezeichnet. Die Erhebung des Ventils muss hierbei mindestens = der halben Weite des Ventilsitzes sein.

Bei Klappenventilen ist

$\zeta_1 = \left(\frac{F}{a\,F_1} - 1\right)^2$, worin F und F_1 dieselben Querschnitte wie in Vorstehendem bezeichnen, a aber aus nachstehender Tabelle zu entnehmen ist.

Oeffnungs-Winkel.	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	60°	70°
a =	0,178	0,210	0,250	0,289	0,342	0,394	0,458	0,524	0,670	0,811
ζ =	90	62	42	30	20	14	9,5	6,6	3,2	1,7

Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen.

Die hierüber von Bazin aufgestellte, zuerst genauere Resultate gebende Formel für die mittlere Geschwindigkeit v lautet:

$$\frac{v}{u} = 1 + 14\sqrt{\frac{R \cdot J}{u^2}},$$

worin u die Maximalgeschwindigkeit in dem betr. Profil bedeutet.

Bei sehr geringen Gefällen und bei grossen Flüssen ist nach Humphreys und Abbot auf Grund von am Missisippi vorgenommenen sehr ausgedehnten Messungen die mittlere Geschwindigkeit:

$$v = \left(\sqrt{0{,}0025\ m + \sqrt{68{,}72 \cdot r \cdot \sqrt{J}} - 0{,}05\ \sqrt{m}} \right)^2$$

worin $m = \frac{0{,}933}{\sqrt{R} + 0{,}457}$, $r = \frac{a}{p + b}$, $R = \frac{a}{p}$ ist und

p den benetzten Umfang,
a den Flächeninhalt eines Querschnitts,
b die Wasserspiegelbreite,

$J = \frac{h}{l}$ das Gefäll des Wasserspiegels bezeichnet.

Angenähert lässt sich diese Formel ausdrücken durch

$$v = 5 \cdot 87 \sqrt{\frac{a}{p}} \sqrt[4]{J} - 0 \cdot 22 \sqrt[8]{J}.$$

Nach Hagen soll an grösseren Flüssen

$$v = 2{,}425 \sqrt{\frac{a}{p}} \sqrt[6]{J} \text{ werden.}$$

Derselbe stellte ferner für Flüsse und Canäle im Flachland mit natürlichen Böschungen und mit einem mittleren Rauhigkeitsgrad, ferner mit Gefällen unter 0,001 und für Profile, bei welchen R mindestens $= 0{,}29^m$ ist, die weiteren Formeln auf:

$$v = 3 \cdot 3 \sqrt{R} \sqrt[5]{J}, \text{ wenn } R > 0{,}43 \text{ und } v = 5{,}0 \sqrt{R} \sqrt[5]{J},$$

wenn $R < 0{,}43$ wird.

Die in Deutschland früher fast allgemein angewandte, von Eytelwein aufgestellte Formel lautet:

$$v = 50{,}93 \sqrt{\frac{a}{p} \cdot \frac{h}{l}} \text{ (für Metermaass).}$$

In dieser Formel ist jedoch auf die Beschaffenheit der Wände keine Rücksicht genommen worden. Dieser Faktor verschwindet bei grösseren Strömen ganz. Die Eytelwein'sche Formel wird häufig noch zur angenäherten Berechnung der Wassergeschwindigkeit in offenen und geschlossenen Kanälen, und wo eine gleichförmige Bewegung des Wassers stattfindet, benützt; z. B. bei Kanalisationen in Städten.

Plenkner fand bei an der Sazawa und an der Moldau bei Budweis, also an kleineren Flüssen, angestellten Messungen, dass die modificirte Hagen'sche Formel $v = 2{,}271 \sqrt{R} \sqrt[6]{J}$ und die von Grebenau aufgestellte Formel $v = 5{,}86 \cdot \beta \cdot \sqrt{R} \sqrt[4]{J}$ (worin $\beta = 0{,}9223$ bei Gewässern von 20—400 qm Wasserprofilfläche und $= 0{,}9459$ bei grösseren Wasserläufen angenommen werden soll) für $\beta = 0{,}9$ hierbei die besten Resultate ergaben.

Die rationellste der bis jetzt hierüber aufgestellten Formeln von Ganguillet und Kutter lautet:

$$v = \left[\frac{23 + \frac{0{,}00155}{J} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \right] \cdot \sqrt{R \cdot J} = K \cdot \sqrt{R \cdot J}.$$

Für den Rauhigkeitscoëfficienten n gelten folgende Werthe:

1) $n = 0{,}010$ für Canäle von sorgfältig gehobeltem Holz und von glatter Cementverkleidung.
2) $n = 0{,}012$ für Canäle aus Brettern.
3) $n = 0{,}013$ dessgl. aus behauenen Quadersteinen oder gut ausgefugten Backsteinen.
4) $n = 0{,}017$ dessgl. aus Bruchsteinmauerwerk.
5) $n = 0{,}025$ dessgl. in Erde, sowie für Bäche und Flüsse.
6) $n = 0{,}030$ für Gewässer mit groben Geschieben und mit Wasserpflanzen.

Die vereinfachte Kutter'sche Formel lautet für Gefälle $> 0{,}0005$

$$v = \left(100 - \frac{100 \cdot m}{m + \sqrt{R}}\right) \sqrt{R \cdot J} \quad \text{oder} \quad v = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J},$$

worin m den Rauhigkeitsgrad bedeutet und der Ausdruck $\frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$ dem Coëfficienten k der Formel $v = k\sqrt{RJ}$ entspricht.

Kutter hat für die Werthe von k nachstehende von Grebenau erweiterte Tabelle berechnet. Die Beschaffenheit der Wände ist hierbei in folgende Kategorieen eingetheilt worden:

Kategorie.	Form des Gerinnes.	Beschaffenheit der Canalwände und Sohle.	Rauhigkeitscoëfficient. m
I.	halbkreisförmig	Reiner, glatter Cement	0,12
II.	rechtwinklig	Reiner Cement u. sehr sorgfältig gehobeltes Holz	0,15
III.	«	Gut gefügte Bretter	0,20
IV.	«	Gewöhnliche rauhe Bretter, sorgfältig hergestelltes Backstein- und rein gearb. Quader-Mauerwerk	0,25
V.	«	Ordinäres Backsteinmauerwerk u. Bohlenwände	0,35
VI.	«	Gewöhnl. Mörtelmauerwerk von gespitzten Steinen	0,45
VII.	«	Bestochenes Bruchsteinmauerwerk, Sohle etwas mit Schlamm bedeckt	0,55
VIII.	«	Rauhmauerwerk mit schlammiger Sohle . . .	0,75
IX.	«	Aelteres Mauerwerk, moos- und pflanzenfrei mit schlammiger Sohle	1,00
X.	trapezförmig	In felsigem Boden, Sohle unter $1{,}^{m}50$ breit, wenig Wasserpflanzen	1,25
«	«	Sehr regelmässig, sauber ausgeführter Erdcanal ohne Pflanzen	1,50
XI.	«	In Erde mit schlammiger oder steiniger Sohle mit wenig Wasserpflanzen, Sohle über $2{,}^{m}0$ breit	1,75
«	«	Mangelhaft erhaltenes, mit Moos und Pflanzen bedecktes Trockenmauerwerk und schlammiger Sohle; Sohle nicht über $1{,}^{m}50$ breit .	2,00
«	«	Erdcanal mit ziemlich vielen Wasserpflanzen, Sohle nicht über $1{,}^{m}50$ breit; Bäche und Flüsse, wie die Seine, die Weser, der Linthcanal . .	2,00
XII.	«	Erdcanal mit vielen Wasserpflanzen, schlecht unterhalten, mit schlammiger Sohle, unter $1{,}^{m}50$ breit. Gewässer mit Geschieben, wie der Rhein oberhalb des Bodensee's	2,50

In nicht mit den obigen genau übereinstimmenden Fällen müssen mit Rücksicht auf die Längenentwicklung der Sohle und Böschungen und auf die verschiedene Rauhigkeit derselben die nachstehenden Coëfficienten der einen oder andern Kategorie entsprechend genähert werden.

Bemerkung. Bei geschiebeführenden Bächen und Flüssen fand Grebenau die Coëfficienten der Kategorieen X—XII nicht mehr zuverlässig. Für Gewässer mit Gefällen unter 0,0005 sind die Werthe von k nicht mehr anzuwenden.

R in Metern.	Werthe des Coëffic. k in der Formel $v = k\sqrt{R.J.}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,01	45,5	40,0	33,3	27,0	23,2	18,2	15,2	12,2	9,7	7,6	5,6	3,9
0,03	59,0	53,6	46,4	39,0	33,1	27,8	23,6	19,4	15,7	12,4	9,4	6,6
0,05	65,1	59,9	52,9	45,3	39,0	33,2	28,6	23,7	19,4	15,5	11,8	8,4
0,07	68,8	63,9	57,0	49,5	43,1	37,1	32,1	26,9	22,2	17,8	13,7	9,8
0,10	72,5	67,8	61,2	53,9	47,5	41,3	36,1	30,5	25,4	20,6	15,9	11,5
0,11	73,2	68,6	62,1	54,9	48,5	42,3	37,1	31,4	26,2	21,3	16,5	11,9
0,12	74,0	69,5	63,1	55,9	49,5	43,3	38,0	32,3	27,0	22,0	17,1	12,3
0,13	74,7	70,3	64,0	56,9	50,5	44,3	39,0	33,2	27,8	22,7	17,7	12,8
0,14	75,5	71,2	65,0	57,9	51,5	45,2	39,9	34,1	28,6	23,4	18,3	13,3
0,15	76,3	72,0	65,9	58,9	52,5	46,2	40,9	35,0	29,4	24,1	18,9	13,7
0,16	76,8	72,5	66,5	59,6	53,2	46,9	41,6	35,6	30,0	24,6	19,3	14,0
0,17	77,3	73,2	67,1	60,3	53,9	47,6	42,3	36,3	30,6	25,2	19,8	14,4
0,18	77,8	73,7	67,8	60,9	54,7	48,3	43,0	36,9	31,2	25,7	20,2	14,7
0,19	78,3	74,3	68,4	61,6	55,3	49,1	43,7	37,6	31,8	26,3	20,7	15,3
0,20	78,8	74,9	69,0	62,3	56,1	49,8	44,4	38,3	32,4	26,8	21,1	15,5
0,25	80,4	76,7	71,1	64,7	58,6	52,3	47,0	40,8	34,8	28,9	22,9	17,0
0,30	82,0	78,5	73,2	67,0	61,0	54,9	49,5	43,2	37,1	31,0	24,7	18,4
0,35	83,0	79,7	74,6	68,6	62,7	56,7	51,3	45,0	38,8	32,6	26,1	19,5
0,40	84,0	80,8	76,0	70,1	64,4	58,4	53,0	46,7	40,4	34,1	27,5	20,6
0,45	84,8	81,7	77,0	71,3	65,7	59,8	54,4	48,1	41,8	35,4	28,6	21,6
0,50	85,5	82,5	77,9	72,4	66,9	61,1	55,8	49,5	43,2	36,7	29,7	22,5
0,55	86,0	83,2	78,7	73,3	67,9	62,2	57,0	50,7	44,4	37,8	30,7	23,3
0,60	86,6	83,8	79,5	74,2	68,9	63,3	58,1	51,8	45,5	38,9	31,7	24,1
0,65	87,0	84,3	80,1	74,9	69,7	64,2	59,0	52,8	46,4	39,8	32,5	24,8
0,70	87,5	84,8	80,7	75,6	70,5	65,1	59,9	53,8	47,4	40,7	33,4	25,5
0,75	87,9	85,2	81,2	76,2	71,2	65,8	60,7	54,6	48,2	41,5	34,2	26,2
0,80	88,2	85,6	81,7	76,8	71,9	66,5	61,5	55,4	49,0	42,3	34,9	26,8
0,85	88,5	86,0	82,2	77,4	72,5	67,2	62,2	56,2	49,8	43,1	35,6	27,4
0,90	88,8	86,4	82,6	77,9	73,0	67,8	62,9	56,9	50,5	43,8	36,2	28,0
0,95	89,0	86,7	83,0	78,3	73,5	68,4	63,5	57,6	51,2	44,4	36,9	28,6
1,00	89,3	87,0	83,3	78,7	74,0	69,0	64,1	58,2	51,8	45,0	37,5	29,1
1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	56,1	49,4	41,7	32,9
2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	60,3	53,7	45,9	36,7
2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	62,7	56,2	48,4	39,1
3,00	—	—	—	—	—	—	—	—	65,0	58,7	50,9	41,5
3,50	—	—	—	—	—	—	—	—	66,7	60,4	52,7	43,3
4,00	—	—	—	—	—	—	—	—	68,3	62,1	54,5	45,0
4,50	—	—	—	—	—	—	—	—	69,5	63,4	55,9	46,4
5,00	—	—	—	—	—	—	—	—	70,6	64,8	57,3	47,8
5,50	—	—	—	—	—	—	—	—	71,6	65,8	58,4	49,0
6,00	—	—	—	—	—	—	—	—	72,5	66,8	59,5	50,1

Geschwindigkeitsmessungen

werden in seichten Flüssen und Kanälen gewöhnlich durch Schwimmer (z. B. in das Wasser derart eintauchende Flaschen, dass nur der Kork noch sichtbar ist) vorgenommen. Bei Schwimmermessungen ist, da die Schwimmer nicht bis zur Flusssohle, woselbst die grösste Verzögerung in der Bewegung der Wasserfäden vorkommt, hinabreichen, noch eine Correction anzubringen. Nach Francis ist dieser Coëfficient

$$K = 1.0 - 0.116\left[\frac{d - d_1}{2d} - 0.1\right],$$

worin d die Wassertiefe und d_1 die Länge des unter Wasser befindlichen Theils des Schwimmers bezeichnet.

Bei exacteren Messungen wird der Woltmann'sche Flügel (neuerdings durch Amsler vervollkommnet), sowie der Harlacher'sche sog. Glockenapparat verwendet.

Bedeuten v die Geschwindigkeit des Wassers, t die Zeit, bei welcher in einer mit dem Flügel durchfahrenen Versuchsstrecke von 1^m Länge keine Umdrehung mehr zu beobachten ist, d. h. in welcher die Reibung der Flügel bei v_0 Geschwindigkeit eben überwunden werden soll, p den Parameter der Parabel, die sich ergibt, wenn auf einer Abscissenaxe die Zeiten, in welchen die Versuchsstrecke durchfahren

wird, von einem Punkte O nach rechts und als Ordinaten die zugehörigen Umdrehungszahlen aufgetragen werden, ferner n die Umdrehungszahl pro Min., so ist nach Sasse

$$v = \frac{1}{2}\frac{p}{t^2}\left(n + n\sqrt{1 + \frac{4\,t^2}{p^2\,n^2}}\right).$$

Wird der Ausdruck $\frac{4\,t^2}{p^2\,n^2}$ sehr klein, somit angenähert $v = \frac{2.n.l.p}{2\,t^2}$, so geht die Geschwindigkeitscurve in eine Gerade über. Dies findet statt, wenn n sehr gross wird.

Die Gleichung der Parabel heisst $t_1^2 = t^2 - p.n_1$, wo n_1 die Umdrehungszahl in der Zeit t_1.

Angenähert wird die Geschwindigkeit aus der Formel $v = \alpha + \beta . n$ gefunden, worin α und β Constante bezeichnen. α wird = o, wenn der Flügel bei zu kleinen Geschwindigkeiten keine Angaben mehr macht.

Exner, s. Erbkam 1875, stellte für Flügelmessungen, bei welchen er fand, dass an gleiche Wassermengen abführenden Flussstrecken solche für die an Fläche grösseren Profile zu kleine Wassermengen angeben, also die Flügel einen veränderlichen von der Stromgeschwindigkeit abhängigen Umlaufswerth W haben (welcher mit abnehmender Geschwindigkeit wächst), nachstehende Formeln auf:

$$W = \frac{l}{N},\quad N = \frac{r}{t}\sqrt{t^2 - t_0^2},\quad W = \frac{l}{r}\sqrt{\frac{v^2}{v^2 - v_0^2}}.$$

Hierin gibt neben obigen Bezeichnungen N die Zahl der Umdrehungen an, welche beim Durchfahren der Versuchsstrecke l sich ergeben, t_0 die Zeitdauer dieses Versuchs, r die Umdrehungszahl an, wenn die Strecke l mit unendlich grosser Geschwindigkeit durchfahren wird. r und t ergeben sich aus den (m) Beobachtungen unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate.

$$r^2 = \frac{\Sigma(t_0^4)\cdot\Sigma(N^2) - \Sigma(t_0^2)\cdot\Sigma(t_0^2\cdot N^2)}{m\,\Sigma(t_0^4) - (\Sigma(t^2))^2} \quad \text{und}$$

$$\frac{r^2}{t^2} = \frac{m\,\Sigma(t_0^2N^2) - \Sigma(t_0)^2\,\Sigma(N^2)}{m\,\Sigma(t_0^4) - (\Sigma(t^2))^2}, \quad \text{endlich}$$

$$v = \sqrt{\frac{l^2}{r^2\,T^2}\cdot a^2 + v_0^2},$$

worin T die constante Beobachtungsdauer in Sec. und a die zugehörige Umdrehungszahl bedeutet.

Bei dem Harlacher'schen Glockenapparat bewegt sich der Fluviometer an einer vertikalen, in die Flusssohle gesteckten, hohlen Eisenstange vermittelst eines in letzterer enthaltenen Zugseils. Eine an der Stange angebrachte Scheibe begrenzt die Senkung des Flügels. Durch Verbindung des Zugseils mit einer gleichmässig sich bewegenden Trommel, derart, dass der Flügel sich mit constanter Geschwindigkeit auf- und abbewegt, kann die mittlere Geschwindigkeit in einer Vertikalen direct ermittelt werden. Ein electrisches, mit dem Zählwerk verbundenes Läutewerk gibt die Umdrehungen an und functionirt zugleich als Integrator.

Harlacher fand mit Hilfe eines Hipp'schen Chronografen zum Registriren einzelner Umdrehungen, dass die im Wasser stets vorhandenen Wirbel sehr bedeutende Unterschiede in den Resultaten der an gleichem Ort angestellten Messungen ergeben und wurden daher die Untersuchungen, um die wirkliche Geschwindigkeit in einem Profil zu erhalten, auf einen Zeitraum von je mindestens 5 Minuten ausgedehnt. S. auch Harlacher, Messungen an der Elbe und Donau, Leipzig bei Ar. Felix, 1881.

Um die mittlere Geschwindigkeit c in einer Verticalen zu berechnen, wird die Anwendung der nachstehenden, von Bazin aufgestellten Formel empfohlen

$$\frac{c}{u} = \frac{1}{1 + 14\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}},$$

worin u die Wasserspiegelgeschwindigkeit, α und β zwei Rauhigkeitscoëfficienten bezeichnen, für welche in nachstehender Tabelle einige Mittelwerthe angegeben sind. Die Zahlen der Tabellen stellen das Produkt $\frac{c}{u}$ dar.

	Kanäle mit Seitenwandungen wie auf S. 115 u. 116 bei I—II, III—V, VI—VII, VIII—X, XI—XII.										
	I–II	III–V	VI–VII	VIII–X	XI–XII	I–II	III–V	VI–VII	VIII–X	XI–XII	
R =	0,00015 = α 0,0000045 = β	0,00019 = α 0,00001333 = β	0,00024 = α 0,0000600 = β	0,00028 = α 0,0003500 = β	0,00040 = α 0,0007000 = β	R =	0,00015 = α 0,0000045 = β	0,00019 = α 0,00001333 = β	0,00024 = α 0,0000600 = β	0,00028 = α 0,0003500 = β	0,00040 = α 0,0007000 = β
0,01	0,745	0,647	0,475	0,275	0,200	0,80	0,851	0,832	0,801	0,727	0,506
0,02	0,787	0,710	0,556	0,350	0,266	0,90	0,852	0,833	0,803	0,734	0,509
0,04	0,815	0,758	0,635	0,429	0,328	1,00	0,852	0,834	0,805	0,740	0,511
0,06	0 826	0,779	0,670	0,482	0,364	1,10	0,852	0,834	0,806	0,745	0,513
0,08	0,833	0,791	0,694	0,512	0,385	1,20	0,852	0,834	0,807	0,749	0,514
0,10	0,836	0,799	0,711	0,537	0,405	1,40	0,852	0,835	0,809	0,756	0,516
0,13	0,840	0,807	0,729	0,567	0,424	1,60	0,852	0,835	0,811	0,762	0,518
0,16	0,843	0,812	0,742	0,590	0,440	1,80	0,853	0,836	0,812	0,766	0,520
0,19	0,844	0,816	0,752	0,608	0,448	2,00	0,853	0,836	0,813	0,770	0,521
0,22	0,845	0,819	0,759	0,623	0,456	2,40	0,853	0,836	0,814	0,776	0,522
0,26	0,847	0,822	0,767	0,639	0,468	2,80	0,853	0,837	0,815	0,780	0,523
0,30	0,848	0,824	0,773	0,653	0,475	3,20	0,853	0,837	0,816	0,784	0,524
0,35	0,848	0,825	0,779	0,666	0,481	3,60	0,853	0,837	0,817	0,786	0,525
0,40	0,849	0,827	0,783	0,678	0,484	4,00	0,853	0,837	0,817	0,788	0,526
0,45	0,850	0,828	0,787	0,687	0,491	4,50	0,853	0,837	0,818	0,791	0,527
0,50	0,850	0,829	0,790	0,695	0,494	5,00	0,853	0,837	0,818	0,792	0,528
0,60	0,851	0,831	0,795	0,709	0,500	5,50	0,853	0,837	0,818	0,794	0,529
0,70	0,851	0,832	0,798	0,719	0,503	6,00	0,853	0,837	0,819	0,795	0,540

Nach Hagen ist die mittlere Geschwindigkeit angenähert in einem Abstand $^5/_9$ t vom Wasserspiegel zu finden, und unter gewöhnlichen Umständen $= {}^6/_7$ der etwa durch Schwimmer zu ermittelnden Geschwindigkeit am Wasserspiegel, nach Grebenau am Rhein bei Strassburg = 0,872 u, an kleinen Gewässern zu 0,80—0,92 u anzunehmen.

Die Geschwindigkeitscurven in einer Verticalen eines Stromprofils sind verticale Parabeln mit horizontaler Axe, und werden am besten mit dem Woltmann'schen Flügel oder der von Darcy verbesserten Pitot'schen Röhre gemessen. Werden diese zu einem Profil gehörigen Parabeln durch Horizontalebenen geschnitten, nach der Simpson'schen Regel die dadurch erhaltenen Parabelordinaten gemittelt, so erhält man daraus eine Parabel, aus welcher die mittlere Flussgeschwindigkeit durch Division der Fläche dieser Parabel mit der Wassertiefe gefunden wird.

Die Messungen sollten mindestens in zwei in ihrer Grösse möglichst abweichenden Flussprofilen vorgenommen werden.

Die mittlere Geschwindigkeit v in einem Flussprofil ist, wenn v_0 die Stromstrichgeschwindigkeit bezeichnet, nach Prony angenähert $= \frac{2{,}372 + v_0}{3{,}153 + v_0} \cdot v_0$ für Geschwindigkeiten unter $1{,}^m3$. Für Geschwindigkeiten über $1{,}^m5$ soll nach Baumgarten die Geschwindigkeit v um 20% geringer ausfallen, als vorstehende Formel angibt.

Nach Grebenau soll die mittlere Geschwindigkeit v in einem kleineren Flusslauf oder in einem Wiesengraben durchschnittlich 67% der grössten Thalwegsgeschwindigkeit c in dem betreffenden Gerinne betragen.

Aus zahlreichen Messungen von Harlacher an der Donau ergab sich das Verhältniss der Tiefe der mittleren Geschwindigkeit zu der ganzen Wassertiefe (zwischen $0{,}^m8$ und $4{,}^m5$ schwankend) = 0,55—0,65. Das Verhältniss der Maximalgeschwindigkeit zur mittleren Geschwindig-

keit war bei einem Stromquerschnitt von 1800 qm, einer abgeführten Wassermenge von 3632 cbm und einer mittleren Tiefe von $4,^{m}13 = 1 : 0,67$. Die Oberflächengeschwindigkeit kam der Maximalgeschwindigkeit nahezu gleich. Die von demselben an der Elbe bei Tetschen ausgeführten Messungen ergaben als Verhältnisszahl der mittleren zur Maximalgeschwindigkeit = 0,65 bei normalen Wasserständen, erhob sich aber bei Hochwasser bis auf 0,75.

Die von v. Wagner ebenfalls mit einem Harlacher'schen Glockenapparat an der Weser angestellten Geschwindigkeitsmessungen ergaben bei 200 qm Querschnitt des Flussprofils und 85 cbm Wassermenge und bei einem Gefäll von 0,000032, dass die Ganguillet und Kutter'schen Formeln mit den gewonnenen Resultaten am meisten harmonirten, die mittlere Geschwindigkeit v_m an einer Messungsstelle fand sich in 0,59 der Gesammttiefe vor. Das Verhältniss von $\frac{v_m}{u}$ (u = Wasserspiegelgeschwindigkeit) ergab sich = 0,855.

Das Verhältniss der mittleren Flussgeschwindigkeit v zur grössten Oberflächengeschwindigkeit u wächst mit der Grösse und dem Wasserstand eines Flusses. An der Ocker fand v. Wagner bei 4,5 cbm pro Secunde Wasserabfluss $\frac{v}{u} = 0,676$, am Rhein wurde bei 2050 cbm Abflussmenge $\frac{v}{u} = 0,799$ ermittelt.

Darcy und Bazin haben für verschiedene Tiefen und Wandbeschaffenheiten nachstehende Tabelle über die Werthe von v:c aufgestellt.

R in Meter.	Werthe von $\frac{v}{c}$								R in Meter.
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
0,03	0,80	0,74	0,62	—	0,85	0,82	0,77	0,65	0,30
0,06	0,83	0,78	0,67	0,51	0,85	0,83	0,80	0,71	0,60
0,09	0,83	0,79	0,70	0,54	—	—	0,80	0,74	0,90
0,12	0,84	0,80	0,72	0,56	—	—	0,80	0,75	1,20
0,15	0,84	0,81	0,74	0,58	—	—	0,81	0,76	1,50
0,18	0,84	0,81	0,75	0,60	—	—	0,81	0,77	1,80
0,21	0,84	0,82	0,76	0,62	—	—	—	0,77	2,10
0,24	0,85	0,82	0,76	0,63	—	—	—	0,78	2,4—3,3
0,27	0,85	0,82	0,77	0,64	—	—	—	0,79	3,6—6,0

Die I. Kategorie besteht aus sehr glatten Profilen, welche aus Cement ohne Sand oder aus sauber gehobeltem Holz hergestellt sind, die II. aus glatt geschafftem Mauerwerk, Beton oder Brettern, die III. aus sauberem Bruchsteingemäuer, die IV. aus Kanälen in Erde. R bezeichnet wie oben den Werth $\frac{a}{p}$.

Wassermessungen in Flüssen.

Wählt man in einem Strom-Profil mehrere wo möglich gleich weit von einander entfernte Punkte I, II, III, misst in den dazu gehörigen Verticalen und in verschiedenen Tiefen die Geschwindigkeiten, stellt letztere graphisch dar, indem man die Wassertiefen als Ordinaten u. die Geschwindigkeiten als Abscissen aufträgt, so kann man die in der Figur mit 1, 2, 3 bezeichneten Curven gleicher Geschwindigkeiten z. B. $0,^{m}3$, $0,^{m}6$ u. s. w. in dem Stromprofil hieraus ermitteln. Durch diese Curven wird aber der secundlich vorgeschobene Wasserkörper

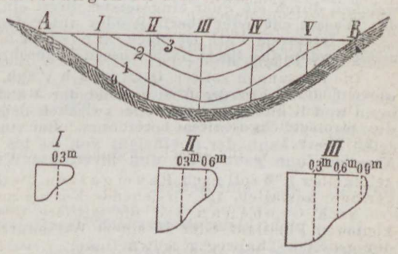


Fig. 44.

dargestellt, wenn man nur die Curven 1, 2, 3 als Projectionen von auf der Körperoberfläche verzeichneten krummen Linien betrachtet, welche gleiche Horizontaldistanzen $a = 0{,}^{m}3$, $0{,}^{m}6$ u. s. w. haben. Es sind also die Curven 1, 2, 3... Terrainschichtenlinien zu vergleichen. Wird mit f, f_1 etc. die Fläche bezeichnet, welche von den Curven 1, 2, 3... und der Geraden AB eingeschlossen wird, so ist das Volumen einer Zone $= \frac{f + f_1}{2} \cdot a$ { und das Gesammtvolumen: } $Q = \left(\frac{fo}{2} + \frac{fn}{2} + f_1 + f_2 \cdots + f_{n-1}\right)$

worin fn die Fläche der letzten Zone n ist. Die Ermittlung der Zonenflächen erfolgt am einfachsten mit dem Planimeter.

Grebenau's Wassermessungen am Rhein lassen darauf schliessen, dass der mittlere Wassermassenstand bezw. die mittlere Durchflussmenge eines Stroms aus den bekannten Querprofilen, Gefällen, Stromgeschwindigkeiten desselben und aus dem jährlichen Pegelmittel ermittelt werden kann.

Mocquery fand durch Untersuchungen an einer längeren, geraden Strecke der Saone mit ziemlich constantem Gefäll, dass, so lange der Wasserstand niederer als bordvoll blieb, die Wassermenge mit der Wassertiefe im Verhältniss $Q = 64{,}687\,h + 8{,}194\,h^2$ zu-, bezw. abnimmt, oder wenn man den Coëfficient von h^2 mit a bezeichnet, angenähert wie $Q = a\,^2h + a\,h^2$.

Wassermessungen von kleinen Wassermengen werden durch Auffangen des Wassers in geaichten Gefässen oder mittelst sogen. Wasserzolle vorgenommen. Bei letzterer Methode wird der Ausfluss durch mehrere kreisrunde Mündungen gemessen, welche in dünner Wand (zumeist Blech) ausgeschnitten werden. Durch Oeffnen oder Verstöpseln der Mündungen mit Kork wird der Ausfluss so geregelt, dass der Wasserspiegel eine bestimmte Höhe h über der höchsten Stelle der Mündungen erreicht. Bei einer Höhe $h = 2{,}5^{mm}$ und einem Mündungsdurchmesser $= 26{,}75^{mm}$ fliesst aus einer Oeffnung ein Quantum von 0,000186 cbm pro Tag ab, bei einer Höhe $h = 26{,}15^{mm}$ über der Mitte der Ausflussöffnung ergeben sich nach Bornemann folgende Ausflussmengen:

Durchmesser der Oeffnung in Millimetern.	Wassermenge in Cubikmetern pro Minute.	pro Tag.
26,15	0,00380	19,874
13,08	0,00378	5,444
6,54	0,00098	1,413
3,27	0,00027	0,391

Grössere Ausflussmengen werden am sichersten durch den Ausfluss aus Mündungen gemessen, welche in einem Einbau angebracht worden sind. Wird hierbei, ehe mit der Messung begonnen wird, der Beharrungszustand im Wasserzufluss abgewartet, so gelten die diesbezüglichen oben angegebenen Formeln.

Ebenso empfiehlt sich die Messung des Wassers in Gerinnen, in welchen durch ein quer eingesetztes Brett ein Stau erzeugt wird, wobei das Wasser entweder überfällt oder unter dem Brett abläuft.

In letzterem Fall ist nach Weisbach die abfliessende Wassermenge, wenn das Brett nach Aussen abgeschrägt ist,

$$Q = 0{,}6\ a\ b\ \sqrt{2gh},$$

worin b die Breite des Gerinns und der Mündung, a die Höhe der letzteren und h die Höhendifferenz zwischen dem Oberwasser- und Unterwasserspiegel im Gerinne bezeichnet. Bei einem unten exakt abgerundeten Brett kann der Coëfficient von 0,6 bis zu 0,89 wachsen. Ist das Ansatzgerinne ganz kurz und fliesst das Wasser fast frei ab, so ist statt $h : h + \frac{a}{2}$ einzusetzen.

Ist $\frac{a}{h}$ nicht klein, so dass sich das Unterwasser über die Mündung a erhebt, so ist bei abgeschrägter Kante

$$Q = 0{,}46\ a\ b\ \sqrt{2gh}$$ und bei abgerundeter Kante

$$Q = 0{,}68\ a\ b\ \sqrt{2gh},$$ wobei h wieder die Differenz zwischen der Höhe des Ober- und Unterwasserspiegels bezeichnet.

Stauhöhe und Stauweite.

Stauhöhe bei vollkommenen Ueberfallwehren.

Ist b die Fachbaumlänge, so ist die pro Secunde abfliessende Wassermenge:

$$Q = \frac{2}{3}\,\mu\, b\,\sqrt{2g}\,\left\{\left(x + \frac{c^2}{2g}\right)^{3/2} - \left(\frac{c^2}{2g}\right)^{3/2}\right\},$$

worin c die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im grössten Stauprofil vor dem Wehre und x die Tiefe des Fachbaums unter dem gestauten, aber ungesenkten (Ober-) Wasserspiegel bezeichnet; ist c sehr klein, so ist $Q = \frac{2}{3}\,\mu\, b\, x\,\sqrt{2g\,x}$.

Ist H die Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel (die Stauhöhe) und $e = H - x$ die zur Erzeugung der Stauhöhe erforderliche Höhe der Wehrkrone über dem ungestauten (Unter-) Wasserspiegel, so ist

$$e = H + \frac{c^2}{2g} - \left\{\left(\frac{3Q}{2\,\mu\, b\,\sqrt{2\,g}}\right) + \left(\frac{c^2}{2\,g}\right)^{3/2}\right\}^{2/3}.$$

Ist t die Tiefe des ungestauten Stroms und K die Höhe des Wehreinbaus, so ist $K = t + e$.

Ist B die natürliche Flussbreite vor dem Wehre im grössten Stauprofil, so ist $c = \frac{Q_1}{B\,(t + H)}$, wenn Q_1 die Gesammtwassermenge des Flusses bezeichnet.

Bei Ueberfällen mit Flügelwänden und abgerundeter Wehrkante ist $\mu = 0{,}85$, bei solchen ohne Flügelwände $= 0{,}65$ anzunehmen.

Stauhöhe bei unvollkommenen Ueberfallwehren, sogen. Grundwehren, wo der Wasserspiegel des Unterwassers stets über der Wehrkrone liegt. Hier ist

$$Q = \frac{2}{3}\,\mu_1\, b\, H\,\sqrt{2g\,H} + \mu_2\, b\, x\,\sqrt{2g\,H},$$

worin H die Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel und x diejenige zwischen Wehrkrone und Unterwasserspiegel bezeichnet und $\mu_1 = 0{,}855$ und $\mu_2 = 0{,}62$ ist.

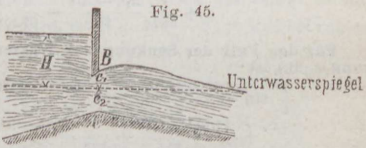
Es ist ferner: $x = \dfrac{Q}{0{,}62\; b\;\sqrt{2g\,H}} - 0{,}92\,H$

und $K = t - x$.

Stau bei Durchlass- und Schleusenwehren.

1) Der Unterwasserspiegel liegt unterhalb der oberen Kante der Schützenöffnung, aber oberhalb des Fachbaums des Schleusenwehrs.

Fig. 45.



Ist b die lichte Weite der rechtwinkligen Mündung, so ist die durch BC pro Secunde abfliessende Wassermenge

$$Q = \mu_1\, be_1\sqrt{2g\left(H - \frac{e_1}{2}\right)} + \mu_2\, be_2\,\sqrt{2g\,H},$$

wobei μ_1 den Coëfficienten für den Ausfluss in die freie Luft und μ_2 denjenigen für den Ausfluss unter Wasser bezeichnet.

Wird die Geschwindigkeit c des vor der Mündung ankommenden Wassers berücksichtigt, so ist

$$Q = b\,\sqrt{2g}\,\left\{\mu_1\, e_1\,\sqrt{H - \frac{e_1}{2} + \frac{c^2}{2g}} + \mu_2\, e_2\,\sqrt{H + \frac{c^2}{2g}}\right\}.$$

2) Liegt die Mündung BC ganz unter Wasser und nennt man den Querschnitt b $(e_1 + e_2) = \omega$ und wird mit A der Inhalt des gestauten Wasserprofils vor der Mündung und mit t wieder die ungestaute Wassertiefe bezeichnet, so ist

$$H = \frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{\mu^2\,\omega^2} - \frac{1}{A^2}\right) \text{ und da } A = b\,(H + t),$$

$$H = \frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{\mu^2\,\omega^2} - \frac{1}{b^2\,(H + t)^2}\right),$$

$$\omega = \frac{Q}{\mu\sqrt{2g\,H + \frac{Q^2}{A^2}}},$$

wenn auch hier H die Differenz zwischen Ober- und Unterwasserspiegel bezeichnet.

3) Die Gleichungen 2) gelten auch für den Fall, dass der Fachbaum des Schleusenwehrs über dem Unterwasserspiegel liegt, es ist dann aber H die Höhendifferenz zwischen dem Oberwasserspiegel und der Mitte der Schützenöffnung.

Schleusenwehre erhalten kleinere Höhen als Ueberfallwehre, weil die Stauung durch die Fallen oder Schützen erhöht werden kann.

Die Stauhöhe, welche durch Brückenpfeiler, Buhnen u. dergl. erzeugt wird, ergibt sich aus der Formel

$$Q = \mu\, b \sqrt{2g}\left\{(^2/_3\, x + t)\sqrt{x + \frac{c^2}{2g}}\right\},$$

worin x die Stauhöhe, b die lichte Weite zwischen den Brückenpfeilern etc., B die natürliche Flussbreite und t die ungestaute Wassertiefe bezeichnet und $\mu = 0{,}95$, wenn die Pfeiler in Halbkreisen und spitzen Winkeln endigen, $\mu = 0{,}7$, wenn die Bogenanfänger in's Wasser tauchen und $\mu = 0{,}85$ bei Buhneneinbauten anzunehmen, ferner

$$c = \frac{Q}{B\,(x + t)} \text{ zu setzen ist.}$$

Für die Stauweite gelten nach Rühlmann nachstehende Formeln, wenn t die ungestaute Wassertiefe, h_1 die Stauhöhe über dem Wehr, h die Stauhöhe in irgend einem Punkt A vor dem Wehr, l die Entfernung dieses Punktes vom Wehr und α den Neigungswinkel der Kanalsohle gegen den Horizont bezeichnet:

$$\frac{l}{t}\sin\alpha = \frac{1}{3}\text{ log. nat. }\frac{h_1}{h} + \frac{2}{3}\frac{h_1 - h}{t} + \frac{1}{9}\frac{h_1^2 - h^2}{t^2} - \frac{1}{27}\frac{h_1^3 - h^3}{t^3} + \frac{1}{108}\frac{h_1^4 - h^4}{t^4} - \frac{1}{486}\frac{h_1^6 - h^6}{t^6} + \frac{1}{567}\frac{h_1^7 - h^7}{t^7} - \frac{1}{972}\frac{h_1^8 - h^8}{t^8}.$$

Für den Fall der Senkung des Wasserspiegels aber (durch Baggerung z. B.) ist

$$\frac{l}{t}\sin\alpha = \frac{1}{3}\text{ log. nat. }\frac{h_1}{h} - \frac{2}{3}\frac{h_1 - h}{t} + \frac{1}{9}\frac{h_1^2 - h^2}{t^2} + \frac{1}{27}\frac{h_1^3 - h^3}{t^3} + \frac{1}{108}\frac{h_1^4 - h^4}{t^4} - \frac{1}{486}\frac{h_1^6 - h^6}{t^6} - \frac{1}{567}\frac{h_1^7 - h^7}{t^7} - \frac{1}{972}\frac{h_1^8 - h^8}{t^8}.$$

Näherungsweise ist, wenn sin α mit i bezeichnet wird

$$i\,l = t\left\{f\left(\frac{h_1}{t}\right) - f\left(\frac{h}{t}\right)\right\}.$$

Für die verschiedenen Werthe von $\frac{h}{t}$ bezw. auch $\frac{h_1}{t}$ enthält nachstehende Tabelle die Werthe $f\left(\frac{h}{t}\right)$ bei Stauungen.

$\frac{h}{t}$	$f\left(\frac{h}{t}\right)$	$\frac{h}{t}$	$f\left(\frac{h}{t}\right)$	$\frac{h}{t}$	$f\left(\frac{h}{t}\right)$	$\frac{h}{t}$	$f\left(\frac{h}{t}\right)$
0,01	0,0067	0,09	0,7933	0,8	2,0495	1,6	2,9401
0,02	0,2444	0,1	0,8353	0,9	2,1683	1,7	3,0458
0,03	0,3863	0,2	1,1361	1,0	2,2839	1,8	3,1508
0,04	0,4889	0,3	1,3428	1,1	2,3971	1,9	3,2553
0,05	0,5701	0,4	1,5119	1,2	2,5683	2,0	3,3594
0,06	0,6376	0,5	1,6611	1,3	2,6179	2,5	3,8745
0,07	0,6958	0,6	1,7980	1,4	2,7264	3,0	4,3843
0,08	0,7482	0,7	1,9266	1,5	2,8337	3,5	5,4366

Angenähert ist die Stauweite bei mässigem Gefälle

$$= \frac{2 \times \text{Stauhöhe}}{\text{relatives Gefäll des ungestauten Wasserspiegels.}}$$

Beispiel. In einem Fluss 1 : 500 Gefäll und einer Wassertiefe von $0{,}^{m}6$ soll durch ein Wehr der Wasserspiegel um $2{,}^{m}0$ gestaut werden. In welcher Entfernung vom Wehr hört die Stauung auf?

$$\frac{1 \,.\, 1}{500 \,.\, 0{,}6} = f\left(\frac{2}{0{,}6}\right) - f\left(\frac{0}{0{,}6}\right) = f\,(3{,}33) - 0 = 4{,}4155,$$

somit $1 = 500 \,.\, 0{,}6 \,.\, 4{,}4155 = 1324 \,.\, 65^{m}$.

500^{m} oberhalb des Wehrs beträgt die Stauung

$$\frac{1}{500} \cdot \frac{500}{0{,}6} = 4{,}4155 - f\left(\frac{h}{0{,}6}\right);\ f\left(\frac{h}{0{,}6}\right) = 2{,}6493,$$

somit nach der Tabelle $\frac{h}{t} = 1{,}33$ und $h = 0{,}^{m}798$.

Stoss des Wassers.

Wird mit P der Stoss oder Druck eines Wasserstrahls gegen eine Fläche, mit a der Querschnitt und mit v die Geschwindigkeit des Strahls, mit c die Geschwindigkeit, mit der sich die getroffene Fläche in der Richtung des Strahls fortbewegt, mit h die dem Stoss entsprechende Geschwindigkeitshöhe, mit γ das Gewicht der Cubikeinheit Wasser und endlich mit Q die Wassermenge des Strahls pro Secunde bezeichnet, so ist

1) für den Stoss normal gegen eine ebene Fläche $P = \frac{v-c}{g} \,.\, Q \,.\, \gamma$, befindet sich die Fläche in Ruhe, so ist $P = 2 \,.\, a \,.\, h \,.\, \gamma$;

2) für den Stoss gegen eine hohle Fläche, wobei der Strahl in der Strahlrichtung zurückgeworfen wird, ist $P = 2\,\frac{v-c}{g}\,Q \,.\, \gamma$, und bei ruhender Fläche $= 4 \,.\, a \,.\, h \,.\, \gamma$.

Die Maximalleistung des Stosses in 1) u. 2) tritt ein, wenn $c = \frac{v}{2}$ wird.

Für den Stoss des unbegrenzten Wassers wird $P = K \,.\, \frac{v^2}{2\,g} \,.\, a \,.\, \gamma$, worin K einen von der Form des getroffenen Körpers abhängigen Coëfficienten und v die relative Geschwindigkeit des Wassers gegen den von ihm getroffenen Körper bezeichnet.

Für gut gebaute Flussdampfer ist $K = 0{,}16—0{,}18$,
« « « Seedampfer « « $= 0{,}11—0{,}07$,
« Kanalschiffe « « $= 0{,}21—0{,}27$,
« eine Kugel $= 0{,}7886$ nach Eitelwein,
« abgerundete Geschiebe $= 0{,}8$.

Bezeichnet φ den Reibungscoëfficienten von Stein auf Stein bei Geschieben in Flüssen ($= 0{,}5$) und γ_1 das Gewicht der Kubikeinheit des gerollten Körpers, J das Volumen desselben in cbm, so ist

$$P = \varphi \,.\, J\,(\gamma_1 - \gamma).$$

Wird mit 2a die längere, mit 2b die kürzere Axe des als Umdrehungsellipsoid gedachten Geschiebs und mit F der Inhalt der zur Stromrichtung senkrechten Projection des Körpers in qm bezeichnet, so ist

$$F = \pi . b^2 \qquad P = 128 . b^2 . v^2$$

$$v = 443 \sqrt{2b} = \zeta \sqrt{2b}$$

ζ ist verschieden und abhängig von Grösse, Form, Reibungscoëfficient des Gerölls, im Mittel = 4,0. Nach Sternberg soll bei kleineren Flüssen die mittlere Bodengeschwindigkeit = 3/4 der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in dem betr. Profil sein.

XX. Strassenbau.

Nutzleistung der Zugthiere an Gespannen auf ebenen und ansteigenden Wegen.

Ueber die Arbeitsleistung von Zugthieren siehe „Maschinenbau", ferner unten „Steigungsverhältniss der Strassen".

Nutzleistung der Pferde an Gespannen. Kann ein Pferd bei einem einspännigen Fuhrwerk auf ebener Bahn eine Last von a kg fortbewegen, so sinkt diese Leistung durchschnittlich bei der Verwendung

an einem	2spänner	um	2,2 %		an einem	5spänner	um	27 %	
«	« 3	«	« 13	«	«	« 6	«	« 36	«
«	« 4	«	« 20	«	«	« 8	«	« 50	«

Bei gut geleiteten, gleichmässig eingefahrenen, sowie annähernd gleichwerthigen, guten Pferden dürfen vorstehende Sätze um ca. ein Viertel verringert werden.

Die Nutzleistung hängt wesentlich auch von dem Reibungscoëfficienten w der Fuhrwerke ab, welcher im Mittel anzunehmen ist

bei Wegen in losem Sand 1/5—1/9 im Mittel = 0,15;
bei schlechten Erdwegen 1/8—1/15 im Mittel = 0,1;
bei trockenem, festem Sand 1/17—1/28 im Mittel = 0,05;
bei frisch eingeworfener Schotterbahn 1/7 = 0,16;
bei kothigen Steinbahnen 1/25 = 0,04;
bei trockenen, guten Chausseen 1/35 im Mittel = 0,033;
bei schlechtem Steinpflaster 1/25 = 0,04;
bei gutem, ebenem Steinpflaster 1/50 = 0,02;
bei sehr ebenem Steinpflaster 1/75 = 0,013;
bei gutem Holzpflaster 1/55 = 0,018;
bei Asphaltstrasse 1/133 = 0,0075;
bei Schlittenbahn = 0,033.

Das Gewicht unbeladener Wagen beträgt nach Bokelberg

bei	2spännigen	leichten	Landfuhrwerken	600	kg,	bei	4spänn.	800	kg,
«	«	schweren	«	900	«	«	«	1200	«
«	«	Lastfuhrwerken		1250	«	«	«	1600	«
«	«	Frachtfuhrwerken mit 12—18cm breiten Felgen		2000	kg.				

Als Maximalbelastung einer Chaussee durch ein Fuhrwerk ist in Preussen ein Gewicht von 170 Ctr. (8500 kg) gestattet. Sollen Lasten (wie z. B. Dampfkessel) von mehr als 170 Ctr. befördert werden, so hat der Absender dem betr. Kreisbaubeamten hiervon rechtzeitig Anzeige zu erstatten. Letzterer hat die Brücken dann zuvor in den der Belastung entsprechenden Stand zu setzen und die Kosten dafür vom Absender zu erheben. Erlass vom 10. September 1857. Ueber Belastungen der Strassenbrücken siehe auch Brückenbau.

Je geringer die Steigung einer Strasse ist, desto besser soll die Beschaffenheit der Fahrbahn sein, da der Reibungscoëfficient mit der Zunahme der Steigung an Bedeutung gegenüber dem hierbei zu hebenden Gewicht zurücktritt. Mit der Zunahme der Steigung tritt also der Werth einer guten Strassenunterhaltung bezüglich der Nutzleistung zurück.

Der Zugswiderstand nimmt mit wachsendem Raddurchmesser ab. Auf zusammendrückbarem Boden vermindert sich der Widerstand mit der Zunahme der Felgenbreite.

Die Zugkraft kann bei verminderter Arbeitszeit und Geschwindigkeit zur Ueberwindung stärkerer Steigungen, z. B. von Rampen, auf das Doppelte der normalen gesteigert werden, wenn die zurückzulegende Strecke nicht über 600m Länge hat.

Das Steigungsverhältniss*)

der Strassen richtet sich nach dem Terrain, nach den Bau- und Unterhaltungskosten, der Grösse des Verkehrs und dem Zustand der anstossenden Strassenstrecken, auf welche die Wagen überzugehen haben, und hängt überdies von dem Widerstandscoëfficienten der Fuhrwerke (w), dem Steigungsverhältniss s, bezw. dem Steigungswinkel α und von der Zugkraft K der Pferde ab. Bezeichnet Q_0 das Gewicht der schädlichen Last ((Wagengewicht (= Q_1) und Pferdegewicht (= G)) und k die mittlere Zugkraft, und wird $\frac{Q_0}{k} = q_0$ und $\frac{Q}{k} = q$ gesetzt (Q = Nutzladungsgewicht in kg), so erhält man für die Zugkraft der Pferde die Relation

$$K = (Q + Q_1) \cos \alpha \,.\, w + (Q + Q_1) \sin \alpha + G \sin \alpha$$

$$\text{und } Q = \frac{K - G \operatorname{tg} \alpha}{w + \operatorname{tg} \alpha} - Q_1,$$

angenähert

$$\operatorname{tg} \alpha = s = \frac{K - w\,(Q + Q_1)}{(Q + Q_1) + G}$$

nach der Maschek'schen Formel, s. S. 82, als Geschwindigkeit

1) für die Bergfahrt $v = \frac{c}{2}\,(3 - (q + q_0)\,(w + s)$,

2) « « Thalfahrt $v = \frac{c}{2}\,(3 - (q + q_0)\,(w - s)$,

wenn hierbei noch eine Zugkraft ausgeübt werden muss. Dagegen für Thalfahrten, wobei gebremst und der Wagen von den Zugthieren noch zurückgehalten wird,

3) $v = \frac{c}{2}\,(3 + (q + q_1)\,(w - s)$.

Die Grenzwerthe von q_0 liegen bei Zugpferden zwischen 10 und 14. Die zweckmässigste Ausnützung der Zugthiere ergibt sich bei Differentiation der Maschek'schen Formel nach v und z, wenn $\frac{v}{c} = \frac{z}{t}$ wird.

Nimmt man die mittlere Zugkraft K der Lastpferde zu 75 kg und deren mittlere Geschwindigkeit zu $1{,}^{m}25$, die tägliche Arbeitszeit zu 8 Stunden an, bezeichnet man ferner mit a die Kosten eines Fuhrwerks pro Tag und pro Kopf der Bespannung, so betragen die Kosten b für den Tonnenkilometer, wenn die Werthe von v aus den Gleichungen 1—3 eingesetzt werden

$$4)\ b = \frac{3\,.\,a}{8\,.\,q\,.\left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

und die Kosten B für den Pferdekilometer

$$5)\ B = 0{,}028\,\frac{a}{\left(\frac{v}{c}\right)^2},$$

da auf 1 Pferd $0{,}075\,.\,q$ Tonnen Nutzlast kommen.

Für die Bergfahrt wird, wenn h die zu ersteigende Höhe bezeichnet

$$6)\ b = \frac{3\,.\,a}{2\,q\,\left(3 - (q + q_0)\,(w + s)\right)^2} \text{ und}$$

$$7)\ b_1 = \frac{3\,a\,h}{2\,q\,s\,\left(3 - (q + q_0)\,(w + s)\right)^2}.$$

*) Ueber die Ermittlung der Transportkosten auf Strassen und der Steigungsverhältnisse der letzteren hat Launhardt in der Hannov. Ing.- und Arch.-Ztg. von 1880, S. 345, eine längere Abhandlung veröffentlicht, welche, soweit sie sich namentlich über Bergtransporte verbreitet, im Auszug hier mitgetheilt wird.

Die betreffenden Ermittlungen gelten hauptsächlich für längere, frequente Strassenzüge bis zu 5% Steigung.

Der vortheilhafteste Werth der Nutzladung für Bergfahrten allein ergibt sich hiernach

$$8) \text{ für } q = \frac{1}{w + s} - \frac{q_0}{3}.$$

Für $w = 0{,}03$ und $q_0 = 12$ wird $q = \frac{1}{0{,}03 + s} - 4$, oder die Normalladung $q = 29{,}33$ für horizont. Strassen (2200 kg pro Pferd), ferner wird für

$s = 0{,}0125$ $q = 20{,}25$, $Q = 1518$ kg.	$s = 0{,}05$ $q = 8{,}5$, $Q = 638$ kg.
$s = 0{,}25$ $q = 14{,}2$, $Q = 1065$ «	$s = 0{,}06$ $q = 7{,}1$, $Q = 533$ «
$s = 0{,}04$ $q = 10{,}3$, $Q = 773$ «	$s = 0{,}07$ $q = 6{,}0$, $Q = 450$ «

Durch Differentiation der Gleichung 7 nach s erhält man den vortheilhaftesten Werth von s, d. h. die Normalsteigung n

$$9) \; n = \frac{1}{q + q_0} - \frac{1}{3} \; w = \frac{1}{q + 12} - 0{,}01 \text{ (für } q_0 = 12 \text{ und für } w = 0{,}03).$$

Hieraus und aus Gleichung 6 ergibt sich ferner

$$10) \; b = \frac{a}{6 . q} \left(1 + \frac{w}{3 n}\right)^2 \frac{1}{\left(1 - \frac{s}{3 . n}\right)^2}.$$

Wird der hieraus für $s = o$, d. h. für die Horizontale sich ergebende Werth mit d bezeichnet, so wird

$$11) \; b = \frac{d}{\left(1 - \frac{s}{3 . n}\right)^2}.$$

Die zweckmässigsten Verhältnisse für Steigung und Nutzladung ergeben sich aus den Gleichungen

$$12) \; s_1 = \frac{1}{3} \; w \left(\sqrt{1 + \frac{9}{w . q_0}} - 2\right).$$

$$13) \; q_1 = \frac{1}{3} \; q_0 \left(\sqrt{1 + \frac{9}{w . q_0}} - 2\right).$$

Es verhält sich somit $q_1 : q_0 = s_1 : w$.

Hieraus folgt, dass bei freier Wahl der Nutzladung und des Steigungsverhältnisses die erstere zur schädlichen Last sich verhalten muss wie das Steigungsverhältniss zum Widerstandscoëfficienten.

Bei Thalfahrten ergibt sich das vortheilhafteste Gefäll für solche Strecken, auf welchen nicht gebremst werden muss, um $^2/_3$ w grösser als für die Bergfahrt.

Mit Berücksichtigung der Transportkosten bei der Thalfahrt sind daher Strassen, die in beiden Richtungen von beladenen Fuhrwerken gleich stark befahren werden, mit einer um das $1^1/_3$ grösseren Steigung anzulegen, als oben für die Bergfahrt gefunden wurde.

Unter der gleichen Voraussetzung ergibt sich ferner die beste Nutzladung um das $1^1/_3$fache grösser, als oben für die Normalladung bei der Bergfahrt allein ermittelt wurde.

Wird $q_0 = 12$ und der Reibungscoëfficient der Strasse $= 0{,}03$ angenommen, so ist für Strassen

im Flachland mit	$0^0/_0$	Steigung	$q = 35$,	$Q = 2625$ kg.
« « «	0,0125	«	« $= 26$,	$Q = 1950$ «
« Hügelland «	0,025	«	« $= 19$,	$Q = 1425$ «
« Gebirgsland «	0,04	«	« $= 14$,	$Q = 1050$ «

Hierbei ist jedoch angenommen, dass beladen zu Berg bezw. zu Thal, je auf dem Rückweg aber leer gefahren wird, sowie dass bei der Thalfahrt noch Zugkraft auszuüben ist.

Bezeichnet ferner u den auf jede Tonne Verkehrslast entfallenden Antheil aus den Zinsen des Baucapitals, ferner die auf die Unterhaltungskosten entfallende Quote und d den in Gleichung 11 gefundenen Werth, so ist das zweckmässigste Steigungsverhältniss bei einem nach beiden Richtungen gleich grossen Verkehr

$$14) \qquad s = 0 . 78 . n \sqrt{-1 + \sqrt{11 + 10 \frac{u}{d}}}.$$

Unter vorstehender Annahme ergibt sich endlich
das Steigungsverhältniss für Strassen im Flachland zu 0,02 —0,03,
« « « « « Hügelland « 0,028—0,04,
« « « « « Gebirge « 0,034—0,05,
wobei die unterste Grenze für sehr starken, die obere für mässigen Verkehr zu wählen ist.

Die Zugkraft kann bei verminderter Arbeitszeit (ca. 6 Stunden) und bei verminderter Geschwindigkeit (0,^{m}55 pro Secunde) bis auf das Doppelte der normalen ausgenutzt werden, wenn stärkere Steigungen auf kurzen, nicht über 600^{m} langen Strecken überwunden werden sollen, z. B. auf Rampen.

Bezeichnet wiederum n die Normalsteigung und Q_0 die schädliche Last und soll die Steigung n^1 ermittelt werden, auf welcher die Normalladung Q bei doppelter Inanspruchnahme der Zugkraft noch soll transportirt werden können, so ist

$$n = \frac{K - w.Q}{Q + Q_0} \text{ und } n^1 = \frac{2K - w.Q}{Q + Q_0},$$

also z. B. für K = 75 kg, w = 0,025, Q = 1065 kg, Q_0 = 900 kg,
n = 0,024 und n^1 = 0,06.

Bezüglich der Thaltransporte ist darauf aufmerksam zu machen, dass bei Leerfahrten in Gefällen von 4% noch Trab gefahren werden kann, ferner, dass zu starke Belastungen, wobei die Pferde die gebremsten Fuhrwerke noch zurückhalten müssen, durchaus zu vermeiden bezw. nur auf Waldwegen und ähnlichen secundären Wegen zu gestatten sind.

Mittelst kräftiger Bremsen können übrigens Lasten von vier Tonnen auf Wegen mit 7—8% Gefäll zu Thal geschafft werden, wobei die Pferde noch einen leichten Zug auszuüben haben.

Wo wie im Gebirge grössere Höhen durch längere Entwicklung einer Strasse zu erreichen sind, sind wie oben vergleichende Berechnungen über Zugkosten, Bau- und Unterhaltungskosten anzustellen, um zu ersehen, ob es vortheilhafter ist, eine kürzere Route mit grösserer Steigung auszuführen, welche mit Vorspann befahren werden muss, oder den Strassenzug, behufs Vermeidung von Vorspann, zu verlängern bezw. die Steigerung zu verringern. Hierbei ist als Minimalgeschwindigkeit 0,^{m}55 pro Secunde bei vierstündiger Arbeitszeit anzunehmen. Bei geringer Frequenz wird in der Regel auf Vorspann und auf Wahl einer möglichst kurzen Route Bedacht zu nehmen sein.

Unter der Annahme, dass die normale Zugkraft in den horizontalen Strecken eines Strassenzugs vollständig ausgenützt und kürzere Steigungen mit der doppelten Zugkraft überwunden werden sollen, kann mit der gleichen Nutzladung wie in der Horizontalen noch eine Rampe

bei Erdwegen . . . . mit s = 0,05 { w = 0,05 / w = 0,03 }
« Chausseen . . . . « s = 0,03 { w = 0,03 / w = 0,02 }
« Pflasterstrassen . . « s = 0,03 { w = 0,02 }

Steigung überwunden werden.

Für ein mittelstarkes Pferd (K = 75 kg) ergab sich die Bruttolast in kg auf verschieden beschaffenen Fahrstrassen aus nachstehender Tabelle bei 1,1^{m} Geschwindigkeit und achtstündiger Arbeitszeit:

Bezeichnung der Strassenbahn.	Asphaltbahn.	Pflasterbahn.		Chaussee.		Erdweg.		Frisch eingeworfene Chaussee.	
w =	0,0075	0,013	0,02	0,025	0,03	0,05	0,1	0,14	
s = 1 : ∞	10000	5640	3750	3000	2250	1500	750	524	Die Staffellinie gibt die Grenze für den Transport der Nutzlasten an.
s = 0,005	5860	4000	2930	2441	1912	1332	698	495	
s = 0,01	4080	3067	2383	2043	1651	1192	650	467	
s = 0,02	2475	2040	1700	1511	1276	974	567	417	
s = 0,03	1720	1490	1290	1173	1019	806	496	373	
s = 0,04	1284	1144	1017	938	833	678	436	333	
s = 0,05	1000	908	821	766	690	575	383	298	
s = 0,06	800	737	675	635	579	491	337	—	
s = 0,07	652	606	561	532	489	421	—	—	
s = 0,08	538	503	470	—	—	—	—	—	

Dessgleichen für eine chaussirte Strasse mit w = 0,03 und bei 500 kg Wagengewicht pro Pferd:

Geschwindigk.	v = 1,5		v = 1,25		v = 1,0		v = 0,75	
Steigung.	Gesammtgewicht.	Nettolast.	Gesammtgewicht.	Nettolast.	Gesammtgewicht.	Nettolast.	Gesammtgewicht.	Nettolast.
1 : ∞	1600	1100	2150	1650	2723	2223	3300	2800
s = 0,005	1320	820	1793	1293	2285	1785	2778	2278
s = 0,01	1112	612	1525	1025	1955	1455	2387	1887
s = 0,02	820	320	1150	650	1494	994	1840	1340
s = 0,03	625	125	900	400	1187	687	1475	975
s = 0,04	486	—	720	214	967	467	1214	714
s = 0,05	381	—	587	87	803	303	1019	519
s = 0,06	300	—	483	—	674	174	867	366
s = 0,08	182	—	332	—	488	—	645	145
s = 0,10	100	—	227	—	360	—	492	—

Bei leichten Pferden ist die mittlere Zugkraft nur zu 60 kg, bei sehr schweren dagegen zu 90 kg anzunehmen.

Aus obigen Formeln etc. ergeben sich die Anhaltspunkte zur Bestimmung der Steigungen im Hügelland und im Gebirge, woselbst horizontale Strecken nur ausnahmsweise vorkommen und der Baukosten halber in der Regel grössere Steigungen, als im Eingang gefunden wurde, angewendet werden müssen.

Bei $0{,}6^{m}$ Geschwindigkeit und bei 6stündiger Arbeitszeit ergibt sich für ein mittleres Pferd die Zugkraft zu 127 kg und für ein 2-Gespann, wenn die Bruttolast pro Pferd zu 1500 kg, w = 0,03, endlich G = 350 kg angenommen wird, bei reinem Bergtransport

$$s = \frac{127 \times 0{,}978 - 0{,}03 \,.\, 1500}{1500 + 350} = 0{,}043$$

und für ein Gespann, wobei die Bruttolast nur 1000 kg beträgt

$$s = \frac{127 \times 0{,}87 - 0{,}03 \,.\, 1000}{1000 + 350} = 0{,}06 \text{ rd}$$

Im Hügelland wendet man bei mittlerer und schwacher Frequenz noch Maximalsteigungen von 0,05—0,06, im Gebirge von 0,06—0,08 an, welche Sätze bei Strassen mit starkem Verkehr je um 0,01 zu reduciren sind. In Baden erhalten die Haupt-Staatsstrassen in solchem Terrain 0,05, die Seitenstrassen 0,06, die Gebirgsstrassen, welche nicht zur ersten Classe gehören 0,08, in den Wendeplatten 0,02 Gefälle.

Die in Preussen gültigen Vorschriften siehe unten, S. 143.

Bei Steigungen wird die Zugkraft am besten ausgenützt, wenn das Visir durchgängig ein gleichmässiges ist, also nicht von unten nach oben flacher wird*).

Das für die Strassenunterhaltung günstigste Gefäll beträgt ca. 3%.

Das Maximalgefäll für im Trab ohne Gefahr noch bergab zu befahrende Strassen beträgt 4%.

Horizontale Strassen sind (ausser in Städten) zu vermeiden, insbesonders da, wo eine Austrocknung nicht leicht stattfindet. Als Minimalgefäll dürfen 0,25% angenommen werden.

In starken Curven sind die Steigungen entsprechend zu ermässigen, da durch die schiefe Richtung des Zugs an Zugkraft verloren geht.

In Curven von 50^{m} mittlerem Radius soll die Steigung nicht über 4%, bei solchen mit 35^{m} R. nicht über 3% in Wegwendeplatten nicht über 1,5% betragen. Bei Thaltransporten betragen die Maximalgefälle von Feld- und Waldwegen 10(—12)%, in starken Curven von 10^{m} Radius und weniger 4% bei 15^{m} mittlerem Radius 6% und bei 25^{m} höchtens 8%.

Das Minimalgefäll von Strassengräben soll nicht unter 0,15% sinken, das von gepflasterten Rinnen bei städtischen Strassen wo möglich nicht unter 1%.

*) Bei Last-, namentlich Langholzfuhrwerken hat der Wechsel der Gefälle, z. B. an Ruheplätzen, beim Abwärtsfahren den Nachtheil, dass der Fuhrmann wegen der Bremsung die Führung der Pferde zeitweise unterbrechen muss.

Das Steigungsmaximum für gepflasterte städtische Hauptstrassen wird gewöhnlich zu 4 % für Asphaltstrassen zu 1,6 % angenommen. Stärkere Steigungen sind nur in hügeligem Terrain und bei Nebenstrassen, sowie bei Ausführung von Macadam zulässig.

Strassenverkehr. Fuhrwerksdimensionen.

Das stündliche Maximum des Wagenverkehrs übersteigt den Durchschnitt von 15 Stunden in Berlin bei Güterfuhrwerken um das $1\frac{1}{2}$fache, bei Personenfuhrwerken um das 1,4fache, bei sämmtlichen Fuhrwerken einschliesslich Handkarren um das 1,35fache.

Als mittlere Geschwindigkeit pro Secunde ist bei Güterfuhrwerken 1^m, bei Personenwagen im gewöhnlichen Trab 3^m, in raschem Trab 5^m, bei Fussgängern $0{,}^m8-1{,}^m2$, bei Spaziergängern $0{,}^m5$ mindestens anzunehmen.

Die sog. specifische Frequenz pro Stunde wird gefunden, wenn ihre Secundenzahl (3600) durch das Product aus der Länge und der Geschwindigkeit eines Fuhrwerks in Metern dividirt wird*).

Die Länge eines Güterfuhrwerks beträgt im Minimum 2^m (Handkarren), im Maximum ca. $28-32^m$ (Langholzfuhrwerk), bei letzterem befinden sich ca. $^2/_3$ des Stammes zwischen den beiden Wagengestellen; ein 1—2spänniger Wagen ist $6-8^m$ lang. Die durchschnittliche Länge von 2—4pferdigen Fuhrwerken ist zu 10^m, deren Breite zu $2{,}^m5$ anzunehmen. Ein Omnibus ist ca. $1{,}^m9$, eine Droschke ca. $1{,}^m4$, ein gewöhnlicher Lastwagen ca. $2{,}^m5$ breit. Die Maximalausladung der schwersten Frachtwagen beträgt nach der Breite $3{,}^m3$, nach der Höhe $4{,}^m4$, die von sehr voll geladenen Erntewagen $3{,}^m3$ bezw. $3{,}^m5$. Der Raum der Trottoirs wird theilweise auch für die überhängende Breite der Ladung, namentlich bei sehr grossen Lastfuhrwerken, in Anspruch genommen.

Die zweckmässigste Spurweite für schweres Fuhrwerk ist nach Umpfenbach $1{,}7-1{,}^m9$, für Personenfuhrwerk $1{,}3-1{,}^m4$. In Preussen beträgt dieselbe von Mitte zu Mitte der Radreifen $1{,}^m52$, in Süddeutschland gewöhnlich $1{,}^m2$.

Lastwagen, deren Gewicht 7—1200 kg beträgt, haben meistens ein Tragvermögen von 2,5—5 t, Langholzwagen sind für Stämme von $15-30^m$ Länge und Lasten von 3—5 t zu construiren.

Gewöhnliche Strassenwalzen haben bei $1{,}^m0$ Breite ein Gewicht von 4—6 t in unbelastetem und von 6,5—8 t in belastetem Zustand.

Breite-Dimensionen und Seitengefäll der Landstrassen, Feldwege, Baumpflanzungen u. dergl.

Die in Preussen hierfür gültigen Normen siehe unten S. 143—145.

Nach Umpfenbach ist ein Fusspfad für 3 Personen zu $1{,}^m8$, für 2 Reiter zu $1{,}^m8$, ein Sommerweg für 2 Wagen zu $4{,}^m8$, die Steinbahn für 2 Lastwagen, die sich bequem sollen ausweichen können, zu $6{,}^m0$, das Materialienbankett zu $1{,}^m2$ anzunehmen. In Baden erhalten die Staatsstrassen $8{,}^m4-9{,}^m6$, die Nebenstrassen $7{,}^m2-8{,}^m4$ und die Vicinalstrassen $6-7{,}^m2$, bei geringer Frequenz selbst nur $5{,}^m4$ Breite, in Braunschweig die zum Verkehr von schwerem Fuhrwerk dienenden Staatsstrassen mindestens 7^m und höchstens 12^m Breite; Communicationswege dagegen $6-9^m$ Breite. Sommerwege werden hier nicht mehr angelegt.

Die Minimalbreite von Vicinalstrassen ist zu $5{,}^m2$ ($4{,}^m0$ Steinbahn) anzunehmen, wobei Materiallagerplätze in Entfernungen von ca. 40^m noch anzulegen sind. Feld- und Waldwege werden je nach der Grösse des Verkehrs auf ihnen $3{,}^m0-3{,}^m5$ beziehungsweise $4{,}^m6-5{,}^m2$ breit angelegt, erhalten letztere Steinbahnen (wobei für die beiderseitigen Nebenwege je $0{,}^m6$ abzuziehen sind), so müssen gleichfalls Materiallagerplätze angebracht werden.

Schmale Wege unter $4{,}^m6$ Breite sollen in Entfernungen von $150-200^m$ Ausweichestellen von ca. $5{,}^m2$ Breite und vergl. 10^m Länge erhalten, welche so zu situiren sind, dass von der einen zur anderen gesehen werden kann.

Wenig frequente, aber von schweren Lasten befahrene Verbindungs-, Feld- und Waldwege werden in an harten Steinen armen Gegenden häufig derart chaussirt, dass nur die eine Hälfte des Planums einen $2{,}^m3-2{,}^m5$ breiten Steinkörper erhält oder es werden zwei bezw. vier etwas vertiefte Steinbahnen von je ca. $0{,}^m5$ Breite, deren Mittelachsen der landesüblichen Raddistanz entsprechen (sog. Luxemburger Wege), angelegt.

*) Wegen der unvermeidlichen Störungen im Verkehr, wegen der Sicherheitsabstände muss der so gefundene Faktor auch bei einem stetigen Strom in der Passage noch um ca. 30—40 pCt. verringert werden.

Ueber das Seitengefälle der Staatsstrassen siehe die in Preussen gültigen Vorschriften, S. 144. In Baden beträgt die Wölbung (ausser bei Steigen) $^1/_{40}$, in Braunschweig $^1/_{36}$—$^1/_{60}$ der Wegbreite.

Bei schmalen Wegen in steilem Terrain ist ein Seitengefäll gegen Berg herzustellen, das pro Meter Fahrbahnbreite je nach dem Gefäll der Strasse 4—6^{cm} betragen soll.

Bei Pflanzungen von Bäumen werden letztere in der Regel auf den äusseren Strassenrand in 10^m, da, wo sie zugleich als Sicherheitsmittel zu dienen haben, in 5^m Entfernung gesetzt.

Frequente Strassen von 7,^{m}5 und mehr Breite erhalten gewöhnlich in der Nähe grösserer Ortschaften ein um ca. 10^{cm} erhöhtes Bankett von nicht unter 1,^{m}0 Breite, welches gegen die Fahrbahn durch einen Rasenstreifen oder durch eine Steinzeile abgegrenzt wird. Zur Ableitung des Wassers unter den Banketten dienen Steinsickerdohlen, glasirte Thon-etc.-Röhren von 8—12^{cm} Weite.

Ueber Baumpflanzungen, Sicherheits-Anlagen, kleinere Durchlässe siehe auch S. 145.

Construction der Wendeplatten, Minimalradien der Wege.

Eine allgemein giltige Formel für die Construction von Wendeplatten bezw. zur Bestimmung der Minimalradien der Strassenkrümmungen ist für die verschiedenen Fuhrwerke, insbesondere für Langholzwagen bis jetzt noch nicht aufgestellt worden. Die in verschiedenen Handbüchern hierüber enthaltenen Angaben stimmen mit der Praxis nicht ganz überein, da die Annahmen bezüglich der Beweglichkeit der Wagengestelle und der von den Rädern beschriebenen Curven nicht hinreichend zutreffen. Seitens des Herausgebers werden zur Zeit Ermittlungen über die von den Fuhrwerken wirklich beschriebenen Curven bei verschiedenen Achsständen etc. angestellt, deren Resultate im nächsten Jahrgang voraussichtlich veröffentlicht werden können.

Als Minimal-Radius ist nach Nördlinger bei französischen Strassen das Maass von 50—30^m für Staatsstrassen, von 15^m für Hauptverbindungsstrassen, von 10^m für Vicinalstrassen, von 6^m für Seitenwege (für die Strassenmittellinie) anzunehmen.

Die Länge der Nutzhölzer ist bei Laubwaldungen höchstens zu 15^m, bei Forchen- und geringen Tannenwaldungen zu 20^m, bei Nadelholz (Fichten-, Tannen)-Hochwaldungen, je nach der Umtriebszeit und der Bodenbeschaffenheit zu 23—30^m anzunehmen.

Zum Passiren von gewöhnlichen Landfuhrwerken, z. B. von Wagen zum Transport von Brennholz und von ca. 10^m langen Stämmen über eine Wendeplatte ist ein innerer Radius von 3,^{m}2 und ein äusserer von 8,^{m}4 als äusserste noch zulässige Grenze anzunehmen bei einer Spurweite von 1,^{m}2.

Waldwege von 4,^{m}6 Breite, auf welchen starkes Langholz von ca. 28—30^m Länge abzuführen ist, müssen einen mittleren Radius von nicht unter 30^m, bei 3,^{m}5 Wegbreite von 40^m, dagegen bei 6^m Wegbreite von 25^m erhalten, wenn von einer Lotterung und einer besonderen Führung des Hinterwagens abgesehen werden soll; hierbei ist vorausgesetzt, dass ein Drittel des Stammes über das hintere Wagengestell hinausragt.

Der Drehungswinkel der Wagenvordergestelle ist bei gewöhnlichen Lastwagen nicht grösser als 25°, der von Langholzwagen nicht grösser als 35° anzunehmen.

Wendeplatten. Zur Bestimmung der Radien von Wendeplatten von Staatsstrassen dient in Hannover die Formel

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

worin r den inneren Radius, l die Gespannslänge und B die Wegbreite bezeichnet.

Am zweckmässigsten werden die Wendeplatten vorläufig noch auf graphischem Wege durch Aufzeichnung (auf starkem Papier) der Fuhrwerke, welche die grössten Ausladungen etc. haben, ermittelt, wobei der zulässige Drehwinkel des Vordergestells einzuhalten ist. Hierauf werden die Figuren in Kreisen bewegt und ergeben sich dann aus der Stellung des rechten Hinter- und des linken Vorderrads die gesuchten Radien, wobei noch als Spielraum bei der Fahrbahnbreite 0,^{m}2, und ausserdem die Breite des Banketts zuzuschlagen sind.

Bei Hauptstrassen von 6m Breite, auf welchem 30m lange Stämme abgeführt werden, darf r nicht unter 25m herabgehen. Sollen sich 2 oder mehr Fuhrwerke begegnen können, so sind pro Fuhrwerk der Wegbreite mindestens je 2,m5 zuzuschlagen.

In sehr steilem Terrain würde die Ausführung von Wendeplatten für Langholztransporte nach vorstehenden Formeln zu kostspielig werden. In solchen Fällen gelten nachstehende von dem Herausgeber durch Aufnahme einer grösseren Zahl ausgeführter Wendeplatten auf empirischem Wege ermittelte Tabellen, wobei vorausgesetzt ist, dass durch das sogenannte Schwicken dem hinteren Wagengestell eine besondere Leitung gegeben wird und dass $^2/_3$ der Stammlänge sich zwischen den Wagengestellen befinden.

Wird mit r der innere Radius und mit l die Maximallänge der Stämme bezeichnet, so ist die der Wendeplatte zu gebende Breite aus nachstehender Tabelle zu entnehmen.

A. Für Einschnitte.

Für r = in Metern		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	25,0
l = 15,0	Minimalwegbreite in Metern	6,5	5,3	5,0	—	—	—	—	—
= 17,5		7,0	5,8	5,2	5,0	—	—	—	—
= 20,0		8,5	7,3	6,2	5,5	5,0	—	—	—
= 25,0		11,0	9,8	8,2	7,0	6,0	5,5	5,5	—
= 30,0		13,5	11,0	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	5,5

B. Für Auffüllungen.

Für r = in Metern		5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5		
l = 15,0	Minimalwegbreite in Metern	5,5	5,0	—	—	—	—		
= 17,5		6,0	5,5	5,0	—	—	—		
= 20,0		7,0	6,3	5,2	—	—	—		
= 25,0		8,5	7,0	6,0	5,3	5,0	—		
= 30,0		11,0	9,0	7,2	6,2	5,5	5,0		

Anlage und Dimensionirung von städtischen Strassen.

Lange gerade Linien sind in wellenförmigem Terrain, ebenso sind Visirbrüche thunlichst zu vermeiden; in solchem Terrain ist daher auch die Durchführung rechteckiger Häuserblöcke nicht zu empfehlen; letztere verursachen überdies stets erhebliche Umwege.

Rechteckige Blöcke sind gewöhnlich nur bei kleineren Complexen und bei weniger umfangreichen Stadterweiterungen vortheilhaft.

Da wo ein starker Verkehr vorhanden oder zu erwarten ist, empfiehlt es sich, die Strassen in den Richtungen desselben, und normal auf dieselben oder radiale Querstrassen anzulegen (Dreieck- oder Diagonalsystem).

Noch weiter wird den Anforderungen eines raschen Verkehrs zwischen den Verkehrscentren durch das sog. Radialsystem entsprochen.

Städtische Strassen erhalten eine Fahrbahn mit beiderseitigen Fusswegen. Im Mittel rechnet man $^3/_5$ der Breite für die Fahrbahn und je $^1/_5$ für jeden Fussweg (Trottoir); die Gesammtbreite wäre dann $1\,^2/_3$ Fahrbahnbreite.

Die Strassenbreite sollte nicht kleiner angenommen werden, als die Höhe der Gebäude bis zum Dachtrauf.

Eine Breite der Trottoirs von 4,m0 geht über das gewöhnliche Bedürfniss in grossen Städten nicht hinaus, in engen Strassen müssen die Trottoirs mindestens 0,m75 Breite haben.

Eine Fahrdammbreite von 10,m6 gewährt Platz für 4 Wagen, wenn die Wagen theils ungehindert vor den Trottoirs anhalten, theils ungehindert in der Mitte sich sollen bewegen können.

Für 2 Pferdebahngleise sind zusammen $4,^{m}8$ zuzuschlagen. Unter $9,^{m}5$ sollte die Breite des Fahrdamms nicht sinken, das Maximum der Breite desselben beträgt gewöhnlich 15^{m}, sodass hier also 6 Wagen nebeneinander Platz finden.

Trottoirs in Städten sollen ein Seitengefäll von ca. $2,5\,^{0}/_{0}$ bis $4\,^{0}/_{0}$ (in der Regel $3\,^{0}/_{0}$) erhalten und $12—15^{cm}$ über die anstossende Fahrbahnrinne gelegt werden. Die Trottoirs sollen dem Gefäll der Strassen folgen. Eine Vermehrung oder Verminderung der Trottoirhöhe auf 17^{cm} bezw. bis zu 10^{cm} ist da zulässig, wo die anstossenden Kandelrinnen des Wasserabzugs halber ein dem Strassenvisir nicht parallel laufendes Gefäll erhalten können, oder wo mit verschiedenen Steigungen angelegte Strassen sich schneiden. Bei Einfahrten dürfen die Randsteine um ca. 5^{cm} niederer als das durchlaufende Trottoir angelegt werden.

Der Pfeil der Wölbung städtischer Strassen soll bei sehr grosser Breite und bei Verwendung von Steinpflaster $^{1}/_{80}$ der Fahrbahnbreite betragen und erhöht sich derselbe in schmalen Strassen von $5—6^{m}$ Breite bis auf $^{1}/_{40}$ bei macadamisirten Strassen, von letzterer Breite beträgt der Pfeil in der Regel $^{1}/_{15}$ und vermindert sich derselbe bei wachsender Breite bis auf $^{1}/_{100}$, bei Asphaltstrassen endlich wird die Pfeilhöhe zu $^{1}/_{100}—^{1}/_{300}$ angenommen.

Die Anlage von Vorgärten von mindestens $4,^{m}0$ Breite empfiehlt sich in Strassen mit geringem Verkehr (Privatstrassen) oder da, wo ein stärkerer Verkehr erst in späterer Zeit zu erwarten ist, so dass die dann zu erbreiternden Trottoirs die Stelle der Vorgärten einnehmen.

Der Abstand der Bäume beträgt in Paris $6—8^{m}$, ihre Entfernung von der Vorderkante der Bordsteine $1—1,^{m}5$. Die Bäume werden mit einem Steinkranz und mit einer gusseisernen Rosette von 2^{m} Durchmesser eingefriedigt. Zum Schutz der Bäume werden Eisenstäbe mit Drahtgeflecht oder wie in Leipzig Korbgeflechte von je 2^{m} Höhe angebracht.

Laternenpfosten stehen in Paris (nach der Hausseite zu gerichtet) $0,^{m}25—0,^{m}7$ von derselben Kante ab.

Reitwege sollen $3,^{m}0$ Breite erhalten und sind in die Mitte der Strassen zu legen.

Die Strassenabstände betragen in der Regel zwischen 40 und 120^{m}; dieselben sind um so geringer, je weniger ein Bedürfniss zur Aufführung von Hintergebäuden, von Fabrikanlagen, von Gärten u. s. w. vorliegt. Arbeiterquartiere haben daher die geringste, Villenquartiere dagegen gewöhnlich die grösste Blocktiefe. Grössere Blöcke können noch durch Neben(Privat-)strassen (von nicht unter 15^{m} Breite) durchschnitten werden.

Als Minimum für die Tiefe der Blöcke bei Arbeiterwohnungen sind 20^{m}, bei freistehenden Wohnhäusern 30^{m} anzunehmen. Industrielle und landwirthsch. Anlagen bedürfen in der Regel Blocktiefen von $100—300^{m}$.

Pferdebahnen.

Die Geschwindigkeit soll beim Personentransport nicht unter 2^{m} betragen, steigt jedoch hierbei in der Regel auch nicht über $3,^{m}3$. Nimmt man die mittlere Zugkraft eines Pferdes zu 60 kg und die mittlere Geschwindigkeit zu $1,^{m}4$ an, so ergibt sich nach der Maschek'schen Formel, siehe Seite 82, die Arbeitszeit $z = 3{,}2$ Stunden für horizontal angelegte Strassen, auf welchen der Transport mit 3^{m} Geschwindigkeit stattfinden soll und wobei sich die Zugkraft pro Pferd auf 18 kg, inclus. 9 kg für die eigene Fortbewegung aber auf 27 kg stellt; die pro Tag zurückgelegte Wegstrecke beträgt alsdann 34,6 km. Der Widerstandscoëfficient beträgt bei Pferdebahnen nach Rühlmann $^{1}/_{150}$. Das Gewicht eines belasteten von einem 375 kg schweren Pferd gezogenen Wagens ist zu ca. 2750 kg anzunehmen. Unter Zugrundelegung einer mittleren Arbeitszeit von 8 Stunden ergibt sich bei einer mit s ansteigenden Strecke die Geschwindigkeit bei der Bergfahrt

$v_1 = 3 - 73.s$ und für die Thalfahrt mit Zugsgefäll $v_1 = 3 + 73.s$.

Bei Steigungen von $3\,^{0}/_{0}$ sinkt hiernach die Geschwindigkeit auf $0,^{m}8$ pro Secunde, die Maximalsteigung ist in der Regel zu $2,5\,^{0}/_{0}$, bei Vorspann zu $5\,^{0}/_{0}$ anzunehmen.

Curven von $12—15^{m}$ Minimalradius sind noch zulässig.

Bei Zugsgefällen ist der Einfluss der Steigung unbedeutend.

Nach Obigem sind pro Kilometer erforderlich bei einer Steigung s an Arbeitstagen t

$s = 0{,}01$ —:· $0{,}0315$ t $s = 0{,}016$ —:· $0{,}0378$ t
$s = 0{,}012$ —:· $0{,}0333$ t $s = 0{,}020$ —:· $0{,}0437$ t
$s = 0{,}014$ —:· $0{,}0354$ t $s = 0{,}025$ —:· $0{,}0553$ t
$s = 0{,}03$ —:· $0{,}0755$ t; dagegen auf der Horizontalen $= 0{,}0289$ t,

und die Zeit Z, bezw. Z_1 zur Zurücklegung eines Kilometers Thal- und Bergfahrt $Z = \frac{0.2605}{9 - 5329 \,.\, s^2}$ Arbeitstagen. Bei Bremsgefällen wird $v_2 = 4{,}25 - 73.s$ und hierfür

$$Z_1 = 0{,}0434 \left(\frac{7{,}25 - 146 \,.\, s}{12{,}75 - 529{,}25 \,.\, s + 5329\ s^2} \right) \text{ Arbeitstagen.}$$

Ein Pferdebahnwagen hat $2{,}^{m}0$ Breite. Der Mittelabstand zweier parallelen Geleise ist zu $3{,}^{m}0$ anzunehmen, letzteres Maass gilt auch für die sog. Sicherheitsbreite.

Eine Strasse, welche zur Passage von 4 Fuhrwerken und für ein Pferdebahngeleise eingerichtet werden soll, muss hiernach $4 \times 2{,}5 + 3 = 13^{m}$ Breite erhalten, bei zwei Geleisen 16^{m} Breite; ist die Frequenz nicht sehr gross, so dass der Raum der Geleise auch zum Passiren gewöhnlicher Fuhrwerke dienen kann, so ist in letzterem Fall die Minimalfahrbahnbreite zu $2 \times 2{,}5 + 2 \times 3 = 11^{m}$ anzunehmen, bei einem Geleise also zu $8{,}^{m}0$.

Einspurige Pferdebahnen dürfen noch in Strassen von $5{,}^{m}3$ Fahrbahnbreite, zweispurige im äussersten Fall in solche von $7{,}^{m}5$ Breite dann eingelegt werden, wenn beiderseits Trottoirs vorhanden sind.

Um die gewöhnlichen Fuhrwerke an die Trottoirs heranzubringen, dürfen die Geleise nicht neben diesen angelegt werden; am besten werden die Geleise in die horizontal gelegenen mittleren Theile der Fahrbahn verlegt.

Construction der chaussirten, gepflasterten, Asphalt- etc. Strassen und Wege mit Zubehörden und der Brückenfahrbahnen.

a) Chaussirte Strassen.

Bei chaussirten Strassen besteht der Steinkörper 1) aus dem Unterbau von Grobgeschläg (Macadam's System) oder aus einer Vorlage (Packlage, Grundbau) und 2) aus der Decklage von Steingeschläg oder Kies. Bei Strassen, welche gewalzt werden, ist ein das Geschläg verbindendes, jedoch nicht thoniges Material 3^{cm} hoch aufzubringen, z. B. Sand bei Kalksteinschotter*).

Die Stärke der Fahrbahn richtet sich nach der Beschaffenheit des Steinmaterials, des Untergrunds und nach der Frequenz der Strasse. Ueber die Dimensionen der Steinbahn in Preussen siehe die Tabelle auf S. 145. Bei festem Untergrund und bei sehr hartem Unterhaltungsmaterial darf auch bei frequenten Strassen mit der Stärke auf 20^{cm} (Stärke der Packlage ca. 12^{cm}) herabgegangen werden. Bei Verwendung guten Strassenbaumaterials wird die Stärke der Steinbahn zweckmässig in der Mitte um ca. 25% verstärkt, an den Seiten um ebensoviel verschwächt, es soll die Stärke an den Seiten aber nicht unter 20^{cm} betragen. Bei städtischen Strassen und bei festem Untergrund wird gewöhnlich eine auf die ganze Strassenbreite gleich starke, 15^{cm} hohe Lage von Kies oder Grobgeschläg und auf letztere eine 15^{cm} hohe Schotterdecke aufgebracht, welche vor dem Walzen noch eine schwache Sandüberschüttung erhält.

Der Durchmesser der Schottersteine soll bei sehr hartem Material $3{,}5^{cm}$, bei hartem Material $4—4{,}5^{cm}$ und bei weicheren Steinen 5^{cm}, der des Grobgeschlägs beim Macadam 8^{cm} nicht überschreiten. Die Schottersteine sollen möglichst gleiche Grösse haben.

Dichtigkeit der Steindecke. 1 cbm auf Haufen gesetzte Steine ist $= 0{,}55—0{,}66$ cbm gewachsener Felsen und gibt 1,2 cbm Schotter. 1 cbm gewalzte Fahrbahn enthält 0,7—0,8 cbm festes Material oder ca. 1,35 cbm aufgesetzte Steine.

*) Macadamisirte Strassen lassen sich ruhiger befahren als gepflasterte, auch werden bei den ersteren die Gebäude weniger durch das Fahren erschüttert. Der Macadam wird daher gewöhnlich bei städtischen Strassen, welche breit sind, so dass Reparaturen ohne erhebliche Störungen des Verkehrs ausgeführt werden können, und namentlich da angewendet, wo der Verkehr mit Lastwagen unbedeutend ist. In schmalen und dabei sehr frequenten Strassen ist dagegen der Macadam unzulässig.

b) Gepflasterte Strassen.

Wird bei grosser Frequenz die Unterhaltung der macadamisirten Strassen zu theuer und wegen der häufigen Reparaturen u. s. w. verkehrsstörend, so wird Stein- oder, wo Geräusch verhütet werden soll, Asphalt- und Holzpflaster, hergestellt. Zur Verhütung des Faulens organischer Stoffe ist in Städten auf möglichst dichten Schluss der Fugen besondere Sorgfalt zu legen.

Wo Radbelastungen bis zu 2500 kg vorkommen, dürfen keine Steine verwendet werden, deren rückwirkende Festigkeit unter 600 kg pro qcm sinkt. Am meisten empfiehlt sich die Verwendung von stichfreien Steinen von dichtem und hartem Korn, welche sich mit wenig Abgang leicht zu Parallelepipeden verarbeiten lassen. Am schwersten sind die Basalte und Granulite zu bearbeiten. Zu Pflasterungen eignen sich ferner Kalksteine, Thonporphyre und die Basalte desshalb nicht besonders, weil sie durch die Abnützung zu glatte Oberflächen erhalten. Am besten haben sich bis jetzt bewährt der Granit, Syenit, Melaphyr und Quarzporphyr; ferner die Grauwacke und harte und zähe Sandsteine, wie solche z. B. in der Buntsandsteinformation vorkommen.

Zu Stein-Pflasterstrassen sind regelmässig geformte, oblonge, aber nicht pyramidale, zugleich harte und dauerhafte, aber nicht zu glatte Steine zu verwenden. Die Steine sollen entweder Cuben von 15—20 ^{cm} Seitenlänge oder Parallelepipede von 10—16^{cm} Breite, 16—23^{cm} Länge und 16—20^{cm} Höhe bilden. Bei letzteren sind $^{10}/_{16}{}^{cm}$, bei den Cuben 15—16^{cm} Seitenlänge als die zweckmässigsten Dimensionen zu betrachten. Auf Brückenfahrbahnen werden zur Verminderung des Eigengewichts zuweilen Flachsteine von 10—12^{cm} Höhe verwendet.

Die Verwendung kleinerer Pflastersteine ist vortheilhaft, da solche sich weniger leicht abrunden und hierbei die Pferde mit den Stollen leichter eingreifen können; auch lassen sich mit solchen Steinen ebenere Flächen dauerhafter herstellen als bei Verwendung grosser Steine.

Je nach der Frequenz der Strassen muss die Qualität der Steine und ihre Bearbeitung eine verschiedene sein. Gewöhnlich werden dreierlei Vorschriften bezüglich der Bearbeitung gegeben. Bei Pflasterungen I. Qualität müssen die Steine im Haupte und in den Stossfugen eben bearbeitet sein und dürfen letztere auf ihre ganze Länge nicht unter den Winkel gehen, sodass also die Steine durchaus rechtwinklige Form aufweisen. Bei den Steinen II. Qualität müssen die Stossfugen auf 8^{cm} vom Haupte abwärts rechtwinklig zur Kopffläche geschafft und auf diese Länge ebenfalls ganz eben sein, dürfen aber auf ihre weitere Länge bis zu $^1/_{16}$ unter den Winkel gehen. Die Steine III. Qualität sollen auf 3^{cm} vom Haupte abwärts noch dicht schliessen und von hier ab sich bis zu $^1/_{16}$ im Ganzen nach unten verjüngen dürfen. Die Stossfugen sollen je nach den angeführten Qualitäten auf 5^{mm} bezw. auf 8^{mm} und 10^{mm} dicht schliessen, beim Pflaster I. Qualität überdies ein Ausgiessen der Fugen mit Portlandcementmörtel stattfinden.

Bei sehr festem Untergrund genügt zum Versetzen des Pflasters eine 15—20^{cm} hohe, in zwei Lagen abgerammte oder eingewalzte Schichte von grobem Quarzsand. Bei Mangel an solchem Sand ist die untere Schichte 10^{cm} hoch aus feinerem Kies herzustellen. Beim Einbringen ist der Sand genügend zu nässen. Bei schlechterem Untergrund wird je nach der Beschaffenheit desselben und der disponibeln Steinmaterialien ein Grundbau (Vorlage) von 15—20^{cm} Höhe, darüber eine Kiesschichte von 5—10^{cm} und darauf erst die normale Sandschüttung, bezw. wird auf 2 je 15^{cm} hohen Kieslagen von verschiedenem Korn eine 15^{cm} Sandschichte aufgebracht. Bei geringerem Pflaster genügt eine 10^{cm} hohe Sandschüttung für das Pflasterbett. Ueber die Unterbettung sehr frequenter Strassen s. u. Bei Pflaster I. Qualität werden die Steine vor dem Abrammen 1^{cm}, bei dem Pflaster II. und III. Qualität dagegen 3^{cm} überhöht eingesetzt. Die zum Abrammen des Pflasters verwendeten Handrammen erhalten ca. 17 kg Gewicht. Zum Nachrammen werden solche von 34—45 kg bei 0,^{m}5 Hubhöhe gebraucht. Das fertig abgerammte Pflaster erhält eine 5^{cm} hohe Deckschichte von scharfem, grobem Sand, wovon 3^{cm} zur Fugenausfüllung dienen.

Diagonale Pflasterungen haben sich bei Fahrstrassen nicht bewährt.

In Paris sind die gebräuchlichsten Formate der Pflastersteine (in Centimetern) = $^{0,08}/_{0,14}$, $^{\mathbf{0,10}}/_{\mathbf{0,16}}$, $^{0,15}/_{0,15}$, $^{0,13}/_{0,20}$, $^{0,17}/_{0,17}$ bei einer durchschnittlichen Stärke von 16—17^{cm}.

Diese Pflastersteine müssen durchaus rechtwinklig bearbeitet sein. Zu Pflasterungen in weniger frequenten Strassen werden auch sog. Bastardsteine, welche entweder 18cm im Quadrat oder 16/18 breit und lang, ferner 16cm hoch sind, zugelassen. Diese Steine dürfen sich im Ganzen nach unten um 2cm verjüngen. Die Stossfugen dürfen bei den kleinen Steinen nicht über 10mm, bei den grösseren nicht über 15mm weit sein; bei besonders mit schweren Lastfuhrwerken frequentirten Strassen werden die Pflastersteine noch nachgearbeitet, um die Stossfugenweite auf 5mm zu reduciren. Die Reihen stehen senkrecht zur Strassenachse.

Die Pflasterung geschieht in Paris derart, dass die Steine in zwei abgerammte und benetzte Sandschichten von je 10cm Höhe versetzt werden. Der Pflasterhammer soll 17 kg, die Ramme 35 kg wiegen; letztere 50cm hoch fallen. Die Wölbung beträgt hier meistens 1/60; bei schmalen Strassen dagegen 1/60—1/40 der Breite; neben der Rinne wird das Quergefäll etwas verstärkt. Der Füllsand wird durch wiederholtes Kehren und Begiessen in die Fugen getrieben. Das in einem Tag hergestellte Pflaster wird vor Abgang der Arbeiter 5cm hoch übersandet, nach 14 Tagen abermals übergekehrt und gereinigt. Der Accordspreis beträgt pro qm fertiges Pflaster für die reine Arbeit bei grösseren Steinen 55 Pf., bei kleineren 65—70 Pf. Der Preis des fertigen Pflasters schwankt zwischen 12—18 Mark. An nicht festen Stellen wird das Sandbett durch ein in Mörtel versetztes Unterpflaster ersetzt.

In den frequentesten Strassen englischer Städte (Edinburg, London etc.) werden die ähnlich bearbeiteten Pflastersteine entweder auf einen 20—22cm hohen Beton und in ein 5cm starkes Mörtel-, Sand- oder Kiesbett versetzt und die Fugen mit Mörtel ausgegossen oder es besteht die Unterlage aus Asphaltbeton (Liverpool) von 15—20cm Dicke, welcher durch Ueberwalzen einer Grobgeschlägdecke mit 300 kg schweren Handwalzen und Ausgiessen der Zwischenräume des Geschlägs mit Theerasphalt hergestellt wird. Nach Aufstreuung von feinem hartem Steingrus wird nochmals abgewalzt und alsdann die Pflasterung mit offenen Fugen in einem 5cm hohen Sandbett vollzogen. Die Fugen werden mit grobem Sand (Kies) ausgefüllt und mit flüssigem Theerasphalt ausgegossen. Für sehr frequente Strassen mit starkem Lastenverkehr ist eine Betonunterlage unter dem Stein- (und Asphalt)-pflaster jedenfalls unumgänglich nothwendig. Das Ausgiessen der Fugen mit Mörtel wirkt gegen Frost- und Fäulnissbildung und ist diese Massregel namentlich bei Pflasterungen von Brückenfahrbahnen zu empfehlen.

Nach Herzbruch erhalten die in Norddeutschland als Pflaster verwendeten sog. Feldsteine 60—260 qcm Kopffläche, wobei die kleinsten Steine mindestens 7cm Seitenlänge haben müssen; in stärkeren Steigungen darf die Kopffläche höchstens 180 qcm betragen. Die Stärke beträgt 20—30cm. Bei 20cm Stärke wird verlangt, dass auf ca. 8cm von oben herunter die Fugen rechtwinklig zum Haupt stehen, von hier ab wird eine Verjüngung des Steins bis zu 1/3 zugelassen. Zum Abrammen dienen am besten zweimännige Rammen mit schmalem Kopf. Der Pfeil der Wölbung der so gepflasterten Strassen beträgt ca. 1/40. Die Sandbettung des, wenn immer möglich, gut zu entwässernden Untergrunds ist mindestens zu 0,m3 anzunehmen. Wo ein Auffrieren des Untergrunds und dadurch ein Werfen des Pflasters zu befürchten ist, muss ersterer durch Drainage u. dergl. entwässert werden.

Wo schmale Bordsteine verwendet werden müssen, wird die Rinnensohle nicht unmittelbar an erstere gelegt, sondern durch schräge Anpflasterung (welche zugleich den Bordsteinen einen Halt gewährt) in 0,m3 Entfernung. D. Bztg. 1877, S. 460.

Die Fugen der an die Trottoirrandsteine anstossenden gepflasterten Rinnen werden zweckmässig zur Verhütung des Eindringens von Wasser (wodurch im Winter ein Auffrieren des Bodens zu befürchten ist) mit Cementmörtel gedichtet oder es wird das Pflaster in ein Mörtelbett versetzt.

Pro qm Strassenpflaster beträgt der gesammte Sandbedarf im Mittel ca. 0,15 cbm, die Herstellung erfordert bei noch zu richtenden Steinen 0,15—0,18, bei gerichteten Steinen 0,07—0,06 Pflasterer- und je 0,12—0,15 Handlangertagschichten. Für Geschirr sind ca. 10% zuzuschlagen. Nach ca. 8 Jahren ist in frequenten Strassen eine Umlegung und nach ca. 16 Jahren eine Erneuerung des Pflasters erforderlich.

c) Asphaltstrassen.

Die Anlage von Asphaltstrassen empfiehlt sich bei sehr grosser Frequenz. Auf einer 15—20^{cm} starken oben glatten und gut ausgetrockneten Betonunterlage wird in heissem Zustand (jedoch nicht über 140°) eine Schichte von fein gemahlenem Asphalt von 6—7^{cm} Stärke (nach der Compression 4—5^{cm}) aufgetragen und letztere durch erhitzte Walzen oder erwärmte Stämpfel von allmälig zunehmendem Gewicht comprimirt. 1 qm Asphaltpflaster kostet ca. 12 Mark, incl. 15—20^{cm} hoher Betonunterlage ca. 18—22 Mark.

In Paris wird der auf die Fahrbahnen gebrachte Asphalt ausschliesslich gestampft. In sehr frequenten Strassen wird statt des sonst ausgeführten 20—22^{cm} starken Betons ein 12^{cm} starker Kalkbeton und über diesem eine 10^{cm} starke Portlandcementbetonschichte hergestellt, welche mit einer Cementmörtelschichte von ca. 1^{cm} Stärke abgeglichen wird; der Asphalt wird 4—6^{cm} hoch aufgebracht und hierdurch eine weitere Abgleichung bewerkstelligt. Der Asphalt muss mindestens 7% Bitumen enthalten. Der natürliche Asphalt wird zerkleinert und in 7/5 der gewünschten Stärke am Verwendungsplatz ausgebreitet, alsdann abgerammt und durch erwärmte Glätteeisen geebnet.

Bei Wiederverwendung alten ausgebrochenen Stampfasphalts zu Fahrbahnherstellungen wird nach erfolgter Reinigung 1/4 altes mit 3/4 neuem Asphaltpulver gemengt. In Paris betragen die Herstellungskosten hiernach excl. Beton 9,5—12 Mark. 1000 kg Asphaltfels kosten 58 Mark, 1000 kg von Seyssel in Kuchenform 87 Mark, 1000 kg Mineraltheer oder reines Bitumen von Trinidad 270 Mark.

Bevor der Asphalt auf den Beton aufgebracht wird, muss der letztere ganz ausgetrocknet sein.

Bei Asphaltstrassen muss ein Aufreissen der Strasse unter allen Umständen vermieden werden, wesshalb die Asphaltirung*) öfters nur in der Mitte der Strassen vorgenommen wird, wo gewöhnlich keine Dohlen, Wasser- und Gasleitungen eingelegt sind.

Ein Nachtheil der Strassen mit Asphalt comprimé ist die bei Nässe und Koth sich bildende Schmiere, es muss daher die Fahrbahn entweder mit feinem Kies bestreut oder durch Besprengen mit Wasser abgespült werden.

d) Holzpflasterungen.

Bei den gewöhnlichen Holzpflasterungen wird eine Schichte reinen Kieses 20—25^{cm} hoch stark trocken abgewalzt, worauf die Würfel von ca. 15^{cm} Höhe und nicht über 15^{cm} (gewöhnlich 12^{cm}) Breite auf eine 5^{cm} hohe Sandschichte gesetzt und abgerammt werden. Pro qm kostet das Holzpflaster ca. 30 Mark. Holzbahnen dauern zwischen 6 und 12 Jahre.

Das Copland'sche Holzasphaltpflaster wird auf eine ca. 15^{cm} starke, mit einer dünnen Asphaltschichte überzogene Betonunterlage versetzt. Hierauf wird das 30^{cm} hohe Holzpflaster gebracht; und die untere Hälfte der Fugen mit Asphalt, die obere mit Kies gedichtet. Der qm solchen Pflasters wurde in Hamburg mit 15 Mark bezahlt**).

In New-York wird das Strassenplanum mittelst Sand in das richtige Profil gebracht und darauf 2,6^{cm} starke in heissen Theer getauchte Bretter in Verband gelegt. Auf diese Bretter werden 13^{cm} hohe, 29^{cm} lange und 10^{cm} breite Holzwürfel mit 1,3^{cm} weiten, durch Einlegung entsprechend dünner Lattenstücke gebildete Fugen aufgelegt. Die Fugen werden mit erbsengrossem Kies vollgestampft, mit heissem Theer ausgegossen und mit Asphalt ausgefugt.

In ähnlicher Weise wurden Holzpflasterungen aus Weichholz auch in Wien ausgeführt, und kam hier der qm auf 12 Mark zu stehen.

e) Klinkerstrassen.

Klinkerstrassen erhalten ein ca. 30—35^{cm} hohes Sandbett, welches in Lagen unter Wasserzusatz abgewalzt wird. Hierauf werden die

*) Die Asphaltirung kann bei kalter oder regnerischer Witterung nicht ausgeführt werden. Da Steinkohlengas den Asphalt zerstört, so sind die Gasröhren unter Asphaltstrassen in besondere Kanäle oder unter die Trottoirs zu legen. Anstatt auf Beton kann der Asphaltbelag auch auf eine Unterlage von sehr fest abgewalztem und sauber abgeglichenem und ganz gut ausgetrocknetem Macadam aufgebracht werden.

**) Hierbei war noch anbedungen, dass alle innerhalb der ersten 15 Jahre entstehenden Reparaturen von dem Unternehmer unentgeltlich vorzunehmen sind.

bis zum Verglasen hartgebrannten Klinker von 12cm Länge, 12cm Breite und 5cm Dicke, welche noch ca. 4cm hoch mit Sand überdeckt werden, verlegt. Zur Herstellung eines qm sind ca. 60 Klinker erforderlich, und kostet der qm ca. 8 Mark. Die Handarbeit incl. Einschlämmen und Abrammen des Sandbetts erfordert pro qm ca. 0,55 t eines Pflästerers und 0,55 t eines Handlangers; für Geschirrunterhaltung sind 10% zuzuschlagen.

Die Druckfestigkeit der Klinker darf nicht unter 200 kg. pro qcm sinken.

Anlage der Fuss- und Reitwege, sowie der Trottoirs.

Fusswege, welche in breiten städtischen Strassen zwischen Baumreihen und nicht trottoirartig angelegt werden, erhalten in Paris eine stark abgewalzte mit starkem Seitengefäll versehene Decke von gesiebtem Naturkies oder zerkleinertem Porphyrkies von mindestens 5cm Stärke.

Wo bei der Strassenunterhaltung Kalksteine und dergl. zur Verwendung kommen, werden die Fusswege auch mittelst feinem Kies oder grobem Sand, welcher auf ein angenetztes ca. 6—8cm hohes Bett Strassenmorast aufgeschüttet und etwas eingestampft wird, hergestellt. Die Morastschichte wird zweckmässig auf eine mindestens 8cm hohe Lage Grobgeschläg aufgebracht.

Reitwege werden mit Bordsteinen gegen die eigentliche Strassenfahrbahn abgegrenzt; in Hamburg, Wien u. a. O. wird ein 17cm tiefer Schotterkoffer hierfür ausgehoben, auf die Sohle eine 7cm hohe Lage Kies oder dergl. gebracht und der weitere Raum mit einer dichten Mischung von Gerberlohe, Sand und Sägspähnen (in gleichen Theilen gemengt) ausgefüllt. Bei trockenem Wetter ist eine Besprengung solchermassen hergestellter Wege nothwendig.

Die Trottoirs bestehen aus der eigentlichen Laufbahn und aus den Randsteinen. Letztere werden in der Regel aus Granit hergestellt, erhalten bei überhöhten Trottoirs 30—35cm Höhe. In Paris beträgt die untere Breite 33cm, der Anlauf 3cm, die Seitenneigung 1cm; der Preis pro Meter ca. 13 Mark 50 Pf.

Die Trottoirs werden aus Gussasphalt entweder auf Mauerung oder auf Beton hergestellt. Thoreinfahrten erhalten in Paris eine geriefte Stampfasphaltdecke oder ein diagonales Pflaster aus quadratischen Steinen. Der Gussasphalt erhält 15mm Stärke; derselbe besteht gewöhnlich aus 100 Gewichtstheilen Asphaltmastyx, 6—7 Gewichtstheilen Bitumen und 60 Gewichtstheilen Grobsand von nicht über 5mm Korngrösse. Der Preis stellt sich in Paris auf 3 Mark 20 Pf. pro qm. Der gewöhnlich 10cm starke Beton kommt auf 1 Mark 80 Pf. bis 3 Mark pro qm zu stehen. Bei Umwandlungen wird die Hälfte der alten mit der Hälfte der neuen Mischung versetzt. Die Herstellung eines 15cm starken Asphaltüberzugs erfordert pro qm 0,08 t eines Asphalteurs und 0,1 t eines Handlangers; für Kohlen sind 10 Pf. zuzuschlagen. Pro qm sind ca. 10 kg Asphalt erforderlich.

Die neuerdings sehr beliebten, gewalzten, plattenförmigen Portlandcementtrottoirs bestehen aus einer Unterlage von Beton (1 Theil Cement und 10 Theile Kies) von 10—15cm Stärke und einem Ueberzug von 1½—2½cm Cementmörtel in 2—3 Lagen, deren oberste aus 5mm Stärke entweder aus reinem Cement oder aus einer Mischung von 1 Theil Cement und 1 Theil Sand besteht. Der Preis beträgt bei einem Grundpreis von 6 Mark pro cbm Kies oder Sand 3 Mark 80 Pf. bis 4 Mark 10 Pf. bei 10cm, desgl. 4 Mark bis 4 Mark 30 Pf. bei 12cm, und 4 Mark 25 Pf. bis 4 Mark 50 Pf. bei 15cm starker Betonunterlage. Einfahrten erhalten bei 17cm Stärke der letzteren einen 3cm starken Cementmörtelüberzug und kosten dann pro qm ca. 5 Mark 50 Pf.

Mosaikpflaster, gewöhnliches, kostet ca. 2 Mark 50 Pf. pro qm, farbiges dagegen 7 Mark. Das Unterbetten, Einschlemmen und Bedecken erfordert überdies pro qm noch 0,1 cbm Kies.

Trottoirs aus Plättchen auf 8cm starker Betonunterlage kamen in Stuttgart 1878 zu stehen bei Grosshesselloher Plättchen auf 5 Mark 50 Pf. bis 6 Mark pro qm, desgl. Mettlacher auf 8 Mark 30 Pf. bis 9 Mark 30 Pf., desgl. Sinziger auf 9 Mark 30 Pf., desgl. Saargemünder, gerippt, auf 7 Mark 65 Pf., mit Kreuzfugen auf 5 Mark 50 Pf. pro qm. Bei Einfahrten werden um 1/3 stärkere Platten verlegt und betragen dann die Mehrkosten 1—2 Mark.

Gusseiserne Rinnen zur Abführung des Dachwassers, $126/137^{mm}$ weit, kosten bei 30 kg Gewicht pro Meter ca. 8—9 Mark. Gusseiserne, oben gerippte Einfahrtsplatten (über die Strassenrinnen) von 3^{m} Länge 40^{cm} Breite 35^{mm} Dicke wiegen ca. 240 kg und kosten ca. 20 Mark pro 100 kg.

Die Umwandlung alter gepflasterter Trottoirs in solche aus Granitplatten oder Asphalt kostet in Paris (19,2 K + 8,84) M. bei Granit-Fusswegen und (5,8 K + 12,86) M. bei Asphalt-Fusswegen, worin K die Fusswegbreite bezeichnet. Die Kosten der Wegräumung des alten Pflasters, das Versetzen der Bordsteine, überhaupt sämmtliche Arbeiten bis zum fertigen Anschluss an die Fahrbahn sind hierin inbegriffen.

Die Fahrbahn von Strassenbrücken

besteht entweder aus doppelten Bohlen von Forchen-, Eichen- oder Buchenholz und $12—16^{cm}$ Gesammtstärke, oder aus einem Bohlenbelag mit $15—20^{cm}$ Kiesüberdeckung. Anstatt Kies wird auch eine Steinkohlentheer-Concretschichte von $12—18^{cm}$ Höhe mit ca. $2{,}5^{cm}$ starker Asphaltdecke (zwischen der Concretschichte und der Bohlenbahn manchmal noch eine elastische, $1{,}5^{cm}$ hohe Asphaltschichte) oder Asphaltbeton aufgebracht.

Bei sehr starker Frequenz ist ein (oberer) Dielenbelag von Eichen- oder Buchenholz schon in 4—5 Jahren zu erneuern, bei geringer Frequenz, bei welcher die Fäulniss mehr in Betracht kommt, dauert ein Eichenholzbelag auch bei Schotterüberdeckung ca. 15 Jahre.

Bei frequenten Strassenbrücken in Städten (z. B. Weserbrücke in Bremen) erhält der Bohlenbelag eine Asphaltpappe- oder dergl. Isolirschichte, auf welche ein Holzklotzpflaster von ca. 15^{cm} Höhe gelegt wird.

Statt des Eichenholzes empfiehlt sich auch die Verwendung von rothem, harzreichem, engringigem, aus Hochgebirgslagen oder aus dem Norden bezogenen Forchenholz.

Bei eisernen Strassenbrücken mit sehr starker Frequenz werden entweder zwischen eisernen Längsträgern gewölbte $1/2—1$ Stein starke $1{,}0—2{,}^{m}0$ weite, mit einem Portlandcementmörtel- oder mit einem Asphaltüberzug versehene Kappen eingebracht. Hierauf wird sodann der Macadam oder die Pflasterung aufgebracht.

Ausserdem kommen zur Herstellung der Fahrbahnen Buckelplatten, Wellenbleche und Zoreseisen, siehe S. 21, 22 und S. 47, zur Verwendung. Neuerdings werden letztere mit Recht besonders bevorzugt. Bei der Wahl eines Macadams werden die zugerichteten Steine des Grundbaues direct auf die Zoreseisen gestellt. Bei Anwendung von Pflaster werden Klinker oder Backsteine zwischen die Zoreseisen in Mörtel und hierauf das Pflaster in Sand verlegt.

Schiffbrücken

bestehen aus zu 2 oder 3 zusammengekuppelten Pontons von Holz oder Eisen, welche z. B. bei der Mainzer Brücke eine Länge von 15^{m} und eine Breite von 3^{m} haben. Die Fahrbahnbreite beträgt hier $6{,}^{m}6$. Die hölzernen Brückentramen liegen auf in den Pontons stehenden (1—2) Jochen auf und reichen über 2—3 Pontons, sodass einzelne zusammenhängende Brückenglieder entstehen, welche mit je 2 Stromankern und zuweilen auch noch mit einem Windanker festgehalten werden. Auf den Tramen befindet sich ein beiderseits mittelst einer Längsschwelle festgehaltener Bohlenbelag. In Mainz beträgt die Länge eines solchen Gliedes $23{,}^{m}7$, der Schiffsabstand von Mitte zu Mitte $8{,}^{m}7$, die Eintauchungstiefe $0{,}^{m}55$ bei $1{,}^{m}44$ Schiffshöhe.

Zur Vermittlung des Uebergangs von den Schiffen nach den Uferwegen dienen Bockgerüste, an welchen gewöhnlich die Rampenunterzüge an Schraubenspindeln hängen.

Strassenwalzen, Strassenreinigungsmaschinen.

Strassenwalzen mit Pferdebetrieb haben gewöhnlich 7—9 Tonnen Gewicht bei einer Bespannung von 6—8 Pferden; bei Dampfbetrieb sind zwei Walzen zu Triebwalzen gekuppelt, welche ein Gesammtgewicht von 17—30 Tonnen haben, bezw. pro lfd. Meter Walze ein Gewicht von 6—8 Tonnen. Die mittlere Geschwindigkeit pro Stunde beträgt 3 K^{m}. Im Durchschnitt wird ein cb^{m} Schotter bei einer Arbeit von 4—5 Kilometertonnen eingewalzt oder pro Stunde eine Steinschlagmenge = $3/4$ des Walzengewichts. Die Einwalzung des zu benetzenden Schotters soll in

Lagen von nicht über 12cm Höhe erfolgen. Bei Verwendung von Pferdewalzen soll die Steinbahn im Ganzen ca. 25mal überwalzt werden.

Eine gewöhnliche gusseiserne Strassenwalze von 1,m57 Durchmesser, 1,m8 Länge mit Holzrahmen, Deichsel, schmiedeeiserner Axe und vollständiger Ausrüstung kostet ca. 1600 Mark.

Desgleichen bei 1,m43 Durchmesser, 1,m29 Länge und completer Einrichtung für 4 Pferde bei einem Gesammtgewicht von 4 Tonnen (incl. Wasserfüllung 5 Tonnen), ferner mit Annässvorrichtung und Doppelbremse ca. 1850 Mark.

Ueber die Kosten der Walzarbeiten, sowie über die Leistung weiterer Dampfstrassenwalzen s. S. 80.

Eine Strassenkehrmaschine von Jakob & Becker in Leipzig, s. auch den Inseratentheil, kostet ca. 780 Mark incl. Ausrüstung. Dieselbe wird von einem Pferd gezogen, von einem Mann bedient und reinigt ca. 10,000 qm gepflasterte oder macadamisirte Strasse von Staub oder dünnflüssigem Strassenkoth. Die Kehrmaschine wird namentlich bei gepflasterten Strassen verwendet. Die Betriebskosten machen die Maschinenarbeit ca. um 50 % billiger als die Handarbeit.

Die Patentabzugmaschine von dens. Lieferanten eignet sich besonders für sehr kothige Chausseen. Die Maschine wird von einem Pferd gezogen und von einem Arbeiter bedient, und reinigt pro Stunde ca. 4000—5300 qm. Bei Verwendung zweier Pferde steigt die Nutzleistung pro Tag auf ca. 8700 qm, während ein tüchtiger Arbeiter pro Tag nur ca. 700 qm zu reinigen vermag, somit stellt sich bei letzterer Methode der Aufwand pro 100 qm auf ca. 32—35 Pf., beim Maschinenbetrieb dagegen auf ca. 18 Pf. incl. Amort. etc. Die Maschine eignet sich auch zum Schneeräumen und kostet ca. 520 Mark.

Ein Sprengwagen von Eckert in Leipzig kostet ca. 1150 Mark und verursacht um ca. 40 % geringere Kosten als die direkte Besprengung mit Hydranten. Mit 1 cbm Wasser werden ca. 800 qm Strassenfläche besprengt.

Ueber die Kosten von weiteren bei Strassenbauten vorkommenden Arbeiten etc. s. S. 79 und 80.

Strassenunterhaltung.

Der Materialverbrauch ist bei gleicher Beschaffenheit des Materials von der Grösse und der Art des Verkehrs, von der Lage, dem Gefäll etc. der Strasse abhängig. Derselbe wächst mit der Zunahme des Verkehrs in geringerem Maasse als in arithmetischem Verhältniss.

Im Allgemeinen darf angenommen werden, dass die in gleichen Zeiten und unter gleichen Verhältnissen verbrauchten Schottermengen sich umgekehrt wie die Quadrate der Festigkeit der verwendeten Materialien verhalten.

Macadamisirte Strassen nützen sich hauptsächlich durch Zerdrückung der Schottersteine ab. Nach Kaven ergibt sich bei Steinen von sehr grosser Härte, dass die Volumina der zerdrückten Steine untereinander sich im Verhältniss 5/4, bei Vergleichung sehr weicher mit sehr harten Steinen wie 2 : 1 zu den Festigkeiten derselben verhalten. Unter sonst gleichen Verhältnissen würde somit 1 cbm Basalt von 1680 kg pro qcm Zerdrückungsfestigkeit gleichkommen:

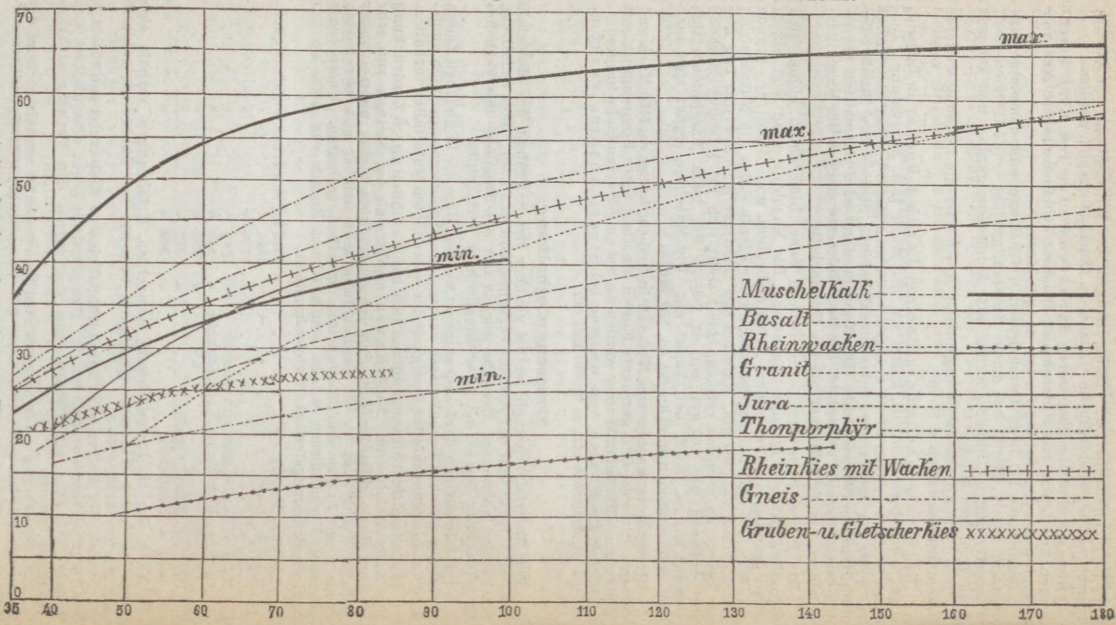
1,16 cbm	Basalt	. . . . .	von	1512 kg	Zerdrückungsfestigkeit.
1,34 «	«	. . . . .	«	1344 «	«
1,70 «	«	. . . . .	«	1176 «	«
2,15 «	kieseliger Grauwacke	.	«	1008 «	«
3,00 «	kieseligem Korallenkalk		«	840 «	«
3,80 «	«	«	«	756 «	«
5,00 «	Muschelkalk	. . . . .	«	672 «	«
7—8 «	Sandstein	. . . . .	«	588 «	«

Nach den in Braunschweig gemachten Erfahrungen verhält sich hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit Schotter aus Gabbro zu solchem aus Muschelkalk = 8 : 1.

Durch das Walzen wird durchschnittlich eine Ersparniss von 30—35 % an Unterhaltungsmaterial erzielt. Dampfwalzen geben eine glattere und festere Fahrbahn als Pferdewalzen und stören den Verkehr nicht so lange als letztere.

Die Abnützung einer ungewalzten Strassenbahn verhält sich zu der einer mit Pferden gewalzten bezw. mit Dampfwalze befestigten Strassenbahn angenähert = 3 : 2 : 1.

Graphische Darstellung des Schotter-Materialverbrauchs.



Bei sehr frequenten Strassen sind partielle Reparaturen (Flicksystem) unzweckmässig, vielmehr sind ganze Decklagen aufzubringen, nachdem die Abnützung der Schotterdecke bis auf 8—10^{cm} (im äussersten Fall 12^{cm}) fortgeschritten ist. Diese Decklagen sind abzuwalzen und ebenso wie Neuchaussirungen zuvor mit einer Sandschichte oder einer dünnen Lage von gereinigtem Strassendetritus zu überdecken. Wenn thunlich sind die Strassen hierbei in 2 Hälften zu theilen, welche nach einander hergestellt werden.

Im Mittel werden die Decken je nach der Frequenz alle 3—6 Jahre erneuert.

In Braunschweig ist das Decksystem bei der Unterhaltung auch weniger frequenter Wege allgemein durchgeführt. Das Aufbringen der Decklage erfolgt hier auf die ganze Strassenbreite in Längen von 0,5 K^{m}.

Bei Staatsstrassen wird die erneuerte Schotterdecke bei Verwendung von Pferdewalzen ca. 10—20mal überwalzt, die vollständige Comprimirung aber den Radfelgen überlassen. (Die Zahl der Walzungen hängt von der Stärke der Schüttungen, der Beschaffenheit des Schottermaterials und dem Feuchtigkeitsgrad ab.) Bei städtischen Strassen, wobei auf die Comprimirung durch Fuhrwerke keine Rücksicht genommen werden soll, ist bei einer genügend angenässten, ca. 12—14^{cm} starken, neuaufgebrachten Schotterdecke die Zahl der Walzentouren (bei ca. 9 tons Gewicht der Walze und 1,6^{cm} Cylinderbreite) = ca. 40.

Bei minder frequenten Strassen (bis zu einem Verkehr von ca. 300 Zugthieren pro Tag) wird häufig das sogenannte Flicksystem mit partiellen Ausbesserungen der Fahrbahn dem oben angeführten Decksystem vorgezogen.

Nähere Anhaltspunkte über die Kosten der Unterhaltung chaussirter Strassen finden sich in den Beiträgen zur Statistik der Strassenunterhaltung Badens vom Jahr 1863. Hiernach ist die graphische Darstellung des Materialverbrauchs (s. Seite 140) verfasst worden. Für die Unterhaltung mit Granit- und mit Muschelkalksteinen sind daselbst Curven der Maxima und Minima eingetragen, da hierfür die meisten Beobachtungen vorlagen und besonders grosse Ungleichheiten bezüglich der Anlage der Strassen etc. vorhanden sein müssen.

Es ergab sich ferner der jährliche Materialverbrauch in cbm bei einem mittleren Verkehr

		bei Porphyr-,	Muschelkalk-,	Rheinkiesstrassen,
von 300 Zugthieren	im Mittel zu:	42 cbm	72 cbm	45 cbm
« 400 «		52 «	90 «	54 «
« 500 «		62 «	— «	62 «
« 600 «		70 «	— «	70 «

Der Arbeitsaufwand bei der Unterhaltung der Strassen hängt sowohl von den bei der Ermittelung des Schottermaterialverbrauchs angegebenen Faktoren als auch davon ab, ob den Strassen ein mehr oder weniger geordnetes Aussehen gegeben werden soll. Der Arbeitsaufwand excl. Kothabfuhr und Steinezerkleinerung ist in Tagschichten pro Kilometer und Jahr bei gut unterhaltenen Staatsstrassen wie folgt anzuschlagen:

Bezeichnet a Muschelkalk, Jura- oder Thonporphyrschotter, b Gneis-, Basalt-, Feldsteinporphyrschotter mittlerer Qualität bezw. besten Thonporphyrschotter, c sehr harten Granit-, Gneis-, Porphyrbreccien- und Gabbroschotter, ferner Gletscherkies, Rheinkies und Rheinwacken, so ergibt sich nach der oben angeführten Statistik der Strassenunterhaltung in Baden:

Zahl der Tagschichten, der Strassenwarte u. Hilfsarbeiter pro Kilom. bei Verwend. von:	Tägliche Frequenz in Zugthieren:	35—40	40—60	60—80	80—100	100—120	120—140	140—160	160—180
	a	80	100	120	133	145	156	164	170
	b	70	80	95	108	120	129	137	145
	c	50	57	70	83	92	98	104	109

Durchschnittlich kostet die Strassenwartung in Baden 102 Mark pro K^m, der Aufwand für weitere Handarbeiten 47 Mark, zus. 149 Mark.

Es stellte sich ferner der Arbeitsaufwand der Hilfsarbeiter pro cbm eingebrachten Materials bei einem Materialverbrauch pro K^m von:

	20 cbm	45 cbm	100 cbm
bei Porphyrstrassen . . .	zu 0,40 t	0,55 t	0,85 t
« Muschelkalkstrassen .	« 0,80 t	0,90 t	1,00 t
« Rheinkiesstrassen . .	« 0,45 t	0,60 t	0,90 t

In Baden kostet die Unterhaltung von 1 Kilometer Staatsstrasse durchschnittlich pro Jahr 490 Mark, in Preussen ca. 630 Mark, in Braunschweig 660 Mark, in Württemberg ca. 550 Mark, wovon ca. 200 Mark auf die Materialbeischaffung entfallen. Für je 80—100 K^m Strasse ist in Baden ein Strassenmeister aufgestellt. Ein Strassenwartsdistrikt ist gewöhnlich 3,5—3,8 K^m lang.

Dagegen betrug der Aufwand für die badischen Vicinalstrassen im Jahr 1878 durchschnittlich nur 162 Mark pro K^m; und in Braunschweig ca. 410 Mark.

Ueber die Kosten der Unterhaltung etc. von städtischen Strassenpflasterungen sind nach der D. Bztg. 1877 folgende Erfahrungsresultate zu verzeichnen:

	Dauer in Jahren.	Anlagekosten pro qm in Mk.	Unterhaltungskosten pro qm.	Jahreskosten pro qm Bahn in Mk.	1 Zugthier stürzt auf eine Wegstrecke von K^m
Wiener Granitpflaster . .	35	15,5—17	8,75	0,67	—
Granitpflaster in London	15,6	19	7,06	1,88	212
Asphaltpflaster « «	17	19,1	16,42	1,73	307
Holzpflaster « «	11,34	16,08	16,91	3,14	531

In Pest ergab sich folgende Vergleichung bezüglich der Kosten verschiedener Pflasterungen (in Mark) in einem Zeitraum von 15 Jahren:

	Granit		Trachyt	Asphalt	Holz-
	in Schotter	in Beton.	in Schotter.	compr.	pflaster.
Anlagekosten .	22,6	25,4	13,9 13,9	21,8	15,0
Erhaltungskosten	12,0	9,0	15,0	15,0	30,0
Summe . .	34,6	34,4	42,8	36,8	45,0

Zu dem Holzpflaster wurde schlechtes Holz verwendet; auch war der Untergrund nicht genügend entwässert.

In New-York stellen sich die Gesammt-Anlage- und Unterhaltungskosten von Holzpflaster auf 28,36 Mark pro qm.

In Paris stellen sich bei einer mittleren Tagesfrequenz von 4922 Zugthieren die Unterhaltungskosten bei den Pflasterstrassen auf 0,48 Mark, bei chaussirten Strassen auf 1,4 Mark und beim Asphaltpflaster auf 0,88 Mark pro qm. Ebendaselbst kostet die Unterhaltung der asphaltirten Trottoirs ca. 28 Pf. pro qm und Jahr. Durchschnittlich alle 15 Jahre muss ausserdem die Asphaltschichte neu gelegt werden; dagegen kostete die Unterhaltung der asphaltirten Fahrbahnen durchschnittlich jährlich 1 Mark, wofür der Unternehmer je $^1/_{15}$ der Gesammtfläche neu zu belegen hat.

Die Handarbeit für das Auswechseln eingesunkener Steine wird mit 0,123 Mark pro qm bezahlt.

Die Abnützung der chaussirten Strassen in Paris beträgt bei Verwendung der härtesten Steinmaterialien pro K^m und 100 Pferde 11,1 cbm, dieselbe ist für verschiedene Frequenzen ziemlich gleichbleibend.

Auszug aus der Circularverfügung des preussischen Handelsministeriums vom 17. Mai 1871, betreffend die Aufstellung der Projecte und Kostenanschläge für den Bau von Kunststrassen.

I. Aufstellung des Projects.

Uebersichtskarten im Maassstab 1 : 20000 — 1 : 200000.

Situationspläne zur Darstellung des Projects im Maassstab 1 : 5000. Expropriationskarten im Flurkartenmaassstab, bei schwierigen Stellen im Maassstab 1 : 625, 1 : 1000 und 1 : 1250.

Die Chausseelinien sind in Stationen von 100^{m} Länge zu theilen.

Bei je 50^{m} ist ein Zwischenpunkt einzuschalten. Jede 10. Station ist durch eine römische Ziffer als Hauptstation hervorzuheben.

Im Längenprofil werden die Längen im Maassstab des Situationsplans (gewöhnlich 1 : 5000) aufgetragen, die Höhen in einem 25fach grösseren (gewöhnlich 1 : 200).

Die höchsten und niedersten Wasserstände der die projectirte Strassenlinie berührenden Gewässer sind einzuzeichnen.

Querprofile müssen rechtwinklig zur Mittellinie des Strassen planums aufgenommen (und zwar bei allen erheblichen Aenderungen der Terrainoberfläche) und im Maassstab 1 : 200 aufgezeichnet werden Die Normalprofile für die Steinbahn, Quergefälle, Böschungen etc. dagegen im Maassstab 1 : 100.

Projecte von Kunstbauten sind bis 50^{m} lichter Weite des Objects im Maassstab 1 : 100 zu zeichnen, die Details im Maassstab 1 : 50, 1 : 25 oder 1 : 10, je nachdem dies die deutliche Darstellung erfordert. Bei Plänen von Dienstgebäuden, Futtermauern genügt 1 : 100.

In den Projecten von Brücken über 5,^{m}0 Länge sind die Ergebnisse etwaiger Bodenuntersuchungen und die Wasserstände einzuzeichnen. Maassstäbe (und eine Standlinie in den Karten) sind allen Plänen beizugeben.

In sämmtlichen Zeichnungen sind die wichtigsten Abmessungen einzutragen.

II. Lage und Gefälle des Strassenzugs.

Lage der Strasse. Die Strassen sind dem Terrain thunlichst sich anschliessend und auf trockenen Untergrund zu legen, so dass starke Krümmungen vermieden werden. Sind letztere nicht zu umgehen, so ist bei einem mittleren Radius von 75^{m} und weniger auf eine angemessene Verbreiterung der Strasse beziehungsweise der Steinbahn Bedacht zu nehmen.

Gefälle. Hohe Auf- und Abträge sind thunlichst zu vermeiden, übermässige Steigungen sollen ohne dringende Nothwendigkeit nicht vorkommen. Dabei ist ein häufiger Wechsel des Steigens und Fallens zu vermeiden und bei Ueberschreitung von Bergen und Wasserscheiden die Vertheilung des Gefälls in der Art anzustreben, dass, bevor die grösste Höhe nicht erreicht ist, die einmal gewonnene Höhe ohne besondere Umstände nicht aufgegeben wird.

Als Maximalsteigungen gelten in der Regel:

a) in gebirgigen Gegenden 5%, b) im Hügellande 4%, c) im Flachlande 2,5%. Das Gefälle ist nur nach ganzen Millimetern pro Meter Länge zu normiren.

Bei anhaltenden Steigungen von grösserer Gesammthöhe als von 30^{m}, und wenn eine stärkere Steigung als von 4% angewendet wird, ist auf jede folgende Höhe von 30^{m} die Steigung um je ½% zu vermindern, bis dieselbe 4% erreicht hat.

Ruheplätze. Können die Maximalsteigungen von mehr als 4% auf längeren Strecken nicht vermieden werden, so sind in Entfernungen von 600—800^{m} Ruheplätze von wenigstens 30^{m} Länge, denen höchstens eine Steigung von 1% gegeben werden darf, anzulegen.

Horizontale Strassen sind nur dann zulässig, wenn die Strasse eine freie Lage hat und eine besonders gute Entwässerung stattfindet.

Die Strassenkrone ist wenigstens 0,^{m}6 über den bekannten höchsten Wasserstand, welcher die Strassen erreicht, zu legen.

III. Construction der Strasse.

Breite der Strasse. Die Breite des Planums richtet sich im Allgemeinen nach der Frequenz und der hierdurch bedingten Breite der Steinbahn, zugleich aber auch nach dem Erforderniss eines Sommerwegs.

In der Regel ist dem Planum nicht über 12^m und nicht unter 9^m Breite zu geben. Hinsichtlich der Verbreiterung in Krümmungen siehe oben. Ueber die gebräuchlichsten Abmessungen des Planums und der einzelnen Theile desselben siehe die untenstehenden Tabellen.

Gräben. Liegt das Planum nicht mindestens $0,^m6$ über dem Terrain, oder ist dasselbe ganz oder theilweise in das Terrain eingeschnitten, so ist auf beiden Seiten, resp. auf der einen Seite ein Graben anzulegen. Ausserdem sind überall da, wo durch die Anlage der Strasse der natürliche Abfluss des Wassers behindert oder concentrirt wird, Vorfluthgräben anzulegen.

Die Dimensionen der Gräben richten sich nach der abzuführenden Wassermenge resp. nach ihrem Gefälle, siehe unten Tabelle.

Die Grabenböschungen sind in der Regel 1½fach anzulegen, eine einfache Anlage ist nur ausnahmsweise in genügend motivirten Fällen zulässig.

Gepflasterte Rinnen. In gebirgigem Terrain und bei seitlichem tiefem Einschnitt ist es zulässig, anstatt des Grabens eine gepflasterte Rinne von $1-1,^m5$ breit anzulegen. Hierbei ist es übrigens geboten, das Wasser häufig seitwärts unter der Strasse hindurch abzuführen.

Die Breite des Schutzstreifens längs des äusseren Grabenrandes oder am Fusse von Dammschüttungen beträgt bei mittlerem und schlechtem Land $0,^m6$, bei gutem Land $0,^m5$.

Böschungen. Alle Aufträge in reinem Sandboden, sofern die Böschungen nicht mit guter Erde bedeckt werden, erhalten eine 2fache, in andern Bodenarten eine 1½fache Anlage. Den Abträgen ist nach Beschaffenheit des Bodens oder Felsens eine etwas steilere Anlage zu geben, doch darf nur in besonders festen Felsarten unter ½fache Anlage herabgegangen werden. In niedrigen Einschnitten sind dagegen zur Verhütung von Schneeverwehungen die Böschungen abzuflachen.

Strassendämme über moorigem oder nachgiebigem Grunde sind mit breiten Banketts, welche bis zum höchsten Wasserstand reichen, herzustellen. Ist die Strasse Hochwasserfluthen oder dem Wellenschlag ausgesetzt, so ist auf geeignete Befestigungen oder flache Böschungen Bedacht zu nehmen.

Das Quergefälle der Steinbahn richtet sich zum Theil nach dem Längenprofil der Strasse, so dass bei starkem Gefäll ein geringeres Quergefäll angewendet wird, ausserdem wird dasselbe durch die Härte des Schottermaterials bedingt.

Nach erfolgter Befestigung der Steindecke muss dieselbe bei festem Material ein Quergefälle von $3-5^{cm}$, bei mässig festem von $5-6^{cm}$ pro Meter der halben Breite der Steinbahn nachweisen.

Der Sommerweg und die Banketts erhalten ein Quergefälle von $3-5^{cm}$ pro Meter Breite.

Die Steinbahnen werden den örtlichen Verhältnissen entsprechend verschieden hergestellt und zwar:

a) aus einer Packlage mit Steinschlagdecke;
b) aus einem Unterbau von Grobschlag mit Steinschlagdecke;
c) aus Kies (Grand);
d) aus Kiesunterbau mit Steinschlagdecke;
e) aus einem Unterbau von Eisenschlacken oder Rasenerz mit Steinschlagdecke;
f) aus Pflaster von natürlichen Steinen;
g) aus hartgebrannten Ziegeln, sog. Klinkern.

Die Grösse der Steinstücke zur Packlage richtet sich nach der Stärke dieser Lage, diejenigen zu der etwa erforderlichen Mittellage dagegen nach der Qualität des Materials. Die Steinstärke zur Decklage darf bei festem Material nicht über $3-4^{cm}$ und bei weniger festen nicht über $4-5^{cm}$ betragen.

Die Klinkerbahnen erhalten wie das Pflaster eine Unterbettung von Kies oder reinem Sande, für erstere von $20-45^{cm}$, für letztere von $15-20^{cm}$ Stärke.

Nach Fertigstellung ist auf erstere eine 13^{cm} starke reine Sandschichte, auf letztere und zum Einfegen eine 4^{cm} starke Pflastersandschichte aufzubringen.

Der Sommerweg ist in der Regel mit Kies in mehreren Lagen von zusammen 8^{cm} Stärke zu befestigen. Die Befestigung des Banketts richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens und bedarf meistens keiner besonders zu beschaffenden Materialien.

IV. Durchlässe, Baumpflanzungen und Sicherheitsanlagen.

Durchlässe unter dem Strassenniveau dürfen nicht weniger als $0,^{m}5$ lichte Weite und Höhe erhalten. Werden Röhren eingelegt, so darf der innere Durchmesser nicht unter $0,^{m}25$ betragen, auch muss der Röhrenstrang in gerader Linie liegen. Seitendurchlässe müssen solche Dimensionen erhalten, wie sie der Wasserabfluss und eine gute Räumung erfordern.

Bei Baumpflanzungen ist die Entfernung der Bäume von einander stets nach ganzen Metern zu bemessen. Die zu pflanzenden Bäume müssen wenigstens 5^{cm} im Durchmesser und $2,^{m}5$ Stammhöhe haben, siehe ferner auch unten Tabelle.

Geländerpfosten sind in der Regel auf $4,^{m}0$ Entfernung zu setzen. Die darauf befestigten Holme müssen mit ihrer Oberfläche wenigstens $1,^{m}0$ über der Strassenkante liegen.

Werden Schutzsteine angewendet, so sind dieselben nach Erforderniss in Entfernungen von $1,^{m}5$, höchstens von 2^{m} und so zu setzen, dass sie wenigstens $0,^{m}75$ über die Planumskante hervorragen.

Die Veranschlagung von Erdarbeiten in ebenem Terrain, auf welchem die Herstellung des Strassenplanums weder nennenswerthe Aufnoch Abträge nöthig macht, kann nach laufenden Metern erfolgen, wenn die jedesmalige Planumsbreite und das Querprofil der Seitengräben angegeben wird. In andern Fällen ist nach den Längen und Querprofilen eine Massenberechnung nebst Dispositionstabelle zu fertigen. Zum Titel Erdarbeiten gehören auch die Kosten für etwaige Drainirungen und für die Unterhaltung der Böschungen bis zum Anbau der Steinbahn.

Tabelle

für die gebräuchlichsten Abmessungen bei Kunststrassen.

Breite in Metern.	Mit Sommerweg.					Ohne Sommerweg.					
Steinbahn	5,0	4,5	4,5	4,5	4,0	5,6	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5
Sommerweg	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—
Materialienbankett .	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5
Fussgängerbankett .	1,5	1,0	1,0	0,5	1,0	1,4	1,2	1,0	1,2	1,5	1,0
Gesammtbreite . . .	11,5	10,0	9,5	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	7,5	7,5	7,0

Dimensionen der Gräben in Metern.					
Obere Breite	4,0	3,6	2,4	2,1	2,0
Sohlenbreite	1,0	0,6	0,6	0,6	0,5
Böschungsbreite . . .	1,5	1,5	0,9	0,75	0,75
Tiefe	1,0	1,0	0,6	0,5	0,5

Baumpflanzung.
$0,^{m}3$ Abstand der Bäume von der Planumskante.
$1,0—0,^{m}6$ Durchmesser und Tiefe der Baumlöcher.
$2,^{m}5$ Stammhöhe.
$0,05^{cm}$ Baumstärke.

Bedarf an Steinmaterial.

Bei 17^{cm} hohem Steinpflaster pro qm —⁚· 0,16—0,18 cbm
Bei 21^{cm} hohem Steinpflaster pro qm —⁚· 0,21—0,23 cbm
} je nach der Beschaffenheit des Materials.

Zu einer neuen Steinbahn sind erforderlich zu den beiderseitigen $0,05—0,^{m}1$ breiten und $20—25^{cm}$ hohen Bindsteinen pro Hektometer —⁚· 3,4 cbm, abgerundet für die Veranschlagung 3,5 cbm.

Die durchschnittliche Stärke der Pack- und Zwicklage resp. der Decklage ist in der Mitte um 13^{mm} zu vermehren und an den Seiten um eben so viel zu vermindern.

Bei Steinbahnen aus einem Unterbau von Grobgeschläg mit Steinschlagdecke gelten für das Grobgeschläg diejenigen Maasse und Steinquantitäten wie in der Tabelle für die Pack- und Zwicklage.

Bei der Unterhaltung der Strassen erscheint es zweckmässig, die Steine in Haufen von 0,5 oder 1,0 cbm, bei Neubauten in Haufen von einem oder mehreren ganzen Cubikmetern aufzusetzen.

XXI. Wasserbau.

Der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels liegt 1,^{m}077 über dem des Pegels in Swinemünde und 3,^{m}513 über dem zu Neufahrwasser.

Der Amsterdamer Mittelwasserstand befindet sich 3,^{m}369 über dem Pegel zu Neufahrwasser, 0,^{m}155 unter dem Mittelwasser daselbst und 0,^{m}120 unter dem zu Swinemünde.

Der Nullpunkt des bayrischen Normalhorizonts liegt 862^{m} über dem Meeresspiegel in den Lagunen bei Venedig und angenähert = 861,^{m}35 über dem Amsterdamer Pegel. Der Bodenseepegel bei Lindau liegt 466,^{m}976 unter dem Normalhorizont, also auf den Amsterdamer Pegel bezogen in einer Höhe von 394,^{m}384.

In Elsass-Lothringen liegt das Nivellement general de la France bei Bestimmung der Meereshöhen zu Grunde und zwar liegt der Nullpunkt von Marseille um 0,^{m}809 und der von Havre 0,^{m}526 höher als der Amsterdamer Pegel.

Die jährliche Regenhöhe beträgt in Berlin ca. 60^{cm}, in Süddeutschland ca. 80^{cm}, im westlichen Preussen ca. 58^{cm}, in den Rheinlanden ca. 65^{cm}, im Durchschnitt in Deutschland 67—68^{cm}; hiervon entfallen ca. 18% auf den Winter, 23% auf das Frühjahr, 36% auf den Sommer und 23% auf den Herbst.

Die stärksten beobachteten Niederschläge bei anhaltenden Landregen betragen bis zu 7^{mm}, bei Wolkenbrüchen 40 bis 60^{mm} pro Stunde. Niederschläge von 4^{mm} pro Stunde bei den ersteren, und von 23^{mm} pro Stunde bei Wolkenbrüchen (von 1 Stunde und weniger Dauer) sind nicht gerade selten.

Frisch gefallener Schnee liefert beim Schmelzen 1/12—1/10 seines Volumens Wasser.

Von dem Regenwasser verdunstet ein Theil, ein weiterer versickert (oder wird von den Pflanzen absorbirt), der letzte Theil fliesst oberflächlich ab. Je nach der Beschaffenheit und der Cultur des Bodens sind die betreffenden Wassermengen verschieden. Im Allgemeinen wird angenommen, dass 1/3 der ganzen Regenmenge versickert (und zur Quellbildung dient), 1/3 verdunstet und 1/3 oberflächlich abfliesst.

Die Verdunstungshöhe einer den Winden zugänglichen Wasserfläche ist in Deutschland im Freien mindestens zu 60^{cm}, im Walde zu ca. 25^{cm} anzunehmen; dieselbe kann sich bis auf's Doppelte steigern. Stark fand als 14jähriges Mittel für die Verdunstungshöhe in den Sommermonaten 20^{cm}. Die Verdunstung einer mit Gras bestockten Fläche fand Schübler 2,2mal grösser als die einer freien Wasserfläche. Im Wald ist die Verdunstung um ca. 60% geringer bei streufreiem Boden als im freien Felde, bei streubedecktem Boden um ca. 85%. Die Verdunstung eines freien Feldes ist etwas grösser als die einer freien Wasserfläche.

Im Walde gelangen nur 75% des Niederschlags auf den Boden, der Rest wird von den Baum-Kronen aufgefangen.

Von den zur Speisung der Wasserleitungen Liverpools angelegten 12—24^{m} tiefen Reservoirs werden 67% des Gesammtniederschlags (0,^{m}884) gesammelt. Bei einer Niederschlagshöhe von 0,^{m}996 entfielen bei den für Edinburg angelegten Reservoirs (Regengebiet 1495 ha) 0,^{m}206 der Regenhöhe auf die Wasserversorgung, 0,^{m}180 auf Werkbesitzer, 0,^{m}130 auf Verdunstung und Versickerung, 0,^{m}482 flossen über die Ueberreichwehre ab.

Bei dem Reservoir von Montaubry ist das Regengebiet 1600 ha, die Wasserspiegelfläche 100 ha gross. Der Inhalt beträgt 5 Millionen cbm, die grösste Tiefe 15,^{m}2. Die ursprüngliche Annahme, dass 60% des 0,^{m}66 hohen Niederschlags pro Jahr aufgefangen werden, hat sich als nicht richtig erwiesen. In einem 10jährigen Zeitraum betrug der Maximalniederschlag 1,^{m}31 pro Jahr, der Minimalniederschlag 0,^{m}51, im Mittel 0,84^{m}; die wirkliche nutzbare Regenhöhe entsprechend 0,^{m}474 bezw. 0,^{m}118 und 0,288^{m}, also ca. 1/3 der Gesammtregenhöhe. Es ergibt sich hieraus auch der grössere Einfluss der Verdunstung in den trockenen Jahrgängen.

Nach Beobachtungen, die bei mehreren in Süddeutschland ca. 250^{m} über dem Meer gelegenen Sammelbassins, deren Regengebiet zur Hälfte bewaldet ist, gemacht worden sind, beträgt die vom Lande — also von der nicht mit Wasser bedeckten Fläche — abfliessenden Wassermenge

36% des gesammten Niederschlags, und zwar entfallen 41% der wirklichen Abflussmenge auf die Zeit vom Januar bis zum März, 21% auf die drei folgenden Monate, 7% auf die Monate Juli bis September und 31% auf die Zeit vom October bis zum December incl. Bei grossen Seen ist noch das direct auffallende Tagwasser hinzuzurechnen. Als Wasserverluste in Folge der Verdunstung, welche hier jährlich nicht über 60cm beträgt, entfallen hier 8% auf den Winter, 36% auf das II., 44% auf das III. und endlich 12% auf das IV. Quartal.

Der bei Thalsperren entstehende Wasserverlust in Folge von Durchsickerungen tritt in der Regel unter den Dämmen beim Vorhandensein von wasserundurchlässigen Schichten auf. Der unter solchen Verhältnissen durch das abfliessende Grundwasser sich ergebende Wasserverlust kann pro Meter Dammlänge und pro Meter Wasserhöhe über der Sohle zu 0,35 cbm pro Tag angeschlagen werden, steigt also mit dem Wasserstand.

Nach Untersuchungen von Sasse, die auf 20—50 jährigen Wasserstandsbeobachtungen fussen, ist im Gebiet der Elbe, Saale etc. die jährliche Verdunstungshöhe zu 0,m373 anzunehmen, und zwar differiren die diesbezüglichen Beobachtungen nur um ca. 5%. Hat man also die mittlere Regenhöhe h in diesen Gebieten ermittelt, so ergibt sich die in dem betreffenden Fluss jährlich abfliessende Wassermenge = Regengebiet in qm $\times$ (h — 0,373)m.

Zehnjährige Ermittlungen der Wasserstände der Saone haben nach Mocquery ergeben, dass hier im Durchschnitt 62% der Regenmenge von der Vegetation und durch Verdunstung absorbirt werden, also 38% abfliessen; ferner dass die abgeführte Wassermasse direct proportional ist der Niederschlagswassermasse.

Nach Pralle führt die Ilmenau oberhalb Bardowick 32,5 % der jährlichen Niederschlagsmenge ab.

Harlacher fand an der Elbe (bei Tetschen), dass das Verhältniss der Abfluss- zur Niederschlagsmenge = 0,26—0,28 : 1 ist.

Da in trockenen Jahren die Verdunstung eine viel grössere ist als in nassen, so steigt und fällt das Verhältniss zwischen Abflussmenge und Regenmenge mit der Zu-, bezw. Abnahme der letzteren.

Die aus Quellen zu gewinnende Wassermenge darf gewöhnlich nicht über 1/6—1/5 der Gesammtregenmenge angeschlagen werden (vorausgesetzt, dass die Schichtungen des Gebirgs nicht einen unterirdischen Abfluss nach einem anderen Regengebiet bedingen).

Aus Wassermessungen an grösseren Flüssen darf auf eine Verdunstung von ca. 50% der Gesammtregenmenge geschlossen werden. In hügeligem und bergigem Terrain werden durch Hochwasser um das 100—150fache grössere Wassermengen abgeführt als bei Niedrigwasser, im Flachland ca. 50—70fach grössere. Im Mittel sind in Deutschland die von Flüssen mit längeren Wasserläufen pro qkm abgeführten grössten Hochwassermengen in mässig bewaldeter Landschaft anzuschlagen in gebirgigen Gegenden zu ca. 0,60—0,80 cbm, in bergigem Terrain zu ca. 0,40—0,50 cbm, in hügeliger Gegend zu ca. 0,20—0,25 cbm, in flachem Terrain zu ca. 0,10—0,14 cbm. In sehr wenig bewaldetem Terrain und bei wenig durchlassendem Boden müssen vorstehende Sätze bei Bestimmung der Maximalabflussmengen um ca. 50% erhöht werden.

Durch Drainirung können bei Thonboden bis zu 30%, bei Lehmboden bis zu 40% und bei Kiesboden mit darüber liegender Humusschichte ca. 45% der Niederschlagsmenge, im Mittel pro Secunde und ha 0,00075 cbm abgeleitet werden.

Bestimmung des Durchflussprofils kleinerer Brücken bei kurzen Wasserläufen.

Bei **wichtigeren** Objecten, namentlich solchen, welche unter Schifffahrts-Kanälen, ferner in Städten ausgeführt werden sollen und selbst die grössten, nur bei abnormen Niederschlägen vorkommenden Hochwasser müssen fassen können, ist mit Rücksicht auf die von kleineren Wasserläufen stets mitgeführten Schlammmassen eine Maximalregenhöhe pro Secunde von ca. 0,015mm (ca. 54mm pro Stunde) der Bestimmung des Durchflussprofils zu Grunde zu legen. Die abfliessende Regenmenge ist im Gebirge im Mittel zu 40%, bei nacktem, undurchlassendem Felsboden zu 57%, in cultivirtem Gelände zu 33% der ganzen auf das Niederschlagsgebiet auffallenden Menge, die Geschwindigkeit des auf der Thalsohle abfliessenden Wassers bei 1% Sohlengefäll zu 3,m0 anzuschlagen. Die secundlich durch eine Brücke hiernach wirklich abfliessende Regenmenge

wird in coupirtem Terrain mit steil abfallenden, wenig bewaldeten Hängen mit wenig durchlässigem Boden durch den Flächeninhalt des Niederschlagsgebiets mit Rücksicht auf die Ausdehnung des letzteren wie folgt bestimmt:

bei einer	Thallänge		<	4	km	=	6	cbm,
«	«	«	von	4— 8	«	=	4	« pro qkm.
«	«	«	«	8—12	«	=	3	«
«	«	«	«	12—16	«	=	2	«
«	«	«	«	> 16	«	=	1	«

In waldigen Gegenden, ferner bei Acker- und Haideland und im Hügelland ist nur die Hälfte, im Flachland nur ein Drittel der obigen Regenhöhen anzunehmen.

Bei **minder bedeutenden** Objecten, deren Zerstörung bezw. Beschädigung bei alle 100 Jahre vielleicht einmal vorkommenden abnormen Hochwassern nicht mit unverhältnissmässig grossen Nachtheilen verknüpft ist, und welche sich in Bälde mit einem solchen Aufwand wieder herstellen lassen, dass die bei der ersten Anlage durch Wahl geringerer Weiten erzielten Ersparnisse inclus. Verzinsung durch den Umbau nicht absorbirt werden, empfiehlt es sich, der Kostenersparniss halber nur die Hälfte vorstehender Regenhöhen also eine Niederschlagshöhe von ca. 27^{mm} pro Stunde der Berechnung zu Grunde zu legen.

Bei Gewässern, welche viel Geschiebe mit sich führen und dadurch zu Verstopfungen der Durchlässe Veranlassung geben, ist die Anlage sogenannter Wuhren oder von Sammelbassins oberhalb der Objecte behufs Ablagerung der Geschiebe angezeigt.

Ueber die Bestimmung des Durchflussprofils bei gegebener Abflussmenge siehe Hydraulik.

Da wo das Gefälle es zulässt, wird oft zweckmässig behufs Verringerung des Durchflussprofils bezw. der Baukosten das Sohlengefäll der Durchlässe vermehrt.

Das Durchflussprofil grösserer Brücken wird durch Aufnahme von Hochwasserquerprofilen und Geschwindigkeitsmessungen bestimmt.

Mauern gegen Wasserdruck.

Bei Quai- und dergl. Mauern wird das Erdreich als mit Wasser durchzogen angenommen, wesshalb der Reibungswinkel $\varphi = 20^0$ zu setzen ist.

Die Mauern sind mit und ohne Wasserdruck auf der äussern Seite zu berechnen. Weiteres siehe XI. Stütz- und Futtermauern.

Die Thalsperren sind auch auf ihre Stabilität für den Fall zu untersuchen, dass das Reservoir leer ist.

Bei der Berechnung ist maassgebend, dass im Mauerwerk keine Zugspannungen auftreten dürfen, dass die tang des Winkels, den die Verticale mit der Resultanten einschliesst, $\leqq 0{,}5$ ist und dass der Maximaldruck an den Kanten der Mauer 8 kg pro qcm nicht übersteigt. Für den Untergrund wird eine Belastung bis zu 5 kg zugelassen. Die Figur 47 zeigt ein für Thalsperren öfters angewandtes Profil.

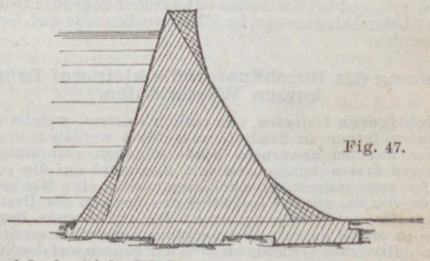


Fig. 47.

Die Druckfläche (siehe XI. Stützmauern) ergibt sich durch Auftragen der Wassertiefen in verschiedenen Punkten der gedrückten Wandfläche in der Richtung der Normalen zur Wandfläche. Durch Division dieser

Längen mit dem spec. Gewicht der Mauer wird das Druckprofil gleichwerthig mit dem Mauerprofil.

Theilt man nun das Mauerprofil durch Horizontale und das Druckprofil durch die anschliessenden Normalen zur Wandfläche in einzelne Flächen, so kann durch Zusammensetzung der Gewichte der Mauerwerks-

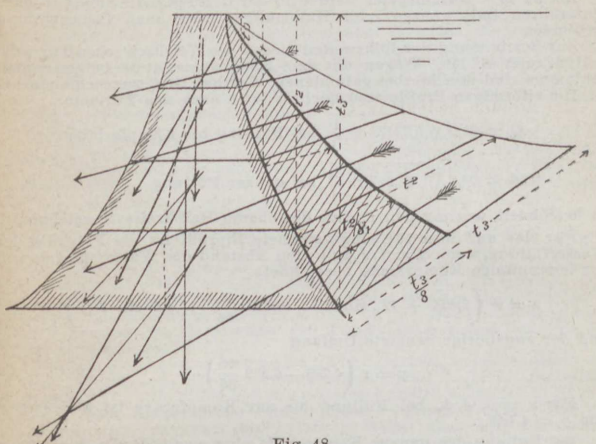


Fig. 48.

flächen mit den entsprechenden Flächen des Druckprofils eine Kräftepolygon und eine (in Fig. 48 gestrichelte) Drucklinie für das Mauerprofil construirt werden. Die einzelnen Wasserdrücke greifen in den Schwerpunkten der entsprechenden Flächen an und ist ihre Richtung normal zur Wandfläche.

Abzugskanäle in Städten.

Der Dimensionirung der Strassenkanäle ist eine Regenhöhe von ca. 25^{mm} pro Stunde zu Grunde zu legen, ferner eine Zuflussmenge von 0,000002 cbm pro Secunde und pro Kopf der Bevölkerung. Auf einen Einwohner entfallen durchschnittlich 25 qm Grundfläche. Für die Kanalisation in Hannover wurde pro Kopf und Tag die Abflussmenge zu 83 l, wovon die Hälfte innerhalb 9 Stunden abzuleiten ist, angenommen. Die in die Kanäle gelangende Regenmenge ist je nach der Beschaffenheit des überbauten Terrains sehr verschieden. In Stadttheilen, in welchen das Wasser ausschliesslich von Dächern, Strassen und gepflasterten Hofräumen abfliesst, werden ca. 60% des gesammten Niederschlags oder ca. 0,04 cbm pro ha und Secunde abgeführt, von horizontalgelegenen Gärten, Baumgütern u. dergl. ohne Grabenanlagen dagegen nur ca. 0,012 cbm. Die Sammelkanäle, nach welchen das Wasser von grösseren mehr oder weniger überbauten Flächen zufliesst, erhalten gewöhnlich Querschnitte, welche einer zufliessenden Regenmenge von ca. 0,02—0,028 cbm pro Secunde und ha entsprechen. Da wo Regenauslässe (mit ca. 3—4^{m} breiten Ueberfällen), angebracht werden können, die das Wasser nach tiefer gelegenen Wasserläufen abführen, werden die Querschnitte für eine wirklich abzuführende Wassermenge von ca. 6^{mm} Höhe bestimmt. Bei neu anzulegenden Bauquartieren sind dieselben Maasse für die Kanäle wie bei schon überbauten zu Grunde zu legen.

Bei der Berliner Kanalisation wurde die Annahme gemacht, dass von den Hauptkanälen eine Wassermenge von 22,34 l pro ha und Secunde abzuführen sei, wovon 1,15 l auf das Haus- etc. Wasser und 21,19 auf das Regenwasser entfallen. Hierbei ist angenommen, dass gleichzeitig nur 1/3 des zu 25^{mm} pro Stunde angenommenen Niederschlags abzuführen sei. Von obiger Wassermenge sollen nur 3 l pro Secunde den Riesel-

feldern durch Pumpen zugeführt werden, der Rest wird den öffentlichen Wasserläufen mittelst der Regenauslässe überwiesen.

Der Minimaldurchmesser von Strassendrains ist zu $0,^{m}21 = 8''$ englisch anzunehmen. Zweckmässig ist es, diesen Kanälen mindestens 45^{cm} Weite zu geben, so dass solche also noch schlupfbar sind.

Bis zu 46^{cm} Durchmesser werden in der Regel glasirte Steingut- oder Thonröhren (mit ganzen oder Halbmuffen) oder auch Cementröhren verwendet.

Zur Bestimmung der Rohrweiten dienen die Weisbach'schen Formeln, s. Hydraulik S. 110. Wegen des dem Kanalwasser stets beigemengten Schlamms sind den hierbei gefundenen Werthen 50 % zuzuschlagen.

Die eiförmigen Profile sind nach Wiebe nach den Formeln

$$Q = 90,9 \sqrt{5,77134\, r^5 \frac{h}{l}} \text{ bei Füllung bis Kämpferhöhe}$$

$$\text{und} = 90,9 \sqrt{12,227\, r^5 \frac{h}{l}} \text{ bei ganzer Füllung}$$

zu berechnen, worin r den Radius des oberen Halbkreises bezeichnet.

Für das auf Seite 151 eingezeichnete Eiprofil ist die Fläche a der Wasserfüllung, wenn $x = 3 . r . tg\, \alpha$ den Abstand des Wasserspiegels von der horizontalen Kämpferaxe bezeichnet:

$$a = r^2 \left(3,023 + 12 . \sin \alpha - (9,423 \frac{x}{60} + 4,5 \sin 2(\alpha)\right)$$

und der zugehörige benetzte Umfang

$$p = r \left(4,788 - 6,282 \frac{x}{60}\right).$$

Für $x = 0$, d. h. bei Füllung bis zur Kämpferaxe ist $a = 3,023\ r^2$ und $p = 4,788\ r$.

Bei Füllung des ganzen Kanalprofils aber $a = 4,594\ r^2$ u. $p = 7,930\ r$.

Die Minimaldimensionen der lichten Weite und Höhe von schlupfbaren Kanälen sind zu $0,^{m}55$ bezw. $0,^{m}75$ und von solchen, in welchen auch Arbeiten sollen vorgenommen werden können, zu $0,^{m}82$ bezw. $1,^{m}25$ anzunehmen.

Closetstränge, welche gespült werden, erhalten mindestens 15^{cm}, andernfalls mindestens 20^{cm} Lichtweite. Zu enge Hauskanäle sind zu vermeiden, da in ihnen leichter ein hoher Gasdruck auftritt als bei weiten Rohrleitungen.

Alkalische, besonders aber saure, wenn auch sehr verdünnte Flüssigkeiten dürfen nur dann in städtische Kanäle eingeleitet werden, wenn zuvor die Widerstandsfähigkeit der hierzu verwendeten Materialien gegen die Wirksamkeit der gedachten Stoffe constatirt ist. Cement- und Betonröhren, sowie der Cementmörtel der Backsteinkanäle etc. sind gegen Säuren nicht widerstandsfähig. Sehr gut halten sich glasirte Thonröhren, sowie manche Ziegelsteinsorten. Cementröhren können durch Goudronanstrich, welcher heiss aufzubringen ist, gegen die Wirkungen der gedachten chemischen Stoffe geschützt werden.

Die Dichtung der Thonröhren mit Muffen erfolgt am besten dadurch, dass ein Wergzopf, der mit Theer getränkt ist, in die Muffen leicht eingestemmt und darüber blauer, fetter Thon aufgebracht wird. Häufig wird die Muffe noch mit einem Lettenschlag umgeben, bezw. in solchen eingebettet. Eine Dichtung mit Cementmörtel ist nicht zu empfehlen, da letzterer leicht zu Muffensprüngen Veranlassung gibt.

Hauskanäle sind überall da, wo sie im Innern der Häuser frei über die Erde zu liegen kommen, von gusseisernen Röhren herzustellen.

In der Regel soll jeder Hauskanal mindestens 150^{mm} Lichtweite erhalten, die Weite des letzteren kann bis auf 300^{mm} steigen, nöthigenfalls sind mehrere Verbindungskanäle zwischen Haus und Strassenkanal herzustellen. Der Haupthauskanal ist bis in den Hofraum zu verlängern, woselbst das Meteor- und Brauchwasser in einem bedeckten Schlammkasten aufgefangen und sodann nach Passirung eines Syphon dem Strassenkanal zugeleitet wird. Die in ersteren Kanal einmündenden Seitenkanäle von geringerer Weite als der Haupthauskanal müssen in letzteren mittelst eines Façonrohrs im Gefäll unter einem spitzen Winkel einmünden.

Wo, wie bei Kellerentwässerungen, die Kanäle verhältnissmässig tief anzulegen sind und eine Verbindung der letzteren mit den übrigen Hauskanälen dadurch erschwert wird, empfiehlt sich gewöhnlich die directe Einleitung der Kellerkanäle in den Strassenkanal.

Seitenleitungen, welche das Wasser von Brunnen- und Regenröhren und Küchen aufzunehmen haben, erhalten von 8—15^{cm} Weite.

Die Abfallröhren, welche in obige Röhren eingeleitet werden, können unter der Erde aus Thonröhren, über derselben aus gusseisernen oder bleiernen Röhren, die Regenröhren aus Zinkblech bestehen. Am Anschluss beider wird gleichfalls ein Façonstück nebst einem Syphonverschluss angebracht. Ein einzelnes Abfallrohr soll in der Regel nicht mehr als 10^{cm} Durchmesser haben. Einlassbecken müssen einen engmaschigen Gitterverschluss erhalten.

Das Minimalgefäll von Hausdrains darf nicht geringer sein als 1,25%, das von schlupfbaren Kanälen soll nicht unter 0,5%, das von begehbaren Kanälen nicht unter 0,25% sinken. Unter gewöhnlichen Verhältnissen empfehlen sich hierfür Gefälle von 2% bezw. von 1%, in Nebenstrassenkanälen und in Hauptkanälen mit reichlicher und stetiger Wasserspeisung 0,5—0,33%. Wo letzteres Gefäll nicht erreicht werden kann, ist Spülung zweckmässig, bei den (geringer dimensionirten) Röhrenkanälen dagegen solche durchaus erforderlich. Hierbei ist für möglichst gleichmässige Vertheilung des Gefälls Sorge zu tragen. Ausnahmsweise kann für Hauskanäle noch ein Gefäll von 0,5% zugelassen werden, wobei jedoch eine Spülung nicht entbehrt werden kann. Anderseits sind Kanalisationsröhrenleitungen mit grösserem als 2% Gefäll da, wo nicht reichliche Spülung vorhanden ist, der Gefahr des Trockenlaufens und dadurch der Versandung ausgesetzt.

Bei sehr grossen Abzugskanälen (Sielen), welche constant mit Wasser gefüllt sind, ist ein zweckmässiges Gefäll 1 : 1000. (Bei wenig Wasser und 1% Fall bilden sich in grösseren Kanälen schon leicht Niederschläge.) Das Minimalgefäll solcher Kanäle beträgt 1 : 3000. Geht ein Kanal von einem flacheren in ein steileres Gefäll über, oder umgekehrt, so ist an der Uebergangsstelle ein Luftrohr anzubringen, im zweiten Fall ein Schlammfang mit Reinigungschacht. In Kanälen, in welchen zeitweise wenig Wasser fliesst, sind starke Gefälle unvortheilhaft, weil durch das Vorauseilen des Wassers die in letzterem enthaltenen Sinkstoffe sich leicht ablagern. Gefäll und Richtung der Kanäle sollen namentlich zwischen 2 Einsteigschächten möglichst geradlinig sein, Curven sind in schlanken Uebergängen oder durch Façonröhren herzustellen.

Bei der Anlage von Hauskanälen ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Hauptleitung sowohl hinsichtlich des Visirs als der horizontalen Lage in möglichst gerader Richtung geführt wird und starke Krümmungen und Visirbrüche thunlichst vermieden werden. Der Hauptstrang sollte nicht quer durch das Gebäude, sondern in die jeweilige Einfahrt gelegt werden.

Die Verbindungsstränge dürfen nicht winkelrecht in den Hauptstrang einmünden, dies hat vielmehr mittelst besonderer Façonstücke in möglichst schräger Richtung zu geschehen.

In Cementmörtel gemauerte eiförmige Kanäle kommen bei grösseren Lichtweiten als von 46^{cm} vor, wobei zu beachten ist, dass das Wasser in der Regel nicht über den Kämpfer des oberen Halbkreisgewölbes reichen soll. Solche Kanäle erhalten gewöhnlich Sohlstücke aus glasirtem Steingut (mit Lippen); namentlich bei starken Gefällen ist letzteres Material zu verwenden. Ueber die Construction der Eiform siehe nebenstehende Figur.

Fig. 49.

In Hamburg haben gemauerte Hausdrains sowie Abfallschächte eine Stärke von 1½ Stein erhalten. Die Kanäle daselbst erhielten nachstehende Dimensionen:

Classe	I	II	III	IV	V	VI
Dimensionen in Metern	1,72/1,433	1,58/1,36	1,5/1,075	1,43/0,86	1,29/0,80	0,76/0,57

Bei Classe I—III war das Gewölbe unten $1^1/_2$, oben 1 Stein, bei IV—V 1 Stein, bei VI oben $^1/_2$, unten 1 Stein stark. Die Gewölbe wurden in Ringen gemauert.

Die Kämpferstärke von eiförmigen Kanalgewölben aus Beton und dergl. kann bei $3,^m7$ Durchmesser (D) zu $0,^m65$, von $3,^m0 - 2,^m5$ D zu $0,^m5$, bei $2,^m4 - 2,^m1$ zu $0,^m4$, bei $2,^m0 - 1,^m5$ zu $0,^m30$, bei $1,^m4 - 1,^m0$ zu $0,^m2$, die Stärke von kreisförmigen Cementgewölben bei 2^m D zu 22^{cm}, bei $1,^m7$ D zu 20^{cm}, bei $1,^m0$ D zu 15^{cm} und bei $0,^m8$ D zu 12^{cm} angenommen werden.

Bei sehr breiten Strassen wird häufig auf jeder Seite derselben ausserhalb der Fahrbahn ein Sammeldrain eingelegt, um die kostspieligen Zweigleitungen nach den Häusern abzukürzen, auch wird der Strassenverkehr hierdurch weniger unterbrochen, als wenn der Sammeldrain in der Mitte der Fahrbahn liegen würde.

Ventilationsschächte sind in Entfernungen von ca. 50^m anzulegen. Die Absorption, bezw. Zerstörung der ausströmenden schlechten Gase kann durch Kohlenfilter oder durch Zuleitung der Gase in vorhandene Feueressen bewirkt werden.

Die Röhren der Ventilations- und Luftschächte erhalten ca. 25^{cm} Weite; dieselben erweitern sich nach oben trichterförmig auf 30^{cm}.

Die Mannlöcher erhalten hier wie auch bei den Revisionsschächten gewöhnlich 84^{cm} Durchmesser.

Am meisten empfiehlt sich die Ventilation durch besondere Luftröhren (verzinkte Eisenblechröhren) von mindestens 4^{cm} Lichtweite, welche bis über Dach geführt werden, da die manchmal hierzu verwendeten Abfallröhren durch Undichtheit oder bei Regenwetter den Dienst versagen. In der Regel sollen sämmtliche Abfallröhren über das Dach hinaus verlängert werden.

Seitenkanäle sollen unter einem flachen Bogen von mindestens $1,0—1,^m8$ Radius in die Hauptkanäle eingeführt werden (bei Hausdrains ist dies nicht erforderlich), wenn nicht vorgezogen wird, die Nebenleitungen an den Kreuzungspunkten der Strassen in die Hauptleitung ausmünden zu lassen und hier sog. Revisionsbrunnen anzulegen. Letztere schliessen mittelst besonders geformter Abzweigungsrohre unter einem spitzen Winkel an den Strassenkanal an. Dieses Façonrohr muss mit seiner Mündung über der gewöhnlich höchsten Füllung des Strassenkanals, bei Hauptkanälen mindestens $0,4—0,^m5$ über deren Sohle liegen. Spätere Anschlüsse müssen durch Einlegung von provisorisch mit Thonstöpseln zu schliessenden Façonröhren in die Strassenkanäle berücksichtigt werden.

Die Anbringung von Wasserverschlüssen in S form empfiehlt sich zur Vermeidung des Eindringens übler Gase in die Gebäude an den Ausmündungen der Hausdrains, ferner in Verbindung mit festen Gittern (Sieben) auch am Beginn derselben zur Verhütung von Verstopfungen der Drains. Die Anbringung mehrerer Syphons an einem Rohrstrange, um eine grössere Sicherheit gegen das Eindringen der Gase zu erlangen, hat sich in solchen Fällen nicht bewährt, in welchen in den Rohrstrecken oberhalb des höher gelegenen Syphons zeitweise ein geringerer Luftdruck auftritt, als in den unteren Strecken, wie sie bei Küchenabwasserleitungen, in welche heisses Wasser eingeschüttet wird, zuweilen vorkommen.

Die gebräuchlichsten Syphonsstücke sind die nach oben einen sog. Ellenbogen darstellenden Syphonsverschlüsse, welche durchschnittlich ca. 67^{cm} Höhe erhalten. Dieselben sind meist so construirt, dass sie sich in 25^{cm} starke Schachtwände leicht einfügen lassen; auch die sog. Putzsyphons werden ähnlich angewendet.

Die Anbringung selbstthätiger Klappenverschlüsse, welche etwa von den Kellern aus leicht zugänglich sein sollten, empfiehlt sich bei der Anlage der Haupthauskanäle.

Schlammkästen mit Syphons werden zweckmässig an den Einmündungen der Rinnsteine von Strassen und Höfen in die Kanäle angebracht und gewöhnlich gemauert. Das in Strassenrinnen sich sammelnde Wasser soll alle $60—70^m$ in die Kanäle eingeführt werden.

Einsteigschächte sollen seitlich von den Kanälen an allen Hauptabzweigungen, namentlich an Strassenkreuzungen, mindestens aber in Entfernungen von je 60^m angelegt werden.

Die Deckel der Einsteigschächte und Einläufe sind nicht in der Fahrbahn, sondern in den Trottoirs anzubringen; die Einläufe stets unter der Kante der erhöhten Trottoirs, welche hier 17^{cm} über der Strassenrinne anzulegen sind.

Lampenlöcher genügen an weniger bedeutenden Kanalstrecken.

Die Tiefe der Kanäle unter der Oberfläche beträgt gewöhnlich ca. $3{,}^{m}0$, jedenfalls sollen die Keller durch sie trocken gelegt werden.

Behufs Drainirung des Untergrunds sind die unterirdischen Hauskanalröhren in durchlässiges Material (Kies) fest einzubetten.

Röhren, welche über die Erde zu liegen kommen, dürfen in Hausmauern nicht fest eingemauert werden. Alle Kanalstrecken sollen eine frostfreie Lage erhalten.

Zur Spülung dienen Schützenvorrichtungen (in ca. 800^{m} Distanz von einander), welche an den Einsteigschächten angebracht werden. Die Höhe der Stauung ist abhängig von den Kellersohlenhöhen. Zur Spülung der Haus- und Strassendrains werden zuweilen besondere Einlässe angelegt, welche von den städtischen Wasserleitungen aus gespeist werden.

Gasleitungen dürfen nicht in die Strassenkanäle eingelegt werden.

Preise einiger Kanalisationsarbeiten und Bestandtheile*).

Glasirte Thon- oder Steinguträhren kosten durchschnittlich ab Werk pro Meter Baulänge:

bei 50 mm	Lichtw. . .	Mk.	0,50—0,60	bei 250 mm	Lichtw. . .	Mk.	3,40— 3,80
« 75 «	« . .	«	0,70—0,85	« 300 «	« . .	«	5,20— 5,60
« 100 «	« . .	«	0,85—1,00	« 350 «	« . .	«	6,80— 7,20
« 125 «	« . .	«	1,35—1,50	« 400 «	« . .	«	8,50— 9,00
« 150 «	« . .	«	1,75—1,90	« 450 «	« . .	«	11,20—12,00
« 175 «	« . .	«	2,10—2,25	« 500 «	« . .	«	14,00—15,00
« 200 «	« . .	«	2,35—2,60	« 600 «	« . .	«	21,00—22,00
« 225 «	« . .	«	2,80—3,15				

Bogenstücke bis incl. 100^{mm} Lichtweite werden mit $^{3}/_{4}$ für grössere Lichtweiten zum Meterpreise gerechnet. Einfache rechtwinklige oder schräge Ansätze zu 1—$1^{1}/_{3}$ des Meterpreises; doppelte Ansätze desgleichen zum doppelten Meterpreis des geraden Rohrs.

Bei grösseren Calibern empfiehlt sich die Verwendung von Cementröhren. Zum Schutz der letzteren gegen etwa in ihnen abzuleitende schwache Säuren empfiehlt sich die Anbringung eines Theeranstrichs auf der Sohle. Im Mittel kosten die mit Falz versehenen Cementröhren ab Fabrikationsstelle pro Meter Baulänge:

bei 10 cm	Lichtweite . . .	Mk.	1. 20	bei 45 cm	Lichtweite . . .	Mk.	8. 60
« 15 «	« . . .	«	1. 80	« 50 «	« . . .	«	10. —
« 20 «	« . . .	«	2. 70	« 60 «	« . . .	«	13. —
« 25 «	« . . .	«	3. 80	« 36/54 cm	Weite u. Höhe	«	8. 20
« 30 «	« . . .	«	5. —	« 48/72 «	« « «	«	12. 50
« 35 «	« . . .	«	6. 25	« 60/90 «	« « «	«	18. —
« 40 «	« . . .	«	7. 40	« 72/108 «	« « «	«	25. —

Muffenröhren sind um ca. 7 % höher anzusetzen.

1 Syphonauslassst.	15 cm	weit	Mk. 9. —	1 Syphonrohr	15 cm	weit	Mk. 2. 60
1 Putzsyphon	15 «	«	« 5. —	1 Ueberlaufrohr	15 «	«	« 1. 20

Bogenstücke erhalten gewöhnlich 80^{cm}, 50^{cm} und 30^{cm} Radius und 45^{cm} Rohrlänge, und kosten pro Stück: bei 15^{cm} Weite ca. 1 Mk. 65 Pf., bei 20^{cm} Weite ca. 2 Mk. 5 Pf., bei 25^{cm} Weite ca. 3 Mk.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen werden von einem Rohrleger und einem Handlanger incl. Dichtung der Muffen mit Letten und Wergzöpfen täglich satt verlegt

35—40	Stück	10^{cm}	weite	Röhren
25—30	«	15 «	«	«
20—25	«	20 «	«	«
18—20	«	25 «	«	«
10—12	«	45 «	«	«

und kosten die Materialien (Letten, Wergzöpfe, Steine zum Unterlegen) pro Rohrstück von 60^{cm} Länge:

durchschnittlich	25 Pf.
«	35 «
«	45 «
«	50 «
«	80 «

Der Mörtelverbrauch bei Kanal- und Schachtgemäuer beträgt durchschnittlich 25 % des Cubikgehalts des Mauerwerks.

Zu 1 cbm Kanalgewölbe aus Steinen, welche $6{,}^{cm}5$ Stärke nirgends überschreiten, und unter der Annahme von 3 % Bruch sind 430 Stück, zu Schachtmauerungen 420 Stück, zu Kanalwänden 410 Stück Normalziegel erforderlich.

*) Vergl. ferner auch in der Beilage die Anzeigen von Kutt & Böttger in Frankfurt a. M., von Dyckerhoff u. Söhne in Biebrich und der Deutschen Thonröhren- und Chamotte-Fabrik in Münsterberg.

Ein tüchtiger Kanalmaurer fertigt mit einem Handlanger pro Tag incl. Ausfugen und aller Arbeit (bis zu 5^m Kanaltiefe) 1,1—1,3 cbm Kanalgemäuer von einem, oder 1,3—1,6 cbm von zwei Ring Stärke; bei Schachtgemäuer 1,1—1,2 cbm; bei $6-7^m$ Kanaltiefe sind 0,2 Handlangertage zuzuschlagen.

Für Aufsichts- und Messkosten sind 5%, für sonstige Unkosten 5%, für Unternehmergewinn und Risiko 10% in Rechnung zu nehmen.

Bei der Anlage der Rohrgräben von $8-25^{cm}$ Lichtweite und bei geringer Tiefe ist die Grabenbreite zu 60^{cm}, bei grösseren Tiefen zu $70-80^{cm}$, bei Rohrweiten von $30-45^{cm}$ zu $85-100^{cm}$ anzunehmen. Wo Verschaalung erforderlich ist, sind ausserdem noch 10^{cm} zuzuschlagen.

Bei dem Aushub der Kanalbaugruben in mit der Haue und mit dem Pickel zu gewinn. Boden sind 2 Arbeiter täglich im Stande, bei ca. 3^m Tiefe noch $7-8$ cb^m Boden auszuheben und seitlich zu werfen. Zu derselben Leistung sind bei $4-5^m$ tiefen Kanälen 3 t und bei $6-7^m$ Tiefe 4—5 t erforderlich (excl. Einschaalen und Wasserpumpen).

Zwei tüchtige Arbeiter sind durchschnittlich täglich im Stande, 40 Stück je 4^m lange, 6^{cm} starke Dielen mit 60 Stück $10-20^{cm}$ starken Spriesshölzern und den dazu gehörigen 120 Holzlaschen von 50^{cm} Länge, 15^{cm} Breite und 6^{cm} Stärke einzubringen.

Für das Holzwerk ist bei jeder Benützung 20% des Werths in Abzug zu bringen, dasselbe kann also etwa fünfmal verwendet werden.

Bei einer Tieflage von $5-6^m$ und einer Länge bis zu 10^m ist der Tunnelbau mittelst eiserner Bogengestelle und im Uebrigen vollständiger Holzeinschaalung dem Betrieb im offenen Einschnitt, namentlich in engen Strassen, vorzuziehen. Bei geringerer Tiefe ist der Tunnelbau theurer; bei grösserer dagegen billiger. Dagegen hat der Tunnelbau den grossen Nachtheil der erschwerten Controle der Arbeiten, auch ist derselbe bei Andrang von vielem Grundwasser schwierig durchzuführen.

Ein tüchtiger Mineur führt mit 4 Handlangern einen Stollenbau von 3^m Länge für einen ca. $1{,}25^m$ weiten Kanal in mit der Haue zu gewinnendem Boden incl. Verschaalung in einem Tage aus.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen darf der Preis eines Meters fertiger Haus- und Strassenkanal incl. Zubehörden (Revisionsschächte, Syphons etc.) bei 5^m vergl. Tiefe angeschlagen werden bei einem Kanal

von 60	cm	Weite	und	90	cm	Höhe	zu	50—60	Mk.
« 70	«	«	«	1,05	«	«	«	60—75	«
« 84	«	«	«	1,26	«	«	«	75—85	«
« 1,0	«	«	«	1,5	«	«	«	100—110	«
« 1,24	«	«	«	1,76	«	«	«	120—130	«

Weitere Preisnotizen.

Gusseiserne Schlammkästen in Waschküchen mit Reinigungseimer und Rost und dreifachem Wasserverschluss kosten ca. 11 Mk. 30 Pf. bis 12 Mk. 20 Pf.

Ein 30^{cm} weiter Hofsinkkasten von Steingut mit eisernem Aufsatz, Reinigungseimer von verzinktem Eisenblech und Auslassrohr kostet complet versetzt ca. 55 Mk., Wassersteinsyphons von Bleiguss kosten excl. Anpassen 8—10 Mk.

Gusseiserne Verschlüsse mit Messingklappen gegen Hochwasser mit Schlammsammler und 10^{cm} weitem Auslauf kosten für ca. 25^{cm} weite Rohrkanäle ca. 65 Mk. pro Stück.

Ein gusseiserner Einsteigschachtkasten auf einem Revisionsbrunnen kostet ca.	30	Mk.	— Pf.
Das Eisenwerk zur Abdeckung einer Ventilationsöffnung ca.	20	«	— «
Ein gusseiserner Kasten für Strassensinkschächte mit Rahmen, Rost und Trichter ca.	17	«	— «
Ein Reinigungseimer hierzu von verzinktem Eisenblech ca.	13	«	50 «
Ein Steigeisen in einen Schacht von 1 Ring Stärke kostet ca.	—	«	90 «
« « « « « « 2 « « « «	1	«	25 «
Eine Spülthüre mit Zahnstangengetrieb kostet bei einem $1{,}0/1{,}^m5$ grossen Kanal ca.	430	«	— «
Desgl. ohne Zahnstangengetrieb bei $0{,}84/1{,}^m26$ ca. . . .	150	«	— «
Desgl. ohne Zahnstangengetrieb kostet bei $0{,}7/1{,}^m05$ ca. .	120	«	— «
Eine Schieberthüre mit Spindel bei $1{,}0/1{,}^m5$ ca.	830	«	— «
Eine Schieberthüre mit Spindel bei $0{,}84/1{,}^m05$ ca. . . .	550	«	— «
Eine Schieberthüre ohne Spindel bei $0{,}7/1{,}^m05$ ca. . . .	180	«	— «

Anlage von Werkskanälen und von festen Wehren.

Das vortheilhafteste Querprofil eines Kanals ist dasjenige, dessen mit Wasser benetzter Umfang bei bestimmtem Inhalt ein Minimum wird. Bezeichnet man mit α den Böschungswinkel, mit t die Wassertiefe, mit b die Wasserspiegel- und mit b_1 die Sohlenbreite, ferner mit a den Querschnitt, so ist

$$t = \sqrt{\frac{a \sin \alpha}{2 - \cos \alpha}}; \quad b = \frac{a}{t} + t \operatorname{cotg.} \alpha,$$

$$b_1 = \frac{a}{t} - t \operatorname{cotg.} a.$$

Für $a = 1$ sind die vortheilhaftesten Werthe von t, s. Tab.

Tabelle der vortheilhaftesten Dimensionen von Kanälen.

Böschungs-Winkel.	Relative Böschung.	Tiefe t.	Untere Breite b_1.	Benetzter Umfang.
90^0	0	0,707	1,414	2,828
60^0	0,577	0,760	0,877	2,632
45^0	1,000	0,740	0,613	2,704
40^0	1,192	0,722	0,525	2,771
$36^0 52'$	1,333	0,707	0,471	2,828
35^0	1,402	0,697	0,439	2,870
30^0	1,732	0,664	0,356	3,012
$26^0 34'$	2,000	0,636	0,300	3,144
Halbkreis	—	0,798	—	2,507

Bei grösseren Aufschlagswassermengen in Fabrikkanälen soll nach Redtenbacher $\frac{b_1}{t} = 2{,}7 + 0{,}9 \cdot a$ werden.

Durchstiche. Werden mit t bezw. t_1 die Wassertiefen in der zu corrigirenden Stromstrecke, bezw. im Durchstiche und mit l bezw. l_1 die Länge der ersteren, bezw. des Durchstichs bezeichnet, so ist angenähert

$$t_1 = t \sqrt[3]{\frac{l_1}{l}}.$$

Ueber den Einfluss von Flusskrümmungen gibt nachstehende Formel Aufschluss, worin ϱ den Halbmesser der betr. Krümmung bezeichnet:

$$\frac{a}{p} \cdot \frac{h}{l} \cdot \frac{1}{v\sqrt{v}} = 0{,}0004021 + 0{,}0002881 \sqrt{\frac{b}{\varrho}} \text{ für Metermaass.}$$

Bei Fabrikkanälen ist die Geschwindigkeit zwischen $0{,}^m4$—$0{,}^m8$ anzunehmen. Den Zuleitungskanälen wird ein Gefäll von $^1/_{2000}$—$^1/_{2500}$, den Unterkanälen von $^1/_{500}$—$^1/_{1000}$ gegeben. Um Schlammablagerungen zu verhindern, muss die Geschwindigkeit an der Sohle mindestens $0{,}^m25$ betragen, gegen Sandablagerungen schützt eine Geschwindigkeit an der Sohle von $0{,}^m5$.

Tabelle über die Geschwindigkeiten, welche das Wasser in Kanälen, ohne die Sohle anzugreifen, nicht überschreiten darf.

Beschaffenheit der Sohle.	Geschwindigkeit im Wasserspiegel.	Geschwindigkeit am Boden.	Beschaffenheit der Sohle.	Geschwindigkeit im Wasserspiegel.	Geschwindigkeit am Boden.
Töpferth., schlammige Erde . . .	$0{,}^m15$	$0{,}^m08$	Eckige Steine von Hühnereigrösse .	$1{,}^m60$	$1{,}^m0$
Feiner Sand . . .	$0{,}^m20$	$0{,}^m10$	Conglommerat u. Schiefer	$2{,}^m20$	$1{,}^m5$
Abgelagerter Thon	$0{,}^m30$	$0{,}^m15$	Lagerhafte Gebirgsarten	$2{,}^m75$	$1{,}^m8$
Lehm und fester Flusssand . . .	$0{,}^m60$	$0{,}^m30$	Harte ungeschichtete Felsen . . .	$4{,}^m2$	$3{,}^m0$
Kiesiger Boden .	$1{,}^m20$	$0{,}^m65$			

Beim Eintritt des Wassers aus Stauanlagen, Sammelweihern in die Kanäle entsteht ein Druckhöheverlust, welcher angenähert $= 0{,}0510 \frac{v^2}{\mu^2}$ ist, worin v die Geschwindigkeit im Kanal, μ aber einen Coëfficienten bezeichnet, welcher je nach der Construction des Kanaleinlaufs und der Grösse des Kanals zwischen 0,85 und 0,95 differirt.

Feste Wehre werden normal zur Flussrichtung angelegt. Zweckmässig ist die Anlage von Schützen (Schleusen) in den festen Wehren, sowohl zur leichteren Abführung der Hochwasser etc., als auch zum Zweck der Selbsträumung des Flussbetts oberhalb des Wehrs.

Schützen, welche zum Passiren von Langholz-Flössen angelegt werden, erhalten in der Regel 4—4,$^{m}5$ Breite. Flossgassenschützen werden aus 8—10^{cm} starken nicht gefederten (ganz ausgetrockneten) Bohlen hergestellt. Der Führungsfalz in den beiderseits vorhandenen Schützen (Fallen)-Pfosten ist mit Eisen zu beschlagen.

Für Rhein- und Mainflösse müssen Auslässe von 12^{m} Breite bei Gefällen von höchstens 1 : 100 angelegt werden.

Fischleitern werden gewöhnlich nach dem sog. Running-System hergestellt, wobei steinerne Sprossen auf beiden Seiten der Backenmauern vortreten und eine Serpentine bilden. Als Steigung der Leiter in der Mittellinie der Serpentinen wird 1 : 6 — 1 : 8 angenommen. Die Länge der einzelnen Serpentinenkammern beträgt ca. 1,$^{m}2$—1,$^{m}5$ und ihre Breite ca. 1,$^{m}3$—1,$^{m}5$. Die Fischleitern sind womöglich im Stromstrich anzulegen.

Die für Lachse eingerichteten Fischtreppen von Michaelis sind 2—2,$^{m}5$ lang und ebenso breite übereinander liegende hölzerne Bassins, in welchen die Wassertiefe 0,$^{m}6$ beträgt, und welche je 0,$^{m}25$ Höhendifferenz aufweisen. Wo genügend Wasser vorhanden ist, wird in jedem Sperrbrett ein ca. 0,35 qm grosses Schlüpfloch angebracht. Die Strömung aus den cascadenförmig angeordneten Behältern in's Unterwasser muss so kräftig sein, dass die Stelle des Aufstiegs bezw. des Sprungs sich den Fischen leicht bemerkbar macht. Bei Flüssen im Gebirge, woselbst nur Forellen und Aeschen aufwärts steigen, genügen 0,$^{m}9$ weite Bassins.

Die Dammkrone soll bei gemauerten Kanälen 0,$^{m}3$, bei Erdkanälen mindestens 0,$^{m}5$ über dem Wasserspiegel liegen und bei letzterem nicht unter 1,$^{m}5$ breit sein. Führt das Wasser Grundeis mit sich, so ist die Krone höher zu legen. Wo der Kanal im Einschnitt liegt, muss in Dammkronenhöhe eine Berme von mindestens 0,$^{m}8$ Breite zum Eisen etc. durchgeführt werden.

Lange Dammschüttungen sind, weil schwer dicht zu erhalten, für Oberkanäle thunlichst zu vermeiden; lange Unterkanäle haben den Vortheil, dass der Rückstau bei Hochwasser weniger fühlbar ist.

Anlage von Schifffahrtskanälen.

Wenn Kanäle, welche dem durchgehenden Verkehr zwischen zwei Hauptverkehrspunkten dienen, nur schwierig oder mit grossen Umwegen, welche nicht ohnehin behufs Vermeidung von Schleusenanlagen erforderlich wären, an grösseren Orten vorbeigeführt werden können, so sind Seitenkanäle nach diesen Orten anzulegen.

Da die Durchschleusung mit erheblichem Zeit- und Wasserverlust verknüpft ist, so wird oft behufs Umgehung einer Schleusenanlage der Kanal bis zu 3 K^{m} verlängert.

Das Füllen und Entleeren einer Schleuse soll je nicht über 5 Minuten in Anspruch nehmen. Nach den Erfahrungen, die an den elsässisch-lothringischen Kanälen gemacht wurden, beträgt hier der Zeitaufwand für das Einfahren, Schliessen der Thore u. s. w. bei einer Schleusenfüllung von 530 cb^{m} und bei einem leer zu Berg oder zu Thal fahrenden Schiff 10 Minuten; für ein geladenes Schiff von im Mittel 150 t Ladung nach beiden Richtungen dagegen 14—15 Minuten.

Bezeichnet a die Fläche der Schleusenkammer, h die anfängliche Druckhöhe (vor Oeffnung des Schützens), μ den Ausflusscoëfficienten, so ist die Zeit, in welcher eine Schleuse durch den Schützen vom Querschnitt f gefüllt bezw. entleert wird:

$$t = \frac{2 . a . h}{\mu . f \sqrt{2 . h . 9{,}81}}.$$

Das Gefäll der Schleusen beträgt gewöhnlich 2—3^{m}, das Gefäll der Kanalhaltungen 0% ausser da, wo dieselben zum Reinigen

abgelassen werden oder zugleich als Entwässerungskanäle dienen bezw. Wasser zu Bewässerungsanlagen oder an niedriger gelegene Haltungen abzugeben haben und dann ein — jedoch schwaches Gefäll erhalten. Die Kanalscheitelhaltung ist, namentlich wegen der in der Regel schwierigen Zubringung von genügendem Wasser nach der Wasserscheide, thunlichst nieder zu legen.

Der kleinste Krümmungshalbmesser wird gewöhnlich $= 120^m$ angenommen; es empfiehlt sich jedoch, nicht unter 200^m Radius herabzugehen.

Nach Mocquery soll die Canalbreite b in Curven unter der Voraussetzung, dass von zwei sich begegnenden Schiffen das eine sich am concaven Ufer festlegt, während das andere sich auf der convexen Seite vorbeibewegt, ermittelt werden durch die Formel

$$b = \sqrt{\left(s + d\sqrt{(r+s)^2 + \frac{s_1^2}{4}}\right)^2 + \frac{s_1^2}{4}} - r,$$

worin s die Breite und s_1 die Länge des Schiffs, d den Spielraum zwischen zwei Schiffen und r den Radius des convexen Ufers bezeichnet.

Hiernach kann in Curven von mehr als 600^m Radius die Normalbreite belassen werden.

Hohe Dämme sind wegen der Schwierigkeit der Dichthaltung etc. thunlichst zu vermeiden; wo solche dennoch vorkommen, sind in Entfernungen von höchstens 3 K^m sog. Sicherheitsthüren anzulegen.

Um Wasserverluste durch Versickerung zu vermeiden, wird der Kanal, wo immer thunlich, unter das Grundwasser gelegt. Kanaldammschüttungen mit durchlässigem Material oder an steileren Hängen sind wegen etwaiger Dammdurchbrüche bezw. Abrutschungen zu vermeiden, Steine, Baumwurzeln und dergleichen dürfen in schmale Dämme nicht eingebracht werden. Kanal-Dämme sind, wo immer möglich, durch Anschüttung von schwerer, gleichförmiger Erde herzustellen, welche in Schichten von ca. 15^{cm} Höhe zu stampfen ist. In Mooren ist unter dem Damm ein entsprechend tiefer Graben auszuheben, und letzterer mit dem gleichen Schüttmaterial auszufüllen, wie der eigentliche Damm, welcher genügend zu überhöhen ist.

Die Dichtung der Kanäle erfolgt in klüftigem Boden durch Aufbringung von Beton oder von Thonschlag, welcher zur besseren Bindung eine genügende Menge scharfen Sand enthalten muss. Der Thonschlag muss in dünnen Schichten mindestens $30—40^{cm}$ hoch aufgebracht werden. Wenn die Seitendämme Wasser durchschwitzen lassen, so werden Beton- oder Puddlekerne, welche unter die Kanalsohle greifen, in die Kanalböschungen eingelegt. Abflössbarer Boden, wie z. B. Letten, wird durch eingestampften Kies vor dem Wegspülen geschützt. Durchlässiger Boden wird durch mechanisch im Wasser fein vertheilten Letten, welcher bei ruhigem Wasser sich als Schlamm niederschlägt, gedichtet.

Mauslöcher, Gesträuch und Baumwuchs, sowie Unkraut dürfen nirgends an Dämmen geduldet werden, welche undurchlassend sein sollen.

Durchschnittliches Verhältniss zwischen Tiefe, Breite und Länge der Kanalschiffe $= 1 : 4 : 30$. Ein Holzschiff von 125—175 t Ladung hat leer $0,^m3$, voll $1,^m2$ Tiefgang, wozu noch $0,^m2$ Bordhöhe zu rechnen sind, somit beträgt die Gesammthöhe $1,^m4$; eiserne Schiffe gleicher Categorie haben leer nur ca. 18^{cm} Tiefgang, bei gleicher Wandhöhe etc. also eine um 25—35 t grössere Ladefähigkeit.

Kanäle kann man in 3 Klassen je nach dem Tiefgang der Schiffe ($1,^m75$, $1,^m5$ und $1,^m1$) eintheilen. Zur Bestimmung der einzelnen Dimensionen kann nachstehende Tabelle zu Grund gelegt werden.

Classe der Kanäle	Dimension der grössten Schiffe in Metern			Tragfähigkeit in Ctr.	Dimension der Schleusen in Metern			Dimension der Kanalprofile in Metern			Brückenweite in Mtrn. für	
	Tiefe	Breite	Länge		Dreimpeltiefe	lichte Weite	nutzbare Länge	Sohlentiefe	Sohlenbreite	Spiegelbreite	zwei Schiffe	ein Schiff
I	1,75	7,0	52,5	8000	2,00	7,50	55,0	2,5	16	26	16	10
II	1,50	6,0	45,0	5000	1,75	6,25	48,0	2,0	14	22	14	9
III	1,10	4,4	33,0	2000	1,30	4,60	35,0	1,5	10	16	10	6,5

Allgemein ist die Annahme einer Tauchung von 1,^{m}75, einer Tiefe der Schwelle aller Bauten und womöglich auch der Kanalsohle von 2,^{m}5 und endlich einer Distanz von Brückenunterkante und Normalwasserspiegel von 4,^{m}5 zu empfehlen. Schleusen von 5,^{m}2 Lichtweite, 42^{m} Nutzlänge und 1,^{m}8 Tauchung gestatten noch den Durchgang von Schiffen mit 300000 kg Tragkraft, dessgleichen solche von 65^{m} Nutzlänge und 8^{m} Breite und 2^{m} Tiefgang von Schiffen mit 600000 kg Nutzladung. Zum bequemen Ausweichen muss die Kanalsohle eine Breite = der doppelten grössten Schiffsbreite + 0,5—1,^{m}0 erhalten. Nebenkanäle erhalten nur eine Breite für ein Schiff und daher an geeigneten Stellen Ausweichplätze.

In Frankreich wird die Tiefe der Hauptkanäle neuerdings allgemein auf 2,^{m}0 erhöht, bezw. auf 2,^{m}5, wo die Tauerei eingeführt werden soll.

Nach Hess sollen Hauptkanäle ausser bei Schleusen, Aquädukten und Souterrains 2schiffig angelegt werden und die lichte Weite zwischen den Schleusenthoren 6,^{m}4, die Nutzlänge der Schleusen 51,^{m}5 betragen.

Die Länge des Schleusenoberhaupts beträgt ca. 5,^{m}8, die des Unterhaupts ca. 7,^{m}5. Der Drempelanschlag beträgt zwischen 10—20^{cm}, der Spielraum unter dem Schleusenthor 15—30^{cm}. Der Drempelvorsprung ist gewöhnlich = $^{1}/_{6}$ der Lichtweite. Die Höhe der Thore wird nach dem höchsten Wasserstand, der noch von der Schleuse abgehalten werden soll, bemessen. Die Seitenmauern überragen die Thore in der Regel um ca. 0,^{m}5. Holzthore, welche ca. 20 Jahre halten, werden bis zu 13^{m} Schleusenweite angewendet. Bei eisernen Thoren erhalten die Bleche nicht unter 6^{mm} Stärke.

Die Schleusenthore sollen sich unter einem Winkel von ca. 140—145^{0} gegeneinander stemmen.

Schleusen sind so anzulegen, dass die anstossende obere Kanalhaltung höchstens um die halbe Wasserhöhe des Kanals über das Terrain zu liegen kommt.

An der Einmündung von Kanälen in Flüsse sind ebenfalls Schleusen erforderlich, welche behufs Verhütung von Versandungen an die Flussconcaven gelegt werden. Je nach der Höhenlage des Wasserspiegels in der anstossenden Kanalhaltung gegenüber dem Wasserstand des Flusses bei Niedrig- bezw. Hochwasser sind Kuppelschleusen und Fluththüren anzulegen. Bei einem Verkehr von nicht über 30 Schiffen pro Tag erhalten die Schleusen gewöhnlich nur eine Kammer für ein Schiff, bei stärkerem Verkehr eine zweischiffige Kammer. Bei minder bedeutenden Kanälen werden die Schleusen manchmal durch eine schiefe Ebene ersetzt, über welche die Schiffe gezogen werden.

Derartige, namentlich in Amerika mehrfach zur Ausführung gebrachte Schleusen erhalten gewöhnlich horizontale Drehthore (Tumble gates).

Bei der Dodgeschleuse am Cheasepeak-Ohio-Kanal, welche für 27,^{m}4 lange, 4,^{m}4 breite Schiffe mit 1,^{m}52 Tiefgang und 110—135 Tonnen Tragfähigkeit eingerichtet ist, beträgt die Niveaudifferenz zwischen den Wasserspiegeln 11,^{m}6. Auf einer geneigten Ebene von 8,5% Steigung wird ein mit Wasser gefüllter Caisson, welcher die Schiffe aufzunehmen hat, und durch zwei Contregewichtswagen, welche auf schiefen Ebenen von 5% und 10% Steigung (im unteren Theil) laufen, nahezu abbalancirt wird, heraufgezogen, bezw. abgelassen. Die Kosten eines solchen Caissons incl. der Contregewichtswagen beliefen sich auf ca. 70000 Mk.; die Schienen, Schrauben und sonstigen Eisentheile kamen im Ganzen auf ca. 26500 Mk., die Maschinenanlage (Turbine etc.) zum Aufziehen und Ablassen des Caissons auf ca. 32500 Mk. zu stehen. Der Zeitverlust beim Durchschleusen incl. Fahrt im Caisson beträgt ca. 6—8 Minuten. (S. auch Erbkam's Zeitschrift 1879, S. 49.)

Kanalhaltungen müssen zu ihrer Entlastung an geeigneten Stellen mit breiten Uebereichen (deren Krone in der Normalwasserspiegelhöhe liegen soll), sowie mit Grundablässen versehen werden.

Wasserläufe, welche einen Kanal kreuzen, dürfen nicht durch letzteren, sondern müssen über oder unter dem Kanal durch (eventuell einen mit Schlammfang versehenen) Düker geführt werden. Solche Wasserleitungen müssen die grössten ihnen zufliessenden Wassermengen (siehe auch Seite 147) ohne Aufenthalt abzuleiten im Stande sein.

Der Wasserbedarf der Schifffahrtskanäle hängt von der Verdunstung, dem Verlust durch Versickerung und von dem Verbrauch beim Durchschleusen ab. Die Grösse der Verdunstung richtet sich nach localen Verhältnissen. Für die Sommermonate beträgt dieselbe durchschnittlich 10^{cm} pro Monat (s. auch S. 146).

Nach Beobachtungen an französischen Kanälen beträgt der Wasserverlust durch Filtration und Verdunstung durchschnittlich 5,15[l] pro Secunde und Kilometer in der heissen Jahreszeit, dagegen im Winter nur ca. 2,5[l]. Die Verdunstungshöhe ist an den norddeutschen zu Kanalspeisungen dienenden Seen zu 60[cm] jährlich ermittelt worden.

Der Verlust durch Versickerung hängt von der Bodenbeschaffenheit ab und ist z. B. = 0 da, wo der Kanal im Grundwasser liegt, dagegen besonders gross (bis zu 50% Wasserverlust) in klüftigem Boden. Für die Durchschleusung und für zwei sich begegnende Schiffe darf ein Consum von je 3/4 einer Schleusenfüllung, auf der Scheitelstrecke für ein Schiff von je 1 1/2 Füllungen angenommen werden. Hierbei ist die in der Regel zutreffende Annahme gemacht worden, dass die Hälfte aller Schiffe sich in den Schleusen, die andere Hälfte aber in den Haltungen sich kreuzen. Zum Speisen von Scheitelhaltungen sind öfters Reservoirs nothwendig. Ueber deren Construction s. S. 148. Solche Reservoirs sind zur Niederschlagung von Sinkstoffen auch da nothwendig, wo andernfalls von Schlamm und Sand verunreinigtes Wasser in die Kanalhaltungen eingelassen werden müsste.

Die Minimalbreite des Leinpfads soll für Menschen : 1,[m]25, für ein Pferd : 2,[m]0, für zwei Pferde : 3,[m]0, die Höhe desselben über dem Mittelwasserspiegel mindestens 0,[m]8, in der Regel 1,5—2,[m]0 betragen.

Uferböschungen erhalten im Einschnitt eine 1 1/2—2 1/2fache (unten steiler als oben), bei Dämmen eine 2—3fache Anlage. Unter Wasser, ausser der Grenze des Wellenschlags, dürfen die Böschungen steiler gehalten werden.

In der Wasserspiegellinie muss die Dammbreite mindestens 2,[m]0 betragen. In Einschnitten wird in ca. 15[cm] Tiefe unter dem Normalwasserstand ein 1,[m]0 breites, gewöhnlich mit Weiden oder Schilf angepflanztes Bankett ausgeführt.

Die Schiffe müssen, um sich leicht vorwärts bewegen zu können, ein 6mal grösseres Wasserprofil vorfinden, als der eingetauchte Schiffsquerschnitt beträgt.

Für Schiffe, welche sich selbst vorwärts bewegen, soll dagegen der Kanalquerschnitt mindestens = dem 8fachen des Schiffsquerschnitts sein.

Kanalschifffahrtsbetrieb.

Bei Versuchen am Kanal zwischen Bethune und la Bassée, die Kanalschiffe mittelst Dampf zu bewegen, wurden 3 Boote von je 1000 t Ladung mittelst einer 8 t schweren Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 4 km pro Stunde gezogen. (Von der Anwendung der Maximalgeschwindigkeit von 8 km wurde, um die Kanalböschungen zu schonen, abgesehen.) Die Ersparniss an Zugkraft betrug hierbei gegenüber dem sonst üblichen Schiffszug 95%, die Zeitersparniss 87 1/2%. Neuerdings werden auch die Kanalboote mit Dampfkessel und Schrauben versehen, um einen fremden Motor entbehrlich zu machen.

Die erforderliche Zugkraft auf Schifffahrtskanälen ist $= \frac{1}{1500}$ der Bruttolast anzunehmen. Bei Verwendung von Pferden wird auf offener Strecke pro Stunde durchschnittlich ein Weg von 3—3,25 K[m] zurückgelegt, bei Dampfschleppern ca. 6—7 K[m].

Bei grösserer Geschwindigkeit als von 2[m] pro Secunde lassen sich Schiffe in Kanälen nicht mehr mit der nöthigen Sicherheit steuern.

Bei einer Stromgeschwindigkeit von 1,[m]0 kann Schifffahrtsbetrieb mit Leinenzug (Treidelschifffahrt) noch lohnend betrieben werden.

Die Dampfschifffahrt lässt sich bis zu 3,[m]0 Wassergeschwindigkeit noch betreiben.

Die stärksten für Schiffe noch passirbaren Gefälle sind 1 : 600 — 1 : 500.

Die Kosten eines für 2 Schiffe bemessenen Kanals von 2[m] Tiefe und 10,[m]8 Sohlenbreite betragen einschliesslich des Aufwands für Einrichtung der Tauerei pro Kilometer durchschnittlich 160,000 Mk.

Die Zugkosten berechnen sich bei grösseren Ladungen durchschnittlich auf 0,008—0,01 Mark pro Kilometertonne. Hiervon entfallen in Deutschland auf die Kosten des Schiffs und Inventars 0,25—0,5 Pf., auf die Beförderungskosten bei Menschenzug 0,45—0,63 Pf., bei Pferdezug 0,38—0,5 Pf., bei Verwendung der Dampfkraft und bei Schiffen ohne Kette 0,35—0,5 Pf., do. mit Kette 0,3—0,4 Pf., und dessgleichen mit Seil ca. 0,27—0,35 Pf.

Auf dem Rhein-Marnekanal in Elsass-Lothringen betrugen die Transportpreise durchschnittlich pro Kilometer und pro mittlere Schiffsladung von 100 Tonnen:

für Steinkohlen . . .	1,53 Mark,	für Getreide	1,95 Mark.
« Coaks	2,00 «	« Holz in Schiffsladungen	1,45 «
« Eisen und Erze .	1,11 «	« Holz in Flössen .	1,42 «
« Steine	2,04 «		

Für Zölle sind ferner noch ca. 0,5 Pf. pro Kilometertonne zuzuschlagen.

In Frankreich wird, wie im Elsass, eine mässige Abgabe von den Kanalschiffen erhoben, welche für den Tonnenkilometer bei Gütern I Classe 0,4 Pf., bei Gütern II. Classe 0,16 Pf., für Flossholz pro Cubikmeter 0,16 Pf. beträgt.

Der auf dem Rhein-Marne- und dem Rhein-Rhonekanal den Schiffern für Gebühren, Arbeitslohn etc. zu vergütende Aufwand, welcher nach Zonen von je 200 km Länge abgestuft wird, beträgt bei Schiffen bis zu 1,4 Tiefgang

pro km und Tonne	für die I. Zone von 0—200km	—:·	1,8 Pf.	Dagegen beträgt d. Eisenb.-Tarif d. niedersten III. Wagenklasse im Elsass	—:·	2,7 Pf.
« « II. «	« 200—400 «	—:·	1,5 «		—:·	2,5 «
« « III. «	« 400—600 «	—:·	1,3 «		—:·	2,3 «

Ausserdem wird noch bei den Bahnen pro Tonne für die erste Zone eine feste Expeditionsgebühr von 1 Mk., für die II. und III. Zone von 1 Mk. 20 Pf. berechnet.

Wenn die projectirte Vertiefung der Kanäle durchgeführt sein wird, so dass Schiffe von $1,^{m}8$ Tiefgang noch passiren können, so ermässigen sich die Kanal-Transportkosten noch um 0,16 Pf. pro Kilometertonne.

Beim Vergleich beider Transporten sind noch in jedem einzelnen Fall die Ein- und Ausladungskosten zuzuschlagen.

Die Unterhaltung der schiffbaren Kanäle kostet in Preussen ca. 1800 Mark jährlich pro Kilometer. Für Unterhaltung und Verwaltung sind ca. $1^{1}/_{4}{}^{0}/_{0}$ der Baukosten in Rechnung zu ziehen.

Die gewöhnlichen Unterhaltungskosten belaufen sich beim Rhein-Rhone- und beim Rhein-Marnekanal, soweit dieselben innerhalb Elsass-Lothringen liegen, auf ca. 965 Mark, beim Saarkohlenkanal ebendaselbst auf ca. 1000 Mark pro Kilometer; dagegen bei Nebenkanälen, z. B. beim Breuschkanal auf ca. 500 Mark, beim Hüninger Zweigkanal auf ca. 650 Mark.

Tauerei.

Auf wohl regulirten Wasserstrassen von grösserer Wassertiefe (ca $1,^{m}0$) namentlich auf Kanälen, welche wenig Schleusen haben, empfiehlt sich die Drahtseilschifffahrt, während in allen übrigen Fällen die Verwendung der Kette bei der Tauerei vorzuziehen ist, da der Tiefgang der Tauer hierbei nur ca. 50^{cm} beträgt, während Drahtseiltauer ca. 85^{cm} Tiefgang haben. Die Verwendung der Kette gestattet ferner vergleichsweise eine grössere Lenkbarkeit der Schiffe.

Die Ausnützung der maschinellen Kraft beträgt bei der Kette durchschnittlich 80—85%.

Die Stärke der Kette ist von der Strömung abhängig und wechselt zwischen 15 und 25^{mm}.

Die Uebertragung der Kraft auf die Kettentrommeln geschieht durch Zahnräder und mit einem gewöhnlich doppelten Vorgelege. Die Kettentrommeln bestehen meist aus 5 Ketten- und 1 Bremsscheibe. Der Trommeldurchmesser ist = ca. $1,^{m}12$. 3—4 Umgänge der Kette genügen bei gewöhnlichen Wasserständen.

Die Elbkettenschiffe haben eine Maschine von ca. 60—80 Pferdekräften, eine Länge von ca. $48,^{m}0$, eine grösste Breite von ca. $7,^{m}1$ und $0,^{m}5$ Tiefgang. Der Trommeldurchmesser beträgt $1,^{m}12$, der Kettendurchmesser 23^{mm}. Ein solches Schiff kostet incl. Ausrüstung circa 90,000 Mark. Für Amortisation sind excl. Capitalverzinsung 5% in Rechnung zu ziehen. Die Kosten von 1 K^{m} Kette incl. Legung betrugen auf der Oberelbe ca. 3800 Mark. Die Stärke der Kettenglieder beträgt 22^{mm} und 25^{mm}, der Meter Kette wiegt 11 kg bezw. 15 kg. Das Kilogramm kostet ca. 30 Pf. Ein Zug von ca. 20 Schlepp-Kähnen, welche unbeladen zu zweien nebeneinander gekuppelt sind, durchfährt Curven von 180^{m} Radius und passirt selbst in Stromcurven liegende enge Brücken von ca. 20^{m} Spannweite. Pro 30 K^{m} Flusslänge ist ein Kettenschiff erfor-

derlich. Die Geschwindigkeit eines Tauers beträgt bei der Oberelbe (1:3000 Gefäll) und bei der Bergfahrt ca. 6 K^m pro Stunde, durchschnittlich mit Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten ca. 4,5 K^m; bei der Thalfahrt dagegen ca. 10 K^m. Der Schlepplohn beträgt bei Kähnen von mittlerer Grösse pro Kilometer-Centner ca. 0,075 Pf., der Aufwand auf die Kahnführung ca. 0,013 Pf., zusammen also ca. 0,088 Pf. Für leere Fahrzeuge beträgt der Schlepplohn auf der Elbe 0,4—2 Mk. pro Kilometer.

Um Schleusen auch für die Tauerei praktikabel zu machen, muss deren Länge (für einen halben Schiffszug bezw. für ca. 8—9 Schiffe) bemessen werden. Die Tauer werden neuerdings zur leichteren Passage der Schleusen mit Schrauben versehen.

Der Schiffswiderstand P wird angenähert durch die Formel $P = A . K . \frac{(V + v)^2}{19 . 6}$, worin A den grössten eingetauchten Querschnitt, V die absolute Geschwindigkeit des Schiffs und v die des Wassers, endlich K einen Coëfficienten bezeichnet, welcher von der Schiffsform abhängt und ca. = 0,3—0,5 im Mittel ist.

Flussbauten.

Parallelwerke werden bei geringen Wassertiefen und an viel grobes Geschiebe führenden Flüssen, Buhnen besonders bei grossen Wassertiefen ausgeführt. Letztere erschweren öfters die Schifffahrt, sind aber in der Regel billiger in der Unterhaltung als die Parallelwerke. Bei einem Buhnensystem müssen die Köpfe in die Correctionslinie fallen. Die Richtung der Buhnen ist gewöhnlich inclinant, nur bei Fluss- oder Kanalausmündungen declinant, derart, dass der Winkel zwischen Correctionslinie und Buhne ca. 75° beträgt. Die Entfernung der Buhnen unter sich nimmt mit der Breite des Flusses und der Länge der Buhnen zu und ist an concaven Ufern geringer als in convexen, im Mittel = der 1½—2½fachen Buhnenlänge. Am Kopf wird die Buhne unter dem Mittelwasserstand gehalten und steigt sodann die Krone allmälig bis zum Ufer. Die Kronenbreite beträgt 2—5^m, je nach der Stärke der Strömung. Die Böschung am Kopf wird in concaven Flussstrecken ca. 3fach, in convexen vornen ca. 1½fach, an den Seiten bis ½fach angelegt.

Steinbauten erhalten bei grösserer Stärke im Innern häufig der Kostenersparniss halber einen Kern von grobem Kies. Je mehr die Schüttung der Aussenfläche des Baues sich nähert, desto grösser müssen die eingebrachten Steine sein. Die Böschungen sollten womöglich, namentlich, wo solche starken Strömungen ausgesetzt sind, eine 2fache Anlage erhalten. Der Rücken von Buhnen soll abgerundet und nach erfolgter Setzung der Steinschüttung bis zum niedrigsten Wasserstand abgepflastert werden, in welcher Höhe das Pflaster sich an ein schmales Bankett anlehnt.

In Holland erhalten die Böschungspflasterungen, welche auf eine ca. 20^{cm} starke Lage Klinkerschotter gesetzt werden, an exponirten Stellen 30^{cm} Stärke, in der Regel wird an den so geschützten Dämmen unter dem Schotter noch eine 1,^{m}0 starke Lettenlage angebracht.

Faschinen werden am besten von Weiden entnommen und hierzu möglichst gerade Stämmchen und Zweige, deren unteres Ende höchstens 5^{cm} stark sein darf, genommen; ihre Verwendung empfiehlt sich hauptsächlich im Spätherbst und vor dem zweiten Trieb (Juli). Bei Bauten unter Wasser ist auch die Verwendung von Nadelholzfaschinen, welche ihres Harzgehalts und des dichteren Schlusses halber solchen von Eschen-, Erlen- etc. Holz vorzuziehen sind, angezeigt.

Packwerk wird in der Regel aus 2—3fach geneigten, 0,6—1,^{m}0 dicken Lagen Faschinen und Wippen, hergestellt, welche schwimmend zusammengesetzt und sodann mit Kies oder Erde beschwert werden.

Die Ausschuss- und Rückschusslage des Packwerks wird durch nicht über 1^m von einander entfernte ca. 15^{cm} starke Wippen oder Flechtbänder gehalten, durch welch letztere 1,25—1,^{m}5 lange, ca. 6^{cm} starke Buhnenpfähle in Entfernungen von ca. 0,^{m}55 geschlagen werden. Der äussere Rand des Werks erhält eine doppelte Wippe. Sobald das Belastungsmaterial aufgebracht und gestampft und dadurch die Packwerksanlage, welche bei niederstem Wasserstand einzubringen ist, unter Wasser kommt, beginnt sofort die Herstellung der nächsten

Lage u. s. w. Die Ausdehnung derselben richtet sich nach der Breite und den Böschungen des Baues (Buhne event. auch Parallelwerk), sowie nach der Wassertiefe.

Die Kopflage erhält Steine als Beschwerungsmaterial und Flechtzäune statt Wippen. Buhnenköpfe werden am besten abgepflastert (nachdem sich der ganze Buhnenkörper etwas consolidirt hat) oder mit Spreutlagen bezw. einer Rauhwehr versehen.

Spreutlagen werden aus einer oder aus mehreren zusammen 10—12^{cm} starken Lagen von Faschinenreis, welche mit 10^{cm} starken Wippen gehalten werden, hergestellt. Die Wippen werden in Abständen von 0,6—0,^{m}7 aufgebracht und durch ca. 0,^{m}8 lange, ca. 6^{cm} starke Pfähle gehalten. Soll die Spreutlage ausschlagen, so wird sie aus Weiden hergestellt und im Trocknen noch mit etwas gutem Boden bedeckt.

Rauhwehren werden ähnlich aber in mehreren Lagen von Faschinen von zusammen 15^{cm} Stücke hergestellt, wobei die einzelnen Lagen mit Erde bedeckt werden.

Senkfaschinen erhalten gewöhnlich eine Länge von 5—6^{m} bei einem Durchmesser von ca. 60^{cm}, ferner einen Kern von Kies oder Steinen und Eisendrahtbänder; dieselben werden schräg zur Stromrichtung versenkt.

Senkstücke werden da, wo Ebbe und Fluth auftritt, gewöhnlich zur Herstellung von Buhnen verwendet. Dieselben bestehen aus 1—2^{m} dicken, im Maximum 20^{m} langen und 10^{m} breiten Lagen von Faschinen, welche durch Steine beschwert werden. Die Senkstücke werden auf der unteren und oberen Seite durch kreuzweise, in Entfernungen von ca. 0,8—0,^{m}9 gelegte Wippen zusammengehalten, indem Wippenpfähle durch die Kreuzungspunkte und die ganze Faschinenlage durchgeschlagen und mit Eisendraht oder Leinen daselbst befestigt werden. Ausserdem finden sie Anwendung zur Ausfüllung tiefer Kolke oder als unterste Lage bei Buhnenköpfen und Coupirungen. Ihre Versenkung geschieht vom Ufer oder von Gerüsten aus, von welchen sie mittelst untergebrachter Walzen ablaufen.

Die Holländischen „Zinkstucke", welche in einer Breite von ca. 6,^{m}0 angefertigt werden, bestehen aus zwei Lagen eines Wippennetzes (wobei die 12^{cm} starken Wippen sich alle 0,^{m}9 überkreuzen), zwischen welche 3 Lagen Faschinen von zusammen 45^{cm} Stärke eingebracht werden. Die Wippenkreuzungspunkte beider Netze werden mit getheerten Stricken verbunden. In die Kreuzungspunkte des oberen Netzes werden sodann ca. 6^{cm} starke Pfähle eingeschlagen, solche durch Flechtwerk verbunden, wodurch das Zinkstuck versteift und zugleich die Fächer zur Aufnahme der Steinschüttung gebildet werden. Die Beschwerung der von Schiffen aus versenkten Zinkstucke beträgt bis zu 130 k pro qm. Die ganze Stärke des Stucks beträgt ca. 75^{cm} und betragen die Kosten daselbst pro qm ca. 2 Mk. 20 Pf. (der Arbeitslohn ca. 30 Pf.), incl. Steinballast ca. 4 Mk. 25 Pf. 20 geübte Männer können in einem Tag 1 Zinkstuck von 60^{m} Länge und 18^{m} Breite herstellen und in der Zeit von ca. 2 Stunden versenken.

Senkwellen werden kreisrund aus Faschinen und Kies angefertigt und mit Eisendrahtbändern in Entfernungen von ca. 0,^{m}3 nach Zusammenpressung der Wurst durch einen Würgel zusammengehalten. Bei einer Stärke von mehr als 0,^{m}8 erhalten die Wellen noch ein bis zwei Reisigzwischenlagen. Die Wellen werden ohne Ende dargestellt und vom Ufer oder von Gerüsten aus versenkt; auf dem oberen Ende muss die Welle in das Ufer hereingezogen oder durch Pfähle festgehalten werden, um ein Hinausreissen der ganzen Welle durch die Strömung zu verhüten.

Materialbedarf und Preise von Flussbauten.

Die Anfertigung von Faschinen, je 3,^{m}0 lang und 0,^{m}3 stark, erfordert je nach der Beschaffenheit des Reisigs und der Zugänglichkeit der Gewinnungsstelle 0,01—0,02 t pro Stück. Zwei Pferde sind zur Abfuhr von 70—80 Faschinen erforderlich.

Das Hundert Faschinen entspricht ca. 15—20 cbm und kostet bei einer Entfernung von ca. 5—7 km zwischen Gewinnungs- und Baustelle durchschnittlich 14—18 Mk.

1 cbm Packwerk erfordert ca. 9 Faschinen mit zus. 1,25 cbm, 3,^{m}5 Wippen incl. Draht à 10 Pf., 7 Pfähle 0,^{m}85 lang und 0,^{m}06 stark à 3 Pf. und 0,35 cbm Erde oder Kies bezw. 0,23 cbm Steine. Die Handarbeit erfordert ca. 0,4 t. Das Beschwerungsmaterial nimmt etwa $^{1}/_{3}$ des kubischen

Gehalts der Faschine ein. (Von den Faschinen wird auch das Material zu den Wippen genommen.)

1 cbm Senkfaschinen erfordert 1,1 cbm Faschinen (incl. Bindeweiden), 0,5 k Draht. Deckmaterial wie beim Packwerk.

1 cbm Senkstück erfordert ca. 1,25 cbm Faschinen (incl. Wippen), 7 Pfähle, 3—4^{m} Leinen bezw. 4—5^{m} Eisendraht, 0,2 cbm Steine und 3 Stück Flechtstangen. Arbeitslohn incl. Versenkung pro cbm ca. 50 Pf., Zuschlag für Geschirr etc. 50 Pf., zusammen also 1 Mark.

Ueber Baggerarbeiten, s. Fundationen.

Materialbedarf der Senkwellen pro 10^{m} Länge.

Stärke in Metern.	Faschinenbedarf in cbm.		Kiesbedarf in cbm.	Gewicht des verwendeten Drahts in Kgr.	Arbeitsaufwand in t.	
0,4—0,5	4,2	Nadelholzreisig.	1,2	2,25—2,5	ca. 1,3 t	bei ca. 10^{m} Entfernung des Materials von der Arbeitsstelle.
0,5—0,6	5		1,6	3,25		
0,6—0,7	6,2		1,9	4,5	1,6 t	
0,7—0,8	6,5		2,6	4,8		
0,8—0,9	7,5		2,8	5,25	1,8 t	
1,0	8,2		2,9	6,5		

Die beiden letzteren Wellen erhalten noch Zwischenlagen von Faschinen. Bei Verwendung von Weidenfaschinen erhöht sich der Faschinenbedarf um 15%, während der Kiesbedarf um einen gleichen Betrag sinkt.

Zum Binden wird fast ausschliesslich Draht von den Nummern 15—17 (franz.) genommen, welcher pro 100 Kg., je nach der Grösse der Lieferung, 26—32 Mk. kostet; gewöhnlich wird die Nummer 16 verwendet, wovon der Meter 70 g wiegt.

Werden die Wellen auf Gerüsten angefertigt, so erhöht sich der Arbeitsaufwand um 0,3 t. Das Einlegen von 0,^{m}8 starken Wellen in den Fluss erfordert ca. 0,8 t.

Spreutlage pro qm bedarf 1½ Faschinen, 4 Hakenpfähle und 0,15 cbm Deckerde; 1 qm Rauhwehr ca. 2 Faschinen, 4 Pfähle, 4 Hakenpfähle und Bindeweiden.

Die Anfertigung von 1 qm Spreutlage erfordert ca. . . . . 0,06 t,
« « « 1 « Rauhwehr « « . . . . 0,06 t,
« « « 1 « pflasterartige Versteinung von Dammkronen erfordert ca. . . . 0,17 t,
« « « 10 « Wippen erfordert . . . . . 0,05 t.

Zur Herstellung von 1 cbm Steinschüttung sind ca. 1,25 cbm Bruchsteine erforderlich.

1 qm polygonales Böschungspflaster aus möglichst grossen, 20—25^{cm} starken Sand- oder Kalkbruch-Steinen, welche mit dem Hammer noch etwas nachgearbeitet werden müssen, erfordert bei den Bauten am Oberrhein 0,30 cbm Bruchsteine, 0,2 cbm Kies zur Unterlage, 0,13 Pflästerers- und 0,05 Handlangerstagschichten. Für Geschirr und Aufsichtskosten sind 10% zuzuschlagen. Sollen die Pflastersteine dagegen in regelmässigen, auf die schmale Kante gestellten Schichten von 15—20^{cm} Breite, 20—30^{cm} stark, mit dem Hammer zugerichtet, versetzt werden, so sind ca. 0,4 cbm Bruchsteine, 0,3 + 0,15 = 0,45 (Richten + Versetzen) Pflästererstagschichten und 0,1 Handlangerstagschichten erforderlich. Bei Pflasterung auf Faschinaden sind ausserdem noch pro qm ca. 5 Pfähle erforderlich.

Bei der Entnahme von Kies aus Kiesbänken oder aus seitlichen Kiesgewinnungsplätzen müssen die gewöhnlichen Transportpreise um ca. 20% da erhöht werden, wo der Schifftransport mittelst Nachen von 2—2,25 cbm Fassungsraum an die Stelle der sonst üblichen Transportweisen tritt. Die Bewegung der Nachen erfolgt meistens durch Menschenhand, da die Verwendung von Pferden durch lokale Verhältnisse und durch die geringere Geschwindigkeit des Transports bei Thalfahrten beschränkt wird.

Uferschutzbauten.

Uferböschungen an Flüssen sind thunlichst flach zu halten, in Mergel und dergleichen Boden mindestens 1¼fach, in lehmigem Boden ca. 1½fach, in sandigem Boden 2—3fach. Die Sicherung der Böschungen geschieht in Niederwasserhöhe gewöhnlich mit einigen Lagen Kopfrasen event. auch mit einer Weidenspreutlage, über Mittelwasser-

höhe mit Flachrasen; unter Wasser werden Faschinen, Senkwellen oder Steinwürfe von (namentlich auf der Aussenseite) grossen Steinen angebracht. Soweit die Ufer durch Flösse oder Eisgänge beschädigt werden können, ferner an Flüssen mit starker Strömung sowie gegen Wellenschlag sind Pflasterungen als Uferschutz zu empfehlen. Das Pflaster erhält hierbei eine Unterlage von Steinschutt oder grobem Kies und als Fuss entweder eine Steinschüttung (oft mit 1 Berme in Niederwasserhöhe) oder eine Holzschwelle von ca. $^{17}/_{20}$cm Stärke oder in die Flusssohle eingegrabene grosse Pflasteransatzsteine. In manchen Fällen empfiehlt es sich, das Pflaster gegen eine (bis unter Niederwasser getriebene) Spuntwand oder gegen eine Wand von Halbhölzern, vor welche Pfähle gerammt werden, zu lehnen. Gegen starke Strömungen mit Eisgang empfiehlt sich eine 1—2fache, gegen Wellenschlag eine 3—4fache, bei Kanälen und Flusshäfen eine ca. 1fache Anlage der Pflasterung. Bei Hafenbauten kommen vorzugsweise Pflasterungen, Stützmauern und Bohlwerke in Anwendung.

Deichbauten.

Die sog. Winterdeiche werden zum Schutz gegen die vorkommenden grössten Hochwasser, die sog. Sommerdeiche nur zur Abhaltung mittlerer, fast alljährlich wiederkehrender Hochwasser errichtet. Deiche verhindern das Verlanden und die Erhöhung des Inundationsgebiets durch die vom Hochwasser mitgeführten Sinkstoffe und bewirken an manchen Orten durch Abhaltung des Wassers selbst eine Senkung des Terrains.

Die Deiche sind auf festem Boden zu errichten und in flüssigen Linien ohne schroffe Verengungen oder Erweiterungen anzulegen. Bei Flüssen sollen die grössten Hochwasser ohne schädliche Stauung zwischen ihnen abgeführt werden. Durch ein genügend breites Vorland sind die Deiche gegen Unterspülungen zu sichern.

Gräben dürfen nicht unmittelbar neben dem Deichfuss angelegt werden, sondern sind je nach der Festigkeit des Bodens 2—3^{m} von letzterem entfernt zu halten. Die Höhe der Winterdeiche an Flüssen ist mit Rücksicht auf etwaige, durch Eisstopfungen bedingte Wasseranschwellungen zu bestimmen. In der Regel reicht die Deichkrone 0,6—0,^{m}8 über den höchsten Hochwasserstand, bei Sommerdeichen nur ca. 0,^{m}3 über den festgesetzten Wasserstand, in dessen Höhe an geeigneten Stellen breite Ueberfälle aus Stein oder Holz angebracht werden.

Die Kronen-Breite der Deiche beträgt bei Winterdeichen ca. 2—3^{m}, bei Sommerdeichen 1,0—1,^{m}5. Soll die Deichkrone auch zum Fahren benutzt werden, so erhält dieselbe mindestens 5,^{m}0 Breite.

Bankette werden auf der inneren Seite zugleich als Fahrwege angelegt.

Die Böschungen werden bei Winterdeichen an Flüssen auf der Aussenseite je nach der Beschaffenheit des angeschütteten Materials, der Stärke der Strömung und des Wellenschlags 2—4fach (an der See noch flacher), auf der inneren Seite dagegen nur 1½—2fach angelegt. Sommerdeiche erhalten beiderseitig 2—3fache Böschungen. Ueberfahrten über die Dämme erhalten 2,5—3,^{m}0 Breite. Werden an deren Stellen Durchfahrten angeordnet, so sind solche aus Mauerwerk herzustellen und durch doppelte Dammbalken oder Drehthüren zu schliessen. Die Böschungen werden in der Regel mit Rasen verkleidet oder wie bei den übrigen Uferbauten mit Steinwurf und Pflasterungen, bei interimistischen Ausbesserungen auch durch sog. Strohstickung (von ca. 10^{cm} Stärke), ferner durch Vorwerfen von Sandsäcken, durch Faschinen u. s. w. geschützt.

Zu Deichbauten dürfen torfhaltige Erden oder reiner Sand nicht verwendet werden. Sandige Erden sind dann hierzu untauglich, wenn sie dem Wellenschlag oder abspülenden Strömungen unmittelbar ausgesetzt sind.

Zu Wasserversorgungsanlagen

wird gewöhnlich Quell- bezw. Grundwasser (Dresden) oder Flusswasser, welch' letzteres zuvor auf künstlichem oder natürlichem Weg filtrirt werden muss, oder Wasser von Seen und Sammelbassins verwendet. Das Wasser von artesischen Brunnen ist zu den meisten industriellen und häuslichen Zwecken wegen seiner Härte und Wärme unbrauchbar.

Gewinnung des Wassers.

Kleinere Quellen, sowie das Grundwasser werden entlang den Gängen bezw. den wasserführenden Schichten, an deren tiefsten Punkten durch Anlage von — nach der Bergseite offenen, gewöhnlich mit Beton-

sohle oder mit Sohlgewölben versehenen — Sammelkanälen, oder durch untereinander durch Röhrenkanäle verbundene Sammelbrunnen gefasst, von wo aus das Wasser dem Sammelbassin (welches gewöhnlich mit einem Pumpwerk direct in Verbindung steht) zugeführt wird. Grössere Sammelbrunnen erhalten gewöhnlich 3,5—4,^{m}5 Durchmesser und kosten bei ca. 12^{m} Tiefe in Sand oder Kiesboden pro lfd. Meter ca. 900 Mark.

Werden zu den Sammelkanälen Röhren verwendet, so erhalten dieselben ca. 2,5^{cm} weite Schlitze. Diese Röhren werden mit Kies umgeben, der, nach Aussen immer feiner werdend, endlich in groben Sand übergeht. Die Ergiebigkeit richtet sich nach der Tiefenlage und der Grundwassermenge und beträgt pro qm Kanalfläche ca. 5—15 cbm pro Stunde.

Bei den Sammel-Brunnen tritt das Wasser entweder durch Schlitze im Mauerwerk, welche ausserhalb der Grenze sich befinden müssen, in welchen der Boden noch verunreinigt werden kann, oder von der Sohle ein. Die Brunnen werden gewöhnlich mit Ziegelhohlsteinen gemauert, welche einen äusseren und inneren, meistens einen Stein starken Kranz mit einem Zwischenraum von 0,8—1,^{m}0 bilden, welcher mit Filterkies und Sand ausgefüllt wird.

Nach der Deutschen Bauzeitung 1871, S. 111, war die Ergiebigkeit von in Sand getriebenen Brunnen mit undurchlässigem Mantel von 3,1—5^{m} Durchmesser bei einer Senkung des Wasserspiegels von 0,8—3,^{m}1 pro Minute = 0,25—1,1 cbm oder = 1,1—3,3 cbm pro Stunde und pro qm Bodenfläche. In Kiesboden ist die Ergiebigkeit eine grössere und lieferte z. B. ein Brunnen der Dresdener Wasserversorgungsanlage von 2,^{m}25 Durchmesser 235 cbm pro Stunde und pro qm Bodenfläche.

Dagegen lieferte ein Brunnen in Sandboden mit durchlässigem Mantel von 4,3 äusserem und 1,^{m}6 innerem Durchmesser in Berlin bei 1,^{m}6 Senkung des Wasserspiegels und 17^{m} Wasserstand stündlich 185 cbm, in Darmstadt dessgleichen ein solcher von 2,^{m}5 innerem Durchmesser und 15^{m} Wasserstand bei 2^{m} Senkung stündlich 33 cbm, dagegen bei 3^{m} Senkung 47 cbm. Hierbei ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Senkung nicht so weit getrieben wird, dass der Sand aufgetrieben bezw. ausgespült wird.

Die Senkung des Grundwassers in den Grundwasserbrunnen beträgt gewöhnlich in Kiesboden 2,^{m}0. Diese Senkung entspricht einem Senkungskessel von 60—80^{m} Halbmesser. Bei den in Strassburg angelegten Versuchsbrunnen stieg dieser Halbmesser bis auf 470^{m} im Mittel. Eine grössere Senkung des Wasserstands ist nur in grobem Geschiebe zulässig. In breiten mit Geschiebe angefüllten Thälern soll die Verbindungslinie der Mittelpunkte der Brunnen normal zur Flussrichtung stehen. Zur Untersuchung der Grundwasserstände werden am zweckmässigsten die sog. Norton'schen Röhren verwendet.

Wo natürliche Filter entlang von Flüssen angelegt werden können, werden hierzu die concaven Stellen der letzteren gewählt, da hier bei entsprechender Strömung keine Verschlammungen vorkommen.

Die Fassung von stärkeren Quellen erfolgt in der Regel in gemauerten oben verschlossenen Brunnenstuben, welch' letztere selbstwirkende Entleerungs- und Ueberlaufvorrichtungen erhalten müssen, um einen Rückstau des Wassers bis an die Stelle, wo die Quelle in den Fassungsraum eintritt, zu vermeiden. Vor den eingemauerten Flantschenröhren sind Kupfersiebe und Verschlussklappen (bei grösserer Tiefe Schieber) anzubringen.

Jede einzelne Quelle ist hierbei für sich zu fassen, womöglich in festem Gestein und in einer Tiefe von mindestens 2,^{m}0.

Die Quellen müssen gegen das Eindringen von Wildwasser geschützt sein.

Die Quellen müssen dem Zutritt der Luft zugänglich sein, es ist jedoch hierbei eine Trennung der Vor- und Schieberkammern von den eigentlichen Fassungskammern und den Fassungskanälen durch Verschlüsse mit durchbrochenen eisernen Thüren zu bewerkstelligen.

Durch entsprechende Wehranlagen und Ablassvorrichtungen soll jede einzelne Quelle ausgeschaltet und die Reinigung einzelner Kammern und Seitenkanäle bewirkt werden können, ohne die Ableitung der übrigen Quellen zu hindern.

Die lichte Höhe und Weite von Stollen in Felsen excl. Ausbruch für etwaige Ausmauerung wird zweckmässig zu 1,^{m}8 auf 1,2—18^{m} bemessen.

Wasserbedarf.

Der Wasserbedarf pro Kopf der Bevölkerung und pro Tag ist anzuschlagen: für Hauszwecke zu 60 l (worunter ca. 2 l Trinkwasser), für Industriezwecke zu ca. 20 l, für Strassenbesprengung (ca. 100 l pro Ar bei

einmaliger Besprengung) zu ca. 30 l, für Waterclosets zu mindestens 15 l. Bei neuen Anlagen für grössere Städte (mit wenig Waterclosets) ist ein Tagesconsum von mindestens 130 l, im Maximum ein solcher von 150 l pro Kopf, für kleinere Landgemeinden mit vorwiegend ackerbautreibender Bevölkerung dagegen nur von 60 l pro Kopf anzunehmen. Der Bestimmung der Röhrenweiten ist der stärkste Tagesconsum, welcher pro Stunde ca. das Doppelte des durchschnittlichen Consums (= 4,2% des Gesammttagesconsums) beträgt, zu Grunde zu legen. Wo viel Wasser an Industrieen, Fontainen etc. abgegeben wird, sinkt dieses Verhältniss. Der Maximalconsum an Wasser tritt im Sommer ein und beträgt durchschnittlich 125% des Durchschnittsconsums; hiernach ist auch die Grösse der Reservoirs zu bestimmen.

Zu Feuerlöschzwecken ist pro Spritze und Minute eine Wassermenge von 300—400 l erforderlich, bei Hydranten ca. 360 l.

Der Wasserbedarf für ein Pferd beträgt 75 l, für eine Kuh 60—75 l, für einen Ochsen ca. 40 l, für Jungvieh im Mittel 25 l, für ein Schwein 20 l, für ein Schaf 2—3 l, für ein zweirädriges Fuhrwerk sind täglich 40 l, für ein vierrädriges 100 l in Rechnung zu bringen, für ein Bad 300 l. Für das Begiessen der Gärten 3 l, dessgleichen der Höfe 1,5 l pro qm.

Die Speisung einer Locomotive erfordert ca. 5 cbm Wasser. 1 Schnellzugmaschine verbraucht 3,3—4,0 cbm pro Stunde; eine Güterzugmaschine dessgleichen 2,1—3,6 cbm, 1 Maschine für gemischte Züge 3,0—3,6 cbm.

Beschaffenheit des Wassers.

Reinheit des Wassers. Trinkwasser soll durchschnittlich nicht über $\frac{35}{1000000}$ organische Stoffe enthalten; über den Werth eines Wassers zum menschlichen Gebrauch können übrigens nur eingehende chemische Analysen richtigen Aufschluss geben. Stammen die Unreinigkeiten von Excrementen, faulenden, organischen Substanzen und dergl. her, so ist die Verwendung eines solchen Wassers zu Haushaltungszwecken nicht zu gestatten.

Härte des Wassers. Der Gehalt an anorganischen Salzen, wie z. B. an kohlensaurem Kalk und an Gyps etc., bedingt die Härte des Wassers. Mit 1° Härte wird der Gehalt von 0,01 g erdiger Salze in einem Liter Wasser bezeichnet. Ein Wasser heisst weich, wenn es 10—15°, hart, wenn es über 20°, sehr hart, wenn es über 30° Härte hat. Nur weiche Wasser eignen sich zu industriellen Zwecken. Trinkwasser darf bis zu 25° Härte haben. Harte Wasser schützen die eisernen Rohrleitungen vor Rostbildung und nehmen weniger leicht organische Stoffe auf, als die weichen, bei mehr als 20° Härte treten dagegen Kalkniederschläge in den Röhren auf.

Anlage der Sammel-, Filtrir- und Vertheilungsbassins, sowie der Sammelbrunnen und -Kanäle.

Das oberflächlich abfliessende Wasser für Sammelbassins wird durch Mauern und Erddämme abgeschlossen, welche, wenn thunlich, an den engsten Stellen der Thäler anzulegen sind. Sie erhalten Grundablässe und Ueberfälle, welche am Zweckmässigsten in den gewachsenen Grund gelegt werden. Die Krone der Abschlussmauern und Erddämme ist mindestens 1,m5 über dem höchsten Wasserstand anzulegen. Die Krone von Erddämmen soll 1/3 der Höhe zur Breite erhalten, mindestens aber 4m breit, die Dossirung derselben mindestens 2½füssig sein. Die innere Dossirung ist mit einem Pflaster zu versehen, unter welchem eine Kies- und eine Puddleschicht zur Befestigung und Dichtung anzubringen ist. In der Mitte des Erddamms wird gewöhnlich noch ein Kern von Puddle angebracht, welcher in das Erdreich eingreifen, oben mindestens 1,5—2,m0 Breite und nach unten 1/6 Anlauf erhalten soll. Zur Dammschüttung darf nur ganz gleichartiger Boden verwendet werden, der, wie auch der Lettenkern, in Lagen von ca. 0,m2 aufzubringen und zu stampfen ist.

Die Hauptsammelbassins sollen einen Wasserbedarf von vier Monaten fassen können.

Die Lage der Röhrenfahrten ist bestimmt durch das mittlere Gefäll der Wasserleitung. Höher als die mittlere Gefälllinie (zwischen Sammler und Verwendungsstelle) soll kein Punkt der Röhrenfahrt zu liegen kommen.

Wo dies dennoch nicht zu umgehen ist, bestimmt sich die wirkliche Gefällslinie aus den Verbindungslinien der höchsten Rücken der Leitung und ist demgemäss die Rohrweite den in den verschiedenen Strecken wechselnden Wassergeschwindigkeiten entsprechend variabel anzunehmen.

An Stellen, wo die Druckhöhe in den Leitungen sich wesentlich ändert, sind leicht controlirbare Manometer anzubringen.

Gemauerte (schlupf- oder begehbare) Wasserleitungskanäle erhalten in Entfernungen von je 300^{m} Einsteigschächte, ca. 0,70 auf 0,^{m}90 weit.

Zu Wasserleitungen, welche keinen erheblichen Druck auszuhalten haben, werden ausser den eisernen Röhren Thon-, Steingut-, Beton- und Asphaltröhren verwendet.

Filtrirbassins. Flusswasser, überhaupt unreines Wasser, muss vor der Verwendung filtrirt werden; unter Umständen wird dasselbe, ehe es über die Filterbetten geleitet wird, in Klärbassins durch einfachen Niederschlag und durch Vorfilter aus grobem Kies und dergl. Materialien von den gröberen in ihm suspendirten Sinkstoffen befreit. In der Regel begnügt man sich mit einer 24—30stündigen Ablagerungszeit, da eine weiter gehende Fällung der im Wasser enthaltenen Sinkstoffe sich meistens als nicht lohnend herausgestellt hat. Zu bemerken ist, dass der das Flusswasser so häufig trübende Thonschlamm unverhältnissmässig lange Zeit zum Niederschlagen braucht.

Durch Anlage von Klärbassins wird keine Verminderung der erforderlichen Filterfläche erzielt.

Bei natürlichen Filtern in den Geschiebablagerungen der Thäler rechnet man pro qm Sickerfläche der Sammelbrunnen und Sammelkanäle auf einen Wasserzufluss von ca. 0,6 cbm pro Stunde; nach den in Toulouse, Lyon, Angers gemachten Erfahrungen betrug die Minimalergiebigkeit 6—12 cbm pro Tag. Die Filtergänge werden gewöhnlich massiv hergestellt und unten offen gelassen, ihre Sohle soll unter die Flusssohle reichen, jedoch nie so tief, dass durch den Auftrieb des Wassers Sand mitgerissen wird. Wenn d die Korngrösse des Sands bezeichnet, so muss die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers $v < 4{,}5\sqrt{d}$ sein. Die Klärung des Wassers erfolgt nur durch den Filtersand, wesshalb, um öftere Reinigungen zu vermeiden u. s. w., letzterer oft in einer Stärke bis zu 90^{cm} eingebracht wird. Der Filtersand muss ein gleichmässiges scharfes Korn haben, zu feiner Sand verschlammt zu leicht, während zu grober Sand zu rasch, also ungenügend filtrirt. Es empfiehlt sich daher, den Sand durch Siebe von entsprechender Maschenweite (zwischen $^{1}/_{2}$—1^{mm} Durchmesser) vor der Einbringung zu prüfen und solchen, der über 15 % gröberes Material enthält, durch Sieben zu verbessern, den feinkörnigen Sand von $^{1}/_{2}$^{mm} Korngrösse und darunter aber durch Schlemmen zu entfernen. Der Preis des Filtersandes sollte immer nach Siebproben bestimmt werden.

In die Filtrirbassins tritt das Wasser in der Regel von der Seite ein, um durch eine 1,6—2,^{m}0 hohe Filterschicht durchzusickern. Für letztere kann folgende Zusammensetzung empfohlen werden:

Scharfer Quarzsand						ca. 0,4—0,^{m}6	hoch.
grober Sand von . . .	ca.	4^{mm}	Stärke	. .	«	0,^{m}15	«
Kies von	«	1^{cm}	«	. .	«	0,^{m}15	«
Kies von	«	2—3^{cm}	«	. .	«	0,^{m}20	«
Kies von	«	6^{cm}	«	. .	«	0,^{m}20	«
Wacken von	«	12^{cm}	«	. .	«	0,^{m}20	«

Statt des Kieses kann auch gewaschener Kokesgrus von verschiedenem Korn verwendet werden.

Das filtrirte Wasser fliesst nach der Mitte des Bassins nach einer im tiefsten Punkt desselben angelegten Sammeldohle ab, welche es dem Reinwasserbassin zuführt. Zu diesem Behufe wird in die unterste, gröbste Kiesschichte eine Reihe von Drainröhren oder von kleinen Backsteinkanälen mit offenen Fugen in Entfernungen von ca. 2^{m} eingelegt, welche in die Sammeldohle einmünden.

Am höchsten Ende der letzteren werden in der Regel vertikale Luft- (Ventilations-)Röhren angebracht.

Die Sohlen dieser Bassins bestehen gewöhnlich aus Beton, auf welchen mehrere Lagen in Portlandcementmörtel versetzte Backsteine aufgebracht werden.

Die Höhe des Wasserstandes über dem Filterbett ist zu ca. 0,^{m}6—1,^{m}0 anzunehmen. Bei grösserer Druckhöhe wird das filtrirte Wasser leicht unrein, auch verstopfen sich die Filter sehr rasch. Durch Zuführung von Wasser unter hohem Druck werden überdiess die Filter zu sehr angestrengt und daher durch Durchbrechen der verschlammten Sanddecke bald verdorben. Das Maximum der Wasserhöhe sollte aber nur allmälig, nämlich dann erst erreicht werden, wenn die Verschlammung des Filterbetts am weitesten vorgeschritten ist, also vor Entfernung der Filterdeckschichte.

Um die Depressionshöhe (Abstand des Wasserspiegels im Filter und im Reinwasserkanal), den Grad der Verschlammung der Sanddecke und einen gleichmässigen Wasserabfluss entsprechend reguliren zu können, empfiehlt sich die Ausführung verstellbarer Ueberfälle in Schieberform.

Da wo Flusswasser ohne Vorfiltration in die Filtrirbassins eintritt, werden die gröberen Stoffe durch eine vertical gestellte Schichte von siebartig durchlöcherten Filtrirsteinen zurückgehalten.

Die Filtrirfähigkeit pro qm Filterbett und pro Tag beträgt je nach der Höhe der Sand- und Wasserschichte, der Reinheit des Wassers und der Frische der Sandschicht zwischen 3,0 bis 5,5 cbm, der Aufwand auf die Filtration pro cbm ca. $^2/_5$ Pf. Unter 50^{cm} Höhe sollte die Stärke der Sandschichte nicht heruntergehen.

Bemerkung. Wegen der schmutzigen Beschaffenheit des Elbe-Wassers in Hamburg ist daselbst die Filtrirfähigkeit von 1 qm nur zu 1,5 cbm pro Tag angenommen worden; in Altona beläuft sich dieselbe durchschnittlich auf 2,3 cbm.

Wenn der Schmutz in die Sandschichte des Filterbetts etwa 4^{cm} tief eingedrungen ist, so ist die oberste Lage derselben von ca. $5—8^{cm}$ Höhe abzunehmen und durch gereinigten Sand zu ersetzen, sofern bei stärkeren Sandschichten nicht vorgezogen wird, die Abnützung lagenweise bis auf eine Stärke von $0{,}35^{cm}$ fortzusetzen und dann erst die Ergänzung des Filterbetts wieder vorzunehmen.

Die Geschwindigkeit des Wassers beim Durchgang durch die Filter lässt sich zu ca. $0{,}1^{mm}$ pro Secunde annehmen.

Filter- und Reinwasserbassins, sowie die Vertheilungs-(Hoch-)reservoirs sind womöglich zu überwölben und sodann noch mit einer ca. $1{,}^{m}2$ hohen Erdschichte zu überdecken. Diese Bauten werden gewöhnlich auf natürlichen Anhöhen in gewachsenem Grund und mit wasserdichtem Mauerwerk (das mit senkrechtem Anlauf herzustellen ist und zweckmässig noch einen glatten Portlandcementverputz von ca. $1{,}5^{cm}$ Stärke im Innern erhält) hergestellt.

Wo Hochreservoirs z. B. in Ebenen nur mit grossen Kosten hergestellt werden können, greift man, um die erforderliche Druckhöhe zu erhalten, häufig zur Anlage von ummauerten, eisernen Standröhren mit grossem Durchmesser, welche oft bis zu 300 cbm zu fassen vermögen, um Feuerlöschzwecken zu genügen. Bei derartigen Anlagen müssen jedoch an die Pumpen und Maschinen höhere Anforderungen bezüglich der Solidität, Leistungsfähigkeit etc. gestellt werden, als bei Druckwerken mit Hochreservoirs, auch empfiehlt sich alsdann die Aufstellung mehrerer von einander unabhängig arbeitender Maschinen, welche entweder als Cornwall'sche, als Woolf'sche oder als horizontale Maschinen mit Condensation und mit Expansion construirt werden. Die beiden ersteren empfehlen sich bei hohen Kohlenpreisen und bei sehr grossen Anlagen, da sie einen geringen Kohlenverbrauch haben.

Den Dimensionen von Reinwasserbassins und Vertheilungsreservoirs wird bei mittelgrossen und kleinen Anlagen gewöhnlich der Wasserbedarf eines Tages zu Grunde gelegt.

Der Boden solcher Bassins wird gewöhnlich aus zwei in Portlandcementmörtel versetzten, flachen Backsteinschichten, welche auf eine Beton- oder Rollschichte gelegt werden und einen 25^{mm} starken geglätteten Portlandcementverputz erhalten, hergestellt.

Bei der neuen Augsburger Wasserversorgung wurden 4 Druckwindkessel von 10^{m} Höhe und $1{,}75^{m}$ Durchmesser in den Druckröhrenstrang eingeschaltet, um bei grösseren Bränden dem im Röhrennetz enthaltenen, mit 4 Atmosphären gepressten Wasser einen um 1—2 Atmosphären höheren Druck geben zu können.

Pumpen und hydraulische Widder.

Ueber Pumpen s. auch Maschinenbau. Bei Berechnung der Leistung von Pumpmaschinen wird eine Kolbengeschwindigkeit $= {}^2/_3$ der Maximalgeschwindigkeit in der Druckleitung zu Grunde gelegt, um erforderlichen Falls die Förderung verstärken zu können.

Ist D der Durchmesser der Pumpen, so erhalten die Saugröhren einen Durchmesser $= 0{,}85—0{,}89$ D und die Druckröhren von 0,8 D. Die negativen Windkessel in den Saugröhren und die Druckwindkessel werden $=$ 4mal Pumpenvolum angenommen, die Luftfüllung $=$ 0,67 des Windkesselvolums. Der Hauptdruckwindkessel erhält den 30fachen Inhalt der zusammen arbeitenden Pumpen.

Hydraulische Widder sind schon bei einer Druckhöhe des Wassers im Triebrohr von $0{,}^{m}5$ anzuwenden. Der Nutzeffect beträgt 40—60%. Be-

zeichnet h die vorhandene Gefällhöhe, H die Steighöhe, Q das Betriebswasserquantum, q die zu fördernde Wassermenge, so ist also

$$q = \frac{7 \times Q \times h}{10 \times H} \text{ und } Q = \frac{10 \times q \,.\, H}{7 \times h}.$$

Solche Widder liefert W. Garvens in Hannover.

Vertheilung des Wassers. Anlage und Ausführung der Rohrleitungen. Berechnung der Rohrwandstärken.

Vertheilung des Wassers. Gewöhnlich wird das sogen. Verästelungssystem angewendet, nach welchem auch die Berechnung der Rohrweiten vorzunehmen ist. Hierbei bildet jede Hauptleitung mit ihren Abzweigungen einen von einem Punkt aus gespeisten abgeschlossenen Theil des Röhrennetzes, und es bewegt sich das Wasser immer von dem Anfangspunkte nach den Endpunkten zu. Damit aber diese Leitungen sich gegenseitig unterstützen können, dass z. B. bei zeitweiliger Absperrung einer Hauptleitung der Betrieb nirgends eine Störung erleidet, sind die Enden der einzelnen Leitungen untereinander zu verbinden, und an den Verbindungsstellen Absperrschieber anzubringen. Ausserdem empfiehlt sich zu diesem Zweck die Anlage concentrischer Verbindungslinien zwischen den Hauptleitungen, s. ferner Hydraulik.

In Städten, wo die Hebung des Wassers viele Kosten verursacht, empfiehlt es sich, die Vertheilungsreservoirs in verschiedenen Höhen anzulegen, d. h. eine Eintheilung nach Druckzonen vorzunehmen, von welchen aus das Wasser in die einzelnen Stadttheile mit dem der Höhenlage derselben entsprechenden Druck geleitet wird. Auch hier ist eine Verbindung der Leitungen, namentlich etwaiger Feuersbrünste halber, wünschenswerth. Da bei Feuersbrünsten oft ein höherer als der normale Druck erforderlich wird, so bringt man zuweilen bei Pumpwerken neben einem kleinen, den Bedarf für 1 Stunde fassenden Hochreservoir noch ein Standrohr in einem Wasserthurm an, um über die Dauer des Brandes einen höheren Druck bewerkstelligen zu können.

Die Minimal-Röhrenweite bei Strassen-Leitungen soll nicht weniger als 76^{mm} (3″ engl.), in der Regel aber 100^{mm} (4″ engl.) betragen, s. ferner hierüber Hydraulik.

Wandstärke der Röhren. Bezeichnet D den lichten Rohrdurchmesser in Metern, p_0 den Wasserdruck in Atmosphären, so ist die Wandstärke bei Röhren aus

Eisenblech $= 0{,}00086\ D\ (p_0 - 1) + 0{,}003^m$.
Kupfer . . $= 0{,}00148\ D\ (p_0 - 1) + 0{,}004$ «
Blei . . . $= 0{,}00242\ D\ (p_0 - 1) + 0{,}005$ «
Zink . . . $= 0{,}00620\ D\ (p_0 - 1) + 0{,}004$ «
Holz . . . $= 0{,}03230\ D\ (p_0 - 1) + 0{,}027$ «

Die zur Bestimmung der Wandstärke gusseiserner Röhren seither gewöhnlich angewandte Formel lautet:

$$\delta = \frac{d}{2}\left\{\sqrt{\frac{\frac{f}{n} + p_0}{\frac{f}{n} - p_0 + 2p_1}} - 1\right\},$$

worin δ die Wandstärke und d den lichten Rohrdurchmesser in ^{mm}, n den Sicherheitscoëfficienten (= 10), f den Festigkeitscoëfficienten für Gusseisen (ca. 13 k pro q^{mm}), p_0 den inneren, p_1 den äusseren Druck auf die Röhrenwand bezeichnet (Atmosphärendruck = 0,01033 k pro q^{mm}). Diese Formel gibt für kleinere Durchmesser nicht ausführbare Wandstärken und es muss daher die Ausführbarkeits-Wandstärke substituirt werden, welche von der Fabrikationsweise, dem Durchmesser, der Baulänge und der Sicherheit gegen Bruch beim Transport abhängt.

Nach Bach soll diese Formel bei der Berechnung dickwandiger cylindrischer Gefässe (mit Einschluss der Presscylinder) durch die Formel

$$D = d\sqrt{\frac{K + 0.4\,p}{K - 1.3\,p}}$$

substituirt werden, worin D den äusseren Rohrdurchmesser, p den inneren Ueberdruck, K die zulässige Inanspruchnahme des Cylindermaterials bezeichnet. Bei einem äusseren Ueberdruck p_0 wird

$$D = d\sqrt{\frac{K}{K - 1.7\,p_0}}.$$

Von Praktikern wird nachstehende, etwas grössere Fleischstärken ergebende Formel empfohlen, wobei die Maasse in Centimetern angegeben sind:

$\delta = 0{,}00333 \cdot n \cdot D + 0{,}7$ bei mehr —

und $\delta = 0{,}020\ D + 0{,}7$ bei weniger als 6 Atmosphärenüberdruck (= n).

Die Dicke einer Flantsche $= 13^{mm} + 0{,}003$ D.

Von dem Verein deutscher Ingenieure und von dem Verein der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands ist nachstehende Normaltabelle für gusseiserne Flantschen- und Muffenrohre aufgestellt worden:

Normaltabelle

für gusseiserne Flantschen- und Muffenrohre.

Lichter Durchm. D	Normalwandstärke δ für 6—7 Atmosph.	Flantschenrohre.										Muffenrohre.						
		Flantschendurchm. D^1	Flantschendicke f	Schraubenlochkreisdurchm. D^2	Schrauben. Anzahl.	Schrauben. Stärke in Millim.	Schrauben. Durchm. der Schraubenlöcher.	Baulänge.	Gewicht eines Rohres (rund).	Gewicht einer Flantsche nebst Anschluss (rund).	Gewicht von 1m Rohr excl. Flantsche.	Aeusserster Muffendurchmesser.	Innerer Muffendurchmesser.	Tiefe der Muffe.	Gewicht pro lfdn. Meter excl. Muffe.	Gewicht der Muffe.	Gewicht pro lfdn. Meter Baulänge incl. Muffe.	Baulänge.
mm	mm	mm	mm	mm			mm	mm	k	k	k	mm	mm	mm	k	k	k	m
40	8	150	18	115	4	13	15	2	21,4	2	8,75	120	69	74	8,75	2,0	9,75	2
50	8	160	18	125	4	15,5	17	2	25,5	2,2	10,58	132	81	77	10,58	2,6	11,88	2
60	8,5	175	19	135	4	15,5	17	3	45	2,7	13,26	143	91	80	13,26	3,15	14,83	2
70	8,5	185	19	145	4	15,5	17	3	51,4	2,9	15,20	153	101	82	15,19	3,7	17,05	2
80	9	200	20	160	4	15,5	17	3	61,7	3,5	18,25	164	112	83	18,25	4,32	19,70	3
90	9	215	20	170	4	15,5	17	3	68,8	4	20,30	175	122	86	20,30	5,0	21,83	3
100	9	230	20	180	4	19	21	3	76	4,4	22,32	186	133	88	22,32	5,8	24,25	3
125	10	260	21	210	4	19	21	3	98	5,6	28,94	213	158	91	28,94	7,34	31,38	3
150	10	290	22	240	6	19	21	3	122	6,9	36,45	242	185	94	36,45	8,90	39,06	3
175	10,5	320	22	270	6	19	21	3	149	8	44,38	270	211	97	44,38	10,61	47,90	3
200	11	350	23	300	6	19	21	3	178	9,6	52,91	299	238	99	52,91	12,33	57,0	3
225	11,5	370	23	320	6	19	21	3	206	9,9	61,96	315	264	100	61,96	14,32	66,73	3
250	12	400	24	350	8	19	21	3	238	11,6	71,61	351	291	101	71,61	16,32	77,09	3
275	12,5	425	25	375	8	19	21	3	273	12,9	82,30	378	317	102	82,30	19,12	88,67	3
300	13	450	25	400	8	19	21	3	306	13,7	93,00	406	343	104	93,00	21,93	100,0	3
325	13,5	490	26	435	10	22,5	25	3	343	17,2	102,87	433	368	105	102,87	24,91	111,17	3
350	14	520	26	465	10	22,5	25	3	376	18,9	112,75	460	394	106	112,75	27,90	122,06	3
375	14	550	27	495	10	22,5	25	3	415	21,5	124,04	489	421	107	124,04	30,00	134,04	3
400	14,5	575	27	520	10	22,5	25	3	456	22,6	136,85	518	448	109	136,85	34,09	147,21	3
425	14,5	600	28	545	12	22,5	25	3	484	24,5	145,16	545	473	110	145,16	37,27	157,58	3
450	15	630	28	570	12	22,5	25	3	539	26,5	162,00	573	499	111	162,0	40,45	175,53	3
475	15,5	655	29	600	12	22,5	25	3	582	28,6	178,80	600	525	112	174,84	44,09	189,54	3
500	16	680	30	625	12	22,5	25	3	624	30,7	187,68	628	551	114	187,68	47,74	204,13	3
550	16,5	740	33	675	14	26	28,5	3	723	39	214,97	682	603	116	214,97	55,33	233,43	3
600	17	790	33	725	16	26	28,5	3	813	42	243,28	736	655	119	243,28	63,52	264,46	3
650	18	840	33	775	18	26	28,5	3	916	43	276,60	791	707	122	276,60	73,47	301,08	3
700	19	900	33	830	18	26	28,5	3	1034	50	311,27	846	759	125	311,27	84,63	339,45	3
750	20	950	33	880	20	26	28,5	3	1148	53	347,96	897	812	127	347,96	94,40	379,44	3
800	21	1020	36	940	20	29,5	32	3	1297	68	387,10	949	866	129	387,10	104,64	421,98	3
900	22,5	1120	36	1040	22	29,5	32	3	1567	74	472,81	1066	968	134	472,81	135,94	518,16	3
1000	24	1220	36	1140	24	29,5	32	3	1872	96	560,00	1177	1074	140	560,0	168,47	616,21	3

Die Schenkellänge L der Krümmungs- und T-Stücke bei Flantschenröhren bestimmt sich aus der Formel $L = D + 100^{mm}$.

Die Schieberlänge von Flantsch zu Flantsch ist $= D + 200^{mm}$. Bei Durchgangsventilen und gusseisernen Hähnen ist die Länge von Flantsch zu Flantsch zu $= \cdot\cdot 2D + 100^{mm}$ anzunehmen. Bei Eckventilen soll die Länge der Schenkel von Mitte bis Flantsche $= D + 50^{mm}$ werden.

Röhren, bei welchen eine Verminderung der Wandstärke um 25% durch Excentricität sich vorfindet, oder welche 3% weniger als das Normalgewicht haben, dürfen nicht verlegt werden.

Bei der Druckprobe soll der Maximaldruck das 2¼fache des normalen nicht überschreiten.

Gusseiserne Röhren müssen stehend, mit der Muffe nach oben gegossen werden.

Verlegen von gusseisernen Muffenröhren. Nachdem die Röhren probirt und gereinigt worden sind, werden dieselben zum Schutz gegen Rosten mit heissem Theer oder mit einer heissen Mischung von 1 Theil Goudron, 2½ Theilen Asphalt und 4 Theilen Gastheer überzogen.

Zum Schutz gegen die Einflüsse der Temperaturwechsel müssen die Wasserleitungs-Röhren mindestens $1,^{m}5$ tief in den Boden eingelegt werden.

Die Dichtung der Muffenröhren geschieht mittelst Einstemmen von Werg oder von getheerten Hanfschnüren etwa auf die halbe Länge der Muffe und durch Ausgiessen des übrigen Theils derselben mit Blei, welches nach dem Erkalten gleichfalls verstemmt wird. Die Länge der Bleidichtung muss mindestens 6^{cm} betragen.

Bei Leitungen mit geringem Druck wird statt Blei auch eine Dichtung mit Keilen von Forchenholz angewendet.

Flantschenröhren werden mit Kautschuk- oder Lederringen (zuweilen auch mit Oelpappe) und Schrauben verbunden, bezw. gedichtet.

Rückschläge finden in Rohrleitungen beim raschen Abschluss bis auf eine Länge von $3,2\sqrt{h}$ Metern von der Abschlussstelle statt, wobei h den Druck des Wassers im Ruhestand in kg pro qm bezeichnet.

Hydranten. Streifkästen. Wassermesser. Hausleitungen.

Lufthähne werden an allen nach aufwärts gekehrten Biegungen der Röhrenstränge angebracht, um die in letzteren sich ansammelnde Luft entweichen zu lassen.

Die Druckhöhe des Wassers in den Hydranten soll ca. 40^{m}, mindestens aber 30^{m}, über der Strassenoberfläche gemessen, betragen. Der Verlust der Druckhöhe, den das Wasser beim Passiren von Hydrantenschläuchen von 60^{mm} Durchmesser (von Gummi mit Drahtspiralen) erleidet, beträgt ca. $0,^{m}1$ pro Längsmeter. Wo das Wasser den Leitungen unter hohem Druck zufliesst, und wo dasselbe zugleich als Motor für Kleingewerbe billige Verwendung finden kann, sollte eine Verringerung der Druckhöhe, etwa um an der Fleischstärke der Röhren etc. zu sparen, nicht eintreten, so lange die Druckhöhe nicht mehr als 50^{m} beträgt.

Hydranten zu Feuerlöschzwecken und zum Strassenbesprengen sind in Entfernungen von ca. 80^{m}, höchstens von 100^{m}, anzulegen. Die Standröhren derselben erhalten gewöhnlich 65^{mm} und 80^{mm}, die Abzweigstutzen für die Hydranten ca. 80^{mm} Durchmesser.

Die Abzweigstutzen für öffentliche Brunnen erhalten ca. 30^{mm} Durchmesser.

Absperrhahnen (bis zu 20^{cm} Weite) bezw. Absperrschieber werden an den Abzweigungen der Hauptvertheilungsstränge, Entleerungsschieber, bezw. -Hahnen, sowie Schlammkästen an den tiefsten Punkten der Leitungen zur Spülung des Rohrnetzes angebracht.

Streifkästen werden gewöhnlich in Leitungen zu Reservoiren und Sammelstuben eingesetzt, hauptsächlich aber in solchen Rohrleitungen angebracht, welche nicht immer vollständig oder welche mit längere Zeit stagnirendem Wasser gefüllt sind; je nach der Rohrweite in Entfernungen von ca. $60—120^{m}$, $^{1}/_{3}$ derselben wird mit Lufthähnen versehen.

Das Streifen einer hauptsächlich mit organischen Stoffen inkrustirten Leitung von $75—150^{mm}$ Durchmesser kostet nach in Carlsruhe gemachten Erhebungen ca. 7 Pf. pro Meter. Inkrustationen von schwefel-

saurem und kohlensaurem Kalk lassen sich in der Regel durch Streifen nicht beseitigen.

Wassermesser werden gewöhnlich nur zur Controlle des Wasserverbrauchs grösserer Consumenten angebracht.

Hausleitungen werden vom Hauptleitungsrohr entweder durch Einsetzung besonderer Façonstücke oder durch Anbohrung desselben behufs Einsetzung von „Saugern" oder Hähnen, welche in sogenannten Rohrbügeln mittelst Verschraubung ihre Führung finden und an welche die Hausleitungsröhren befestigt werden, abgezweigt. Der Verschluss der Hausleitungen geschieht am zweckmässigsten mittelst Niederschraubhähnen. An dem tiefsten Punkte der im Winter gegen das Einfrieren wohl zu verwahrenden Leitungen ist ausserdem ein Ablasshahn anzubringen. Die Lichtweiten der Zuleitungsröhren betragen für Küchen und Waschbecken 13mm, für Waterclosets 20mm, für Bäder 26mm; die der Abflussröhren für Küchen und Bäder je 50mm und die von Waschbecken 26mm. Zu Hausleitungen werden in Norddeutschland gewöhnlich Bleiröhren verwendet, während in Süddeutschland fast allgemein verzinkte, schmiedeeiserne Röhren zur Anwendung kommen; in Frankfurt werden unter der Strasse gusseiserne Hauszuleitungsröhren von 5cm Lichtweite angewendet. Die Bleiröhren haben den Vorzug der Billigkeit, da bei ihrer Verwendung keine Façonstücke erforderlich sind.

Notizen zu Kostenvoranschlägen für Wasserleitungen.

Preis pro 100 kg Muffenröhren . . .	loco	Werk	ca.	20—22	Mark	— Pf.
Façonröhren mit Muffen unbearbeitet pro 100 kg	«	«	«	25	«	— «
Façonröhren m. Flantschen pro 100 kg bearbeitet u. verlegt incl. Schrauben	«	«	«	33	«	— «
Façonröhren mit Muffen verlegt . .	«	«	«	28	«	— «
Abzweigröhren mit 6—8 Stutzen und Blindflantschen für Privatleitungen je nach der Rohrweite pro 100 kg verlegt	«	«	«	40	«	— «

Für Lichtweiten unter 75 mm sind obigen Preisen 20 Procent zuzuschlagen.

Streifkästen, Schachteinfassungen, Schlammkästen, Syphons u. dergl. werden wie Maschinenguss bezahlt, und kosten loco Werk:

Bei Stücken über	150 kg . . .	pro 100 kg	ca.	20	Mark.
« « «	50—150 kg . . .	« 100 kg	«	22	«
« « «	25—50 kg . . .	« 100 kg	«	25	«
« « «	12—25 kg . . .	« 100 kg	«	26	«
« « «	5—12 kg . . .	« 100 kg	«	30	«

Schlammkästen mit metallenen Luft- und Ablasshahnen und je 2 durchgehenden Muffenstutzen:

Grösste Sorte ca. 125 Mark, mittlere Sorte ca. 65 Mark, kleinste Sorte ca. 40 Mark. Wenn mit 2 Flantschen, anstatt mit 2 Muffenstutzen, je 5—10 Mark höher, für je einen Abzweigstutzen je 5—8 Mark mehr.

Luftschrauben für Streifkästen	ca.	1	Mark	—	Pf.
Lufthahnen, kleinste 2 Mark 50 Pf., grösste . . .	«	6	«	—	«
Hydrant pro Stück	«	40	«	—	«
Hydrantenstange pro Stück	«	12	«	—	«
Hydrantenstandrohr mit 2 Ausgüssen pro Stück	«	60	«	—	«
Wasserschieber je nach den Dimensionen von 2"—7"	«	43—160	«	—	«
Stangenschlüssel pro Stück 1,m7 lg: - 12 Mk., pro kg	«	1	«	—	«
Blei zum Verdichten der Muffen pro k.	«	—	«	50	«
Gerippte gusseiserne Schachtkästen, 2theilig, ca. 90 kg schwer, pro Stück	«	20	«	—	«
Desgleichen 3theilig, ca. 160 k. schwer, pro Stück	«	35	«	—	«
1 gemauerter Hydranten- oder Brunnen-Schacht	«	60	«	—	«
und der 3theilige gusseiserne Schachtkasten hinzu	«	40	«	—	«
1 einfacher gusseiserner Stock für laufende Brunnen	«	70	«	—	«
Desgleichen mit Selbstverschluss	«	120—200	«	—	«
und der Brunnenschacht hierzu incl. Schachtdeckel	«	160	«	—	«
1 Meter 8cm weit gebohrter Forchenteichel . . .	«	1	«	30	«
1 Brunnenkachel für Holzteichel	«	—	«	70	«

Gusseiserne Einlaufklappenvorrichtung mit verzinntem Kupferseiher, sammt Zugkette und Gewicht:

2″	2½″	3″	3½″	4″	engl. weit
45	48	51	55	60	Mark pro Stück.

Schmiedeeiserne verzinkte Röhren kosten incl. Verlegen

50	38	32	25	20	13mm weit
7,50	5,25	4,25	3,25	2,50	1,80 Mark pro lfd. Mtr.

Bleirohrleitungen kosten bei Zuflussröhren incl. Verlegen etc.

bei 13	20	25	30	40	50mm Weite
1,90	2,80	4,00	5,40	6,60	8,00 Mark pro Mtr.

Bei Abflussröhren incl. Verlegen und Dichten

von 40mm	50mm	60mm	75mm	100mm Weite
3,50	3,80	4,50	6,00	8,50 Mark pro Mtr.

Regulirhahnen 1″ engl. weit mit 2 Flantschen ca. . . . . 20 Mark.
Kupferne verzinnte Halbkugelseiher für 1″ bis zu 8″ engl. weite Röhren . . . . . 9—17 «

Anschlussregulirhahnen von Messing mit Flantschen, fertig verlegt sammt Verpackung

5/4″	1″	3/4″	engl. weit
16	12	9	Mark.

Niederschraub-Durchgangshahnen mit 2 inneren Gewinden oder mit 1 inneren und 1 äusseren Gewind

2″	1½″	5/4″	1″	3/4″	½″ engl. weit
22	18	12,50	8,50	6,50	4,50 Mark.
Auslaufhahne			8	6	4 «
do. mit Schlauchverschluss			10,50	8	5,50 «

Schmiedeeiserne Flantschen zu Rohrverbindungen pro Stück

1½″	1¼″	1″	3/4″	½″ engl. weit
4,15	3,80	2,25	1,55	1,40 Mark.

Entleerungs- oder Eishahnen pro Stück 2,80 Mark.
1 Regulirhahn mit 2 Flantschen 1″ weit . . . . . 20 Mark — Pf.

Deckscheiben von Gusseisen zur Hahnenbefestigung

½/½″	½/¾″	¾/¾″	¾/1″
à 2	2,25	2,50	3 Mark.

1 Auslauf- oder Entleerungshahn von Messing ½″ weit . 4 « 20 «
1 Abschlusshahn im Abzweigungsschacht von Messing mit Flantsche und Muffe ¾″ weit . . . . . 7 « 50 «
1 Paar Rundflantschen für ¾″ weite Röhren . . . . . 3 « — «

Kosten der Haupthähne pro Stück incl. Einpassen

bei 13	20	25	30	40	50mm Lichtweite
8	12	14	25	32	38 Mark pro Stück.

Für Gehäus mit Schlüssel 3—6 Mark Zuschlag.

Starke schmiedeeiserne Rohrbügel für Anbohrungen bei

Lichtweiten von 2—3½″ engl. . . 6 Mk. } incl. Anbohren und Befestigen der schmiedeeisernen Rohrleitungen.
« « 4—6″ « . . 8 «
« « 6½—8″ « . . 11 «

Desgleichen für schmiedeeiserne Röhren

1″	¾″	½″ engl. weit
70	60	50 Pfennig.

1 Streifapparat incl. 80m langem Drahtseil ca. 120 Mark.

Gartenschläuche von Gummi mit 3facher Leinwanddichtung

5/8″	7/8″	10/8″ weit
2,50	3,50	4,50 Mk. pro Meter.

Hanfschläuche von

½″	¾″	1″ Weite
1,10	1,20	1,40 Mk. pro Meter.

Feuernormalschläuche von Hanf 1,70 Mk. pro Meter.

Eine Anschlussleitung an Privathäuser, 3cm weit incl. der beiden Abschlusshahnen am Hauptrohr und innerhalb des Gebäudes, sowie incl. der Nebenkosten für die Wiederherstellung der Strasse, kostet ca. 150 Mark, excl. der erwähnten Nebenkosten ca. 130 Mark.

Preise von gusseisernen Röhren etc. in Mark.

Lichte Weite in													
	engl. Zoll.	$1^1/_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
	Centim.	3,8	5,1	7,6	10,2	12,7	15,2	17,8	20,3	22,9	25,4	30,5	35,6
Pro Met. Baulänge.	Gusspreise .	1,00	1,45	2,35	3,60	4,95	6,05	7,8	8,90	10,6	12,6	16,15	30,20
	Legen und Dichten*) .	0,70	0,75	0,90	0,95	1,2	1,4	1,80	2,00	2,50	3,0	4,0	4,80
	Preis fertig verlegt . .	1,70	2,20	3,25	4,55	6,15	7,45	9,6	10,9	13,1	15,6	20,15	35
	Streifkasten p. Stück**) .	16	17	20	25	27	34	38	45	50	54	65	110
	Doppelschl. Absperrschieber†) .	—	50	60	70	95	118	135	160	195	230	290	310

Preise von schmiedeeisernen Röhren und Zubehörden,
alles fertig verlegt und verdichtet.

Lichte Weite in	engl. Zollen . . .	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$^5/_4$	$1^1/_2$	2
	Millimetern . . .	10	13	19	25	32	38	51
Gerade Röhren, schwarz . . .		0,80	1,00	1,35	1,70	2,20	2,70	3,60
« « galvanisirt . .		1,00	1,30	1,70	2,00	3,00	3,60	5,00
Teestücke, Winkel- stücke, Bögen . .	schwarz .	0,25	0,30	0,40	0,55	0,80	1,10	1,70
	galvanis.	0,40	0,50	0,65	0,85	1,20	1,60	2,50
Kreuzstücke, schwarz		0,50	0,75	0,95	1,20	1,70	2,00	2,80
« galvanisirt . . .		0,70	1,00	1,20	1,50	2,00	2,50	3,60
Muffen, Langgewinde		0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60
Kappen, Stopfen		0,20	0,25	0,35	0,40	0,50	0,65	0,70
Rohrschellen mit Stift		0,70	0,80	0,90	1,00	1,25	1,50	1,75
Flantschen pro Paar		1,20	1,20	1,40	1,80	2,50	3,00	3,80

Die Kosten von electrischen Wasserstandsanzeigern betragen bei den Fein'schen Apparaten 1) für das Contaktwerk mit Gegengewicht und Schwimmer 195 Mk., 2) für das Zeigerwerk mit Zifferblatt exclus. Allarmvorrichtung 220 Mk., für das letztere mit Läutwerk 75 Mk., zusammen also 490 Mk.

Bei den Siemens'schen Wasserstandszeigern stellen sich die Kosten des nach 2 Seiten wirkenden Inductors auf 360 Mk., der Ausgleichkette auf 46 Mk., des kupfernen Schwimmers auf 120 Mk., des Zeigerapparats auf 190 Mk., der Contaktvorrichtung hierzu mit Weckersignal für Maximal- und Minimal-Wasserstand 60 Mk., eines Weckers auf 30 Mk., zusammen auf rund 800 Mk.; ein telegraphischer Wasserstandsregistrator nach dem System Hasler in Bern kostet ca. 890 Mk.

Die Telegraphenleitung kostet bei Verwendung von 3^{mm} starkem Eisendraht pro Kilometer ca. 160 Mk., jeder weitere Draht pro Kilometer 60 Mk., 100 kg 3^{mm} starker verzinkter Eisendraht kosten ca. 56 Mk., $2{,}1$—$2{,}7^{mm}$ dicke Guttaperchadrähte pro 100^{m} ca. 8—9 Mk.

Entwässerung von Ländereien.

Der Versumpfung von Ländereien wird entweder durch Abhaltung des zufliessenden Wassers und durch Abführung der atmosphärischen Niederschläge oder durch Erhöhung des Sumpfbodens namentlich mittelst Sinkstoffe begegnet.

---

*) Unter normalen Verhältnissen excl. Grabarbeit, aber mit Zugabe von Blei incl. Röhrenprobe und Transport vom Lagerplatz zur Verwendungsstelle und bei einem Arbeitslohn von 5 Mark pro Tag.

**) Mit Luftschraube oder mit Lufthahn fertig verlegt.

†) Die Preise verstehen sich fertig verlegt.

Das zufliessende Wasser wird durch Kanäle, durch Tieferlegung der Wasserläufe vermittelst Anlage von Durchstichen und dergl. oder durch Wasserhebungsmaschinen entfernt. Da, wo durch Stauung von Wasserwerksanlagen Versumpfung verursacht wird, ist der Entwässerungskanal in der Regel in den Unterkanal einzuführen.

Die atmosphärischen Niederschläge, welche in den Boden eindringen, werden am zweckmässigsten durch Drains abgeführt.

Zum Heben des Wassers werden ausser den Pumpen auch Wasserschnecken verwendet. Die Schnecken dürfen nicht über 40—50 Umdrehungen pro Minute haben.

Man unterscheidet Mantelschnecken und offene Schnecken; erstere ihres grossen Gewichts halber nur an bestimmten Standorten zu verwenden. Die Förderhöhe beträgt in der Regel höchstens $3,^{m}0$. Die Schnecken sind selbst bei starken Verunreinigungen des Wassers noch leistungsfähig, bei veränderlichen Wasserständen ergeben sich Effektverluste. Bezeichnet s die Schaufellänge und w die Wellenstärke in ^{cm}, L die Leistung in cbm pro Minute bei 40 Umdrehungen und 1^{m} Hubhöhe, p die Zahl der eff. Pferdestärken, so ist:

a) Bei einer Mantelschnecke:

s	w	L	p
13	24—26	2,8	4
16	26—28	3,9	6
17	34—36	5,0	8

Bemerkung. Genaue Ermittlungen haben bei einer Schnecke von $1,^{m}6$ Durchmesser, 6^{m} Länge, welche bei 26 Pferdekräften 40—43 Umdrehungen machte und $1,^{m}75$ Förderhöhe hatte, einen minutlichen Ausfluss von 13,8 cbm ergeben.

b) Bei offenen Schnecken:

s =	13	16	18	21	24	26	29	32
w =	22—26	30	30—31			31—39		
L =	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0
p =	4	6	8	10	12	14	16	18

Drainage.

Bei Bestimmung der Dimensionen von offenen Entwässerungsgräben ist eine Niederschlagshöhe von 6^{cm} bei einer Abflussdauer von einer Woche zu Grunde zu legen. Durch Drains soll dagegen dieselbe Wassermenge in 14 Tagen abgeführt werden, nach Vincent pro ha 0,75 l pro Sekunde in Norddeutschland.

Die Senkung des Grundwasserstands soll bei Ackerland mindestens $1,^{m}0$, bei Baumgütern $1,^{m}5$, bei Weiden $0,^{m}7$ und bei Wiesen $0,^{m}5$ betragen.

Die Drains sollen unter die wasserführenden Schichten, mindestens aber $1,^{m}0$ tief gelegt werden.

Die Hauptentwässerungsgräben sind in den tiefsten Terrainsenkungen und mit Gefällen von mindestens $^{1}/_{300}$ anzulegen.

Die Saugdrains erhalten gewöhnlich nicht über 300^{m} Länge.

Zur Abfangung des von Berghängen her zufliessenden Druckwassers empfiehlt sich die Anlage von Kopfdrains oder von offenen bis in die wasserführenden Schichten hinabreichenden Gräben.

Je tiefer die Saugdrains liegen, desto weiter erstreckt sich ihre Wirksamkeit der Entwässerung und Bodenauflockerung.

Als Minimalgefälle für Drains sind anzunehmen bei Röhren:

von $0,^{m}05$ Weite 0,17 %; von $0,^{m}10$ Weite 0,07 %,
« $0,^{m}075$ « 0,125 %; « $0,^{m}125$ « 0,05 %.

Die Tiefe des Drains ist, wo Grundwasser fehlt:

bei reinem und bindendem Sandboden zu $1,2—1,^{m}4$,
bei Lehm- und Thonboden . . . . . $1,3—1,^{m}6$,
bei Torf- und schwammigem Boden . . $1,^{m}7$,

bei Wiesen durchschnittlich zu 1,^{m}2 anzunehmen, da letztere nicht zu trocken gelegt werden dürfen.

Die Drainstränge sind möglichst weit von Bäumen oder Gesträuchen entfernt einzulegen, damit die Wurzeln nicht in dieselben hineinwachsen können.

Die Entfernung der Drainstränge ist pro Meter Tiefe in Lehm- und dergleichen Boden zu 12^{m}, in Sandboden bis zu 20^{m} und in sehr strengem und mit Grundwasser gesättigtem Boden bis zu 7,^{m}5 anzunehmen. Bei ständigen Wiesen, auf welchen das Tagwasser rascher verdunstet als auf Aeckern, können die Drains um ca. 10—15% weiter entfernt als auf den letzteren eingelegt werden.

Bei 1,^{m}2 Tiefe ist die mittlere Entfernung der Drainstränge anzunehmen für reinen grobkörnigen Sand zu 18—20^{m}, feinkörnigen Sand 14—16^{m}, thonhaltige Erde 15^{m}, Lehmboden und fette Schlammerde 12,0—13,^{m}5, Mergelboden, lehmigen Thonboden 9—12^{m}, Lettenboden 7,5—8,^{m}0.

An der Ausmündung der Sammeldrains in's Freie wird gewöhnlich ein föhrener Deichel ca. 1,^{m}5 lang an Stelle der Drains eingelegt und derselbe behufs Verhütung von Verstopfungen mit einem Drahtgitter versehen, wenn das Mündungsstück nicht mindestens 15^{cm} höher als das Terrain gelegt werden kann, worauf, wo immer thunlich, Rücksicht zu nehmen ist.

Sehr saure Wiesen sind nach der Drainage und vor dem Wintereintritt vollständig und tiefgründig umzubrechen und mindestens 2 Jahre lang mit Hackfrüchten und Haber alternirend anzubauen. Erst im dritten Jahre darf wieder Grassamen mit dem Haber angesät und die drainirte Fläche wieder zur Wiese angelegt werden.

Kosten der Drainage. Der Meter 1,^{m}2 tiefer, oben 0,^{m}5 breiter Gräben (welche bei 1,^{m}8 Tiefe 0,^{m}6, bei 2,^{m}0 0,^{m}7 obere Breite erhalten) auszuheben und nach Einlegung des Drains wieder auszufüllen, erfordert bei Anwendung besonderer Draingeräthschaften bei 1,^{m}2 Tiefe durchschnittlich 0,05—0,07 t, bei 1,^{m}5 0,07—0,10 t, bei 2,^{m}0 0,08—0,12 t.

Das Legen von 1000 Stück Drainröhren von ca. 0,^{m}28 Länge incl. Beischaffung von der Lagerstelle ca. 2,5 t. Ein 1,^{m}5 langer Föhrendeichel kostet incl. Bohren, Verlegen und Drahtverschluss ca. 2 Mark 50 Pf.

1000 Stück 0,^{m}3 lange Röhren mit einer lichten Weite von	wiegen	kosten loco Ziegelei	ca. 22 Mark.
4^{cm}	15 Ctr.	« 25 «
5 «	20 «	« 30 «
6 «	35 «	« 45 «
8 «	50 «	« 60 «
10 «	70 «	« 85 «
12 «	85 «	« 120 «
15 «	100 «	

Für Bruch sind ca. 3% dem Bedarf an Röhren zuzuschlagen.

Die Petersen'sche Drainirungsmethode empfiehlt sich hauptsächlich zur Anwendung bei der Verbesserung von zeitweise an zu grosser Feuchtigkeit leidenden Wiesen. Hierbei werden die Saugdrains nahezu horizontal und angenähert parallel den Horizontalkurven, die Sammeldrains senkrecht hierzu gelegt. In letztere werden sog. Stauventile eingesetzt, welche gestatten, entweder das Drain-Wasser beliebig ablaufen zu lassen oder aber im Boden anzustauen, wodurch der Grasnarbe bezw. den Wurzeln das bei Trockenheit zur Anfeuchtung erforderliche Wasser von unten zugeführt wird. Beim Oeffnen der Ventile tritt anfänglich in Folge des sich bildenden hydrostatischen Drucks eine kräftige Spülung der Drainstränge ein. Ein weiterer Vorzug dieser Drainirungsmethode ist der, dass in einem Boden mit wellenförmig gelagerten Schichten das Schichtenwasser besser als beider gewöhnlich zur Ausführung kommenden Methode abgefangen wird. Die Saugdrains wirken also wie sonst die Kopfdrains. Die Entfernung der Drains wird wie sonst üblich bemessen. Die Zahl der Stauventile richtet sich nach dem Gefäll der Sammeldrains, so dass auf je 1—3 Saugdrains ein Ventil entfällt. Um ein Durchsickern von Wasser aus einer gestauten Strecke nach dem unmittelbar unterhalb gelegenen Drainstrang zu verhüten, werden die Drainröhren auf 1^{m} oberhalb und 4—5^{m} unterhalb des Ventils mit Muffen versehen. Bei stärkeren Gefällen als von 1% werden unterhalb von den Ventilen

Abstürze zur Milderung des Gefälls angebracht. Das bei geschlossenen Ventilen in den Steigungsröhren aufsteigende Wasser wird zuweilen zur Wiesenbewässerung verwendet. Die Maximallänge der Saugdrains soll 200 m nicht überschreiten, ihre Lichtweite mindestens 5 cm betragen. Die Ventilkästen bestehen entweder aus Thon-, Cement-, Eisen- etc. Röhren, oder aus Eichenholz (à 7 Mk. 50 Pf. circa das Stück incl. Schloss) Die aus Thon hergestellten Ventile kosten bei 7 cm Lichtweite 1 Mk. 60 Pf., bei 10 cm Lichtweite 2 Mk. 20 Pf., die Mauerung um die Ventile kommt auf ca. 3 Mk. 50 Pf. zu stehen; wird der ganze Abschluss jedoch aus Beton gegossen, so kostet derselbe nur ca. 2 Mk. 50 Pf., so dass sich der Aufwand einer Drainage nach Petersen'schem System gegenüber der einfachen Drainage um 25—50 Mk. pro ha erhöht. In Letten- und ähnlichen sehr schweren Böden empfiehlt sich die Anwendung dieser Methode nicht.

Bewässerung von Wiesen

ist nur da am Platze, wo alles in den Boden eindringende Wasser auch wieder vollständig demselben entzogen werden kann.

Im Mittel genügt eine Rieselzeit von zwei Monaten im Jahre.

Der Wasserbedarf lässt sich nur durch Versuche feststellen. Bei einem Zufluss von 10 l pro Sec. und ha ist eine Wiesenwässerung noch lohnend. Bei Anlage des nach Montpellier führenden Rhonekanals wurde nur ein Bedarf von 1 l pro ha und Secunde bezw. pro Tag 86,4 cbm. zu Grunde gelegt. Dieser Satz bildet die Basis für Concessionen zu Bewässerungsanlagen. Hierbei wird die Wässerungsperiode zu 6 Monaten und ausserdem angenommen, dass $^1/_3$ der Wassermenge durch Filtration etc. absorbirt wird.

Auf drainirten und sehr durchlassenden Böden genügen bei Ueberstauung 0,015 cbm pro ha. Stauberieselung ist bei ebenen Wiesen und bei geringem Wasserzufluss am Platze.

Zur Bewässerung von 1000 ha wird pro Secunde eine Wassermenge erforderlich erachtet in Frankreich von mindestens 0,5 cbm und höchstens 2,0 cbm, in Italien von 0,85 bezw. 1,30 cbm. Je dungreicher das Wasser ist, desto geringer ist die zum Wässern erforderliche Wassermenge.

Die beste Rieselzeit ist das Früh- und Spätjahr. Der Turnus in der Bewässerungszeit soll bei schwerem Boden alle 15 Tage, bei sehr leichtem alle 5 Tage wechseln, im Mittel alle 8—10 Tage.

Zuleitungs-, Vertheilungs- und Entwässerungsgräben erhalten mindestens $0,^m3$ Tiefe und $0,^m3$ Sohlenbreite. Die Entwässerungsrinnen werden gewöhnlich horizontal und beim Hangbau parallel mit den Bewässerungsgrippen ca. 1^m von diesen entfernt angelegt.

Wässerungsgräben werden bis zu 15^m Länge horizontal, darüber mit ca. $^1/_{300}$ Gefäll und vom nächsten Zubringer nicht über 200^m lang angelegt, ihre Minimaltiefe beträgt $0,5—0,^m6$, an den Enden $0,^m3$.

Wässerungsgrippen erhalten je nach ihrer Länge $0,2—0,^m23$ obere Breite und $0,2—0,^m26$ Tiefe und ca. 0,05% Gefäll. Bei 8^m Rückenbreite dürfen die Grippen nach jeder Seite eine Länge von höchstens 16^m, desgleichen bei 11^m Breite — ⁚ 22^m und bei 15^m Breite — ⁚ 26^m Länge erhalten. Die gewöhnliche Länge ist zu $15—16^m$ anzunehmen. Die Grippen hören $1,^m2$ vor dem Rückenende auf. (Die Breite und Länge der Rücken hängt von der Güte des zufliessenden Wassers ab.)

Rückenbau. Hierbei muss das Gefäll der Seitenflächen bei Rücken (in sandigem Boden) von 8^m Breite mindestens 4,0%, desgleichen von 12^m Breite 3,5% und bei 16^m breiten Rücken (bestem Boden und sehr gutem Wasser) 3,0% betragen. Bei einem Terraingefäll von 2% empfiehlt sich der Rückenbau nicht mehr.

Rücken erhalten nicht unter 8^m (eine Seitenfläche also nicht unter 4^m) und gewöhnlich nicht über 12^m Breite, Rücken von 16^m Breite und darüber erhalten in der Mitte jeder Seitenfläche eine Regulirungsrinne, welche unmittelbar vom Zubringer aus gespeist werden kann. Die Rücken sollen bei 8^m Breite mindestens 12^m, bei 16^m Breite mindestens 20^m Länge erhalten.

Der Hangbau ist bei mehr als 2,5% Terraingefäll anzuwenden.

Die einzelnen Hänge sind vom Zubringer aus 15—16^{m} lang anzulegen.

Das Gefäll der Hänge muss mindestens = 1 : 20 und darf höchstens = 1 : 4 sein. Ein Gefälle von ca. 1 : 12 ist das günstigste.

Die Entwässerungsrinnen fallen bei sehr steilen Hängen weg.

Im Mittel kostet die Herstellung eines ha Wiese beim natürlichen Hang- bezw. Rückenwiesenbau 180—270 Mark, beim Kunstwiesenbau 750—1000 Mark.

Die Kosten der Unterhaltung belaufen sich auf ca. 24—75 Mk. pro ha.

Die **Berieselung mit städtischem Kanalwasser** darf nur auf filtrirfähigem oder drainirtem Boden (in Verbindung mit Tiefkultur) erfolgen.

Die Berieselung muss eine intermittirende sein.

Bei englischen Anlagen wird die Höhe der pro Jahr im Ganzen aufzubringenden Wasserschichte zu ca. 1,^{m}0 im Maxim. zu 2,^{m}0 angenommen. Bei Anlagen ohne Filtration wird pro 125—300 Personen 1 ha, bei Filtration durch Drainage pro 600—2000 Personen ebenfalls 1 ha Rieselfläche zu Grunde gelegt; durchschnittlich kommt in England auf 285 Personen 1 ha Rieselfeld.

Bei den Rieselanlagen zu Genevilliers beträgt die Rieselhöhe ca. 2,^{m}5.

Nach Versuchen wird daselbst in sehr durchlässigem Boden eine Wassermasse von 4,^{m}8 Höhe pro Jahr noch vollständig filtrirt.

Auf Ackerland und Wiesen müssen die Seitenflächen mindestens 4—5% erhalten, am meisten empfiehlt sich ein Gefäll von 8%; bei Gartenkultur sind geringere Gefälle zulässig. Auf durchlässigem Boden soll pro cbm filtrirender Erdmasse die während 24 Stunden überrieselnde Wassermenge bei intermittirendem Betrieb 30—40 l nicht übersteigen. Der Grundwasserstand muss $1^{1}/_{2}$—2^{m} von der Oberfläche entfernt bleiben.

In meist mit Waterclosets versehenen Städten bestehen ca. 92% des unter normalen Verhältnissen abgeführten Wassers aus Haus-, Strassen- und Fabrikabwasser, und 8% aus Closetspülwasser.

Durchschnittlich entsprechen 12 t Kanalwasser aus Städten mit dem Gruben- und Tonnensystem bezüglich ihres Gehaltes an Stickstoff und Phosphaten 10 t Kanalwasser aus mit Waterclosets versehenen Städten. Das Kanalwasser enthält in den ersteren Städten durchschnittlich 65 mg Stickstoff in einem Liter. Die im Kanalwasser enthaltene Menge der Phosphate verhält sich zu der des Stickstoffs = 7 : 5.

XXII. Hochwasserzeiten an der Nordseeküste.

1) Für Cuxhafen.

Da zwei Fluthwellen durchschnittlich in einem Zeitraum von 12 Stunden 25 Min. auf einander folgen, so tritt etwa zweimal im Monat das Hochwasser nur einmal an demselben Tage ein. Der Strich — zeigt an, dass an der betreffenden Stelle das Hochwasser ausfällt.

Der Zeitraum zwischen Hoch- und Niedrigwasser beträgt für Cuxhafen im Mittel 6 Stunden 51 Min.

Die Hafenzeit, d. h. die Zeit zwischen derjenigen Culmination der Sonne, welche mit einem oberen oder unteren Meridiandurchgang des Mondes zusammenfällt, bis zum nächsten Hochwasser beträgt in Cuxhafen 49 Min.

Januar 1882.			Febr. 1882.			März 1882.			April 1882.			Mai 1882.			Juni 1882.		
Datum.	Hochwasser		Datum.	Hochwasser		Datum.	Hochwasser		Datum.	Hochwasser		Datum.	Hochwasser		Datum.	Hochwasser	
	vor Mittag.	nach Mittag.		vor Mittag.	nach Mittag.		vor Mittag.	nach Mittag.		vor Mittag.	nach Mittag.		vor Mittag.	nach Mittag.		vor Mittag.	nach Mittag.
	Uhr.			Uhr.			Uhr.			Uhr.			Uhr.			Uhr.	
1	10,14	10,47	1	11,49	—	1	10,19	10,53	1	11,35	11,57	1	11,37	11,59	1	12,5	12,27
2	11,17	11,44	2	12,15	12,37	2	11,22	11,48	2	—	12,17	2	—	12,20	2	12,48	1,8
3	—	12,9	3	12,58	1,18	3	—	12,12	3	12,37	12,57	3	12,39	12,57	3	1,28	1,48
4	12,33	12,55	4	1,36	1,54	4	12,33	12,52	4	1,15	1,31	4	1,15	1,32	4	2,8	2,29
5	1,16	1,35	5	2,11	2,27	5	1,10	1,28	5	1,46	2,1	5	1,49	2,7	5	2,51	3,13
6	1,53	2,10	6	2,41	2,56	6	1,45	2,1	6	2,16	2,31	6	2,24	2,42	6	3,36	3,59
7	2,27	2,43	7	3,12	3,27	7	2,17	2,33	7	2,46	3,2	7	3,1	3,21	7	4,22	4,46
8	3,0	3,17	8	3,43	3,58	8	2,47	3,0	8	3,19	3,36	8	3,42	4,4	8	5,11	5,37
9	3,33	3,50	9	4,13	4,28	9	3,14	3,29	9	3,54	4,14	9	4,27	4,51	9	6,5	6,35
10	4,7	4,24	10	4,44	5,1	10	3,45	4,0	10	4,35	4,58	10	5,17	5,46	10	7,9	7,46
11	4,42	5,0	11	5,20	5,40	11	4,16	4,32	11	5,24	5,53	11	6,17	6,53	11	8,24	9,2
12	5,18	5,37	12	6,2	6,28	12	4,51	5,12	12	6,26	7,4	12	7,34	8,15	12	9,38	10,11
13	5,57	6,20	13	6,59	7,37	13	5,36	6,4	13	7,48	8,33	13	8,55	9,32	13	10,42	11,11
14	6 45	7,14	14	8,20	9,4	14	6,38	7,17	14	9,16	9,56	14	10,7	10,39	14	11,38	—
15	7,47	8,25	15	9,50	10,33	15	8,0	8,46	15	10,32	11,4	15	11,7	11,32	15	12,4	12,29
16	9,4	9,43	16	11,12	11,44	16	9,32	10,15	16	11,31	11,56	16	11,56	—	16	12,52	1,14
17	10,22	10,58	17	—	12,12	17	10,53	11,25	17	—	12,20	17	12,20	12,43	17	1,34	1,54
18	11,30	12,0	18	12,38	1,2	18	11,53	—	18	12,43	1,5	18	1,5	1,26	18	2,13	2,32
19	—	12,28	19	1,25	1,49	19	12,18	12,42	19	1,26	1,47	19	1,47	2,8	19	2,50	3,8
20	12,54	1,18	20	2,13	2,36	20	1,5	1,27	20	2,7	2,27	20	2,28	2,47	20	3,26	3,44
21	1,41	2,5	21	2,59	3,21	21	1,50	2,12	21	2,48	3,9	21	3,7	3,26	21	4,3	4,22
22	2,29	2,53	22	3,42	4,2	22	2,33	2,52	22	3,29	3,48	22	3,45	4,4	22	4,40	4,59
23	3,17	3,41	23	4,22	4,41	23	3,11	3,31	23	4,8	4,28	23	4,24	4,45	23	5,19	5,40
24	4,4	4,26	24	5,1	5,21	24	3,52	4,12	24	4,49	5,12	24	5,7	5,31	24	6,3	6,27
25	4,47	5,7	25	5,42	6,5	25	4,32	4,53	25	5,36	6,2	25	5,56	6,22	25	6,52	7,20
26	5,28	5,50	26	6,33	7,6	26	5,14	5,37	26	6,32	7,6	26	6,51	7,22	26	7,52	8,25
27	6,13	6,37	27	7,42	8,20	27	6,3	6,33	27	7,42	8,19	27	7,55	8,28	27	8,59	9,33
28	7,6	7,41	28	9,0	9,41	28	7,7	7,45	28	8,54	9,27	28	9,1	9,31	28	10,6	10,38
29	8,19	8,59				29	8,26	9,5	29	9,58	10,26	29	10,0	10,28	29	11,8	11,35
30	9,38	10,15				30	9,41	10,14	30	10,52	11,15	30	10,54	11,19	30	—	12,1
31	10,49	11,20				31	10,44	11,11				31	11,42	—			

Juli 1882.			August 1882.			Sept. 1882.			Octob. 1882.			Nov. 1882.			Dec. 1882.		
1	12,26	12,49	1	1,43	2,5	1	2,56	3,17	1	3,12	3,33	1	4,14	4,36	1	4,34	4,56
2	1,12	1,34	2	2,28	2,51	2	3,37	3,57	2	3,54	4,15	2	4,59	5,23	2	5,18	5,41
3	1,56	2,18	3	3,15	3,39	3	4,18	4,39	3	4,36	4,59	3	5,49	6,19	3	6,7	6,36
4	2,41	3,4	4	4,1	4,22	4	5,1	5,23	4	5,23	5,49	4	6,53	7,30	4	7,7	7,38
5	3,27	3,50	5	4,42	5,2	5	5,46	6,13	5	6,19	6,55	5	8,6	8,40	5	8,10	8,41
6	4,14	4,37	6	5,23	5,46	6	6,45	7,24	6	7,34	8,12	6	9,13	9,43	6	9,12	9,42
7	4,59	5,23	7	6,12	6,40	7	8,4	8,44	7	8,50	9,27	7	10,11	10,37	7	10,11	10,38
8	5,47	6,13	8	7,12	7,50	8	9,24	10,2	8	10,1	10,31	8	11,1	11,23	8	11,3	11,27
9	6,41	7,12	9	8,30	9,11	9	10,36	11,4	9	10,57	11,20	9	11,44	—	9	11,50	—
10	7,48	8,25	10	9,51	10,28	10	11,29	11,53	10	11,41	—	10	12,5	12,24	10	12,13	12,35
11	9,2	9,39	11	11,1	11,30	11	—	12,15	11	12,2	12,22	11	12,43	1,1	11	12,55	1,14
12	10,16	10,51	12	11,57	—	12	12,36	12,55	12	12,41	12,58	12	1,18	1,34	12	1,33	1,52
13	11,21	11,49	13	12,22	12,43	13	1,13	1,30	13	1,14	1,30	13	1,51	2,7	13	2,11	2,31
14	—	12,15	14	1,3	1,21	14	1,46	2,1	14	1,45	1,59	14	2,24	2,41	14	2,52	3,13
15	12,39	1,1	15	1,38	1,55	15	2,16	2,29	15	2,13	2,28	15	3,0	3,21	15	3,35	3,58
16	1,21	1,39	16	2,12	2,28	16	2,42	2,56	16	2,44	3,0	16	3,42	4,3	16	4,21	4,45
17	1,57	2,15	17	2,43	2,59	17	3,10	3,25	17	3,16	3,34	17	4,26	4,50	17	5,9	5,34
18	2,32	2,49	18	3,14	3,29	18	3,41	3,57	18	3,53	4,13	18	5,16	5,46	18	6,1	6,30
19	3,6	3,23	19	3,43	3,57	19	4,14	4,33	19	4,35	4,59	19	6,19	6,55	19	7,3	7,39
20	3,40	3,57	20	4,12	4,29	20	4,53	5,16	20	5,26	5,57	20	7,33	8,14	20	8,17	8,54
21	4,13	4,30	21	4,46	5,4	21	5,43	6,14	21	6,32	7,12	21	8,53	9,31	21	9,31	10,7
22	4,47	5,4	22	5,23	5,45	22	6,50	7,32	22	7,57	8,42	22	10,6	10,36	22	10,40	11,10
23	5,22	5,41	23	6,9	6,39	23	8,16	9,0	23	9,24	10,1	23	11,3	11,30	23	11,39	—
24	6,1	6,25	24	7,16	7,57	24	9,43	10,23	24	10,33	11,1	24	11,55	—	24	12,5	12,30
25	6,52	7,23	25	8,40	9,23	25	10,56	11,25	25	11,27	11,52	25	12,19	12,41	25	12,53	1,15
26	7,59	8,37	26	10,5	10,43	26	11,51	—	26	—	12,16	26	1,4	1,27	26	1,37	1,57
27	9,16	9,56	27	11,17	11,46	27	12,16	12,39	27	12,38	12,59	27	1,50	2,12	27	2,17	2,37
28	10,34	11,8	28	—	12,13	28	1,2	1,25	28	1,21	1,44	28	2,33	2,54	28	2,56	3,15
29	11,39	—	29	12,38	1,1	29	1,47	2,8	29	2,6	2,29	29	3,14	3,34	29	3,34	3,52
30	12,6	12,32	30	1,24	1,47	30	2,29	2,50	30	2,51	3,12	30	3,53	4,13	30	4,10	4,29
31	12,57	1,20	31	2,11	2,34				31	3,33	3,54				31	4,48	5,7

Der Unterschied der Hafenzeit von Cuxhafen und anderen Orten der deutschen Nordseeküste bezw. der Ortszeiten der Hochwasser an diesen Orten ist in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Die Verspätungen sind mit +, die Verfrühungen mit — bezeichnet.

Die mittlere Fluthhöhe ist der mittlere Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser.

Der Zeitunterschied zwischen Cuxhafen und Berlin beträgt 18 Min 44 Secunden.

Verspätung oder Verfrühung in den Ortszeiten des Hochwassers an verschiedenen Punkten der deutschen Nordseeküste gegen die berechneten Hochwasser-Zeiten von Cuxhafen mit Angaben von mittleren Fluthgrössen.

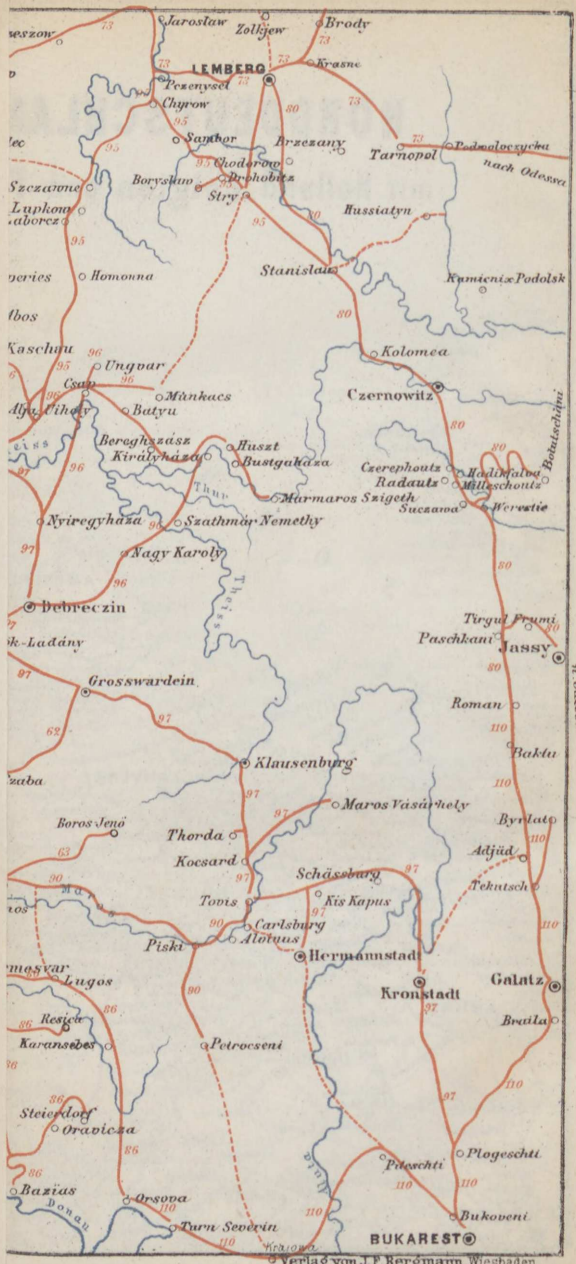
Ort.	Ortszeit des Hochwassers — früher + später als in Cuxhafen. Std.	Min.	Mittlere Fluthgrösse in Metern.
Helgoland	— 1	19	2,35
Borkum, Hohehörn	— 2	0	2,20
Emden	— 0	23	2,82
Leer, Hafen	+ 0	46	2,04
Papenburger Schleuse	+ 1	56	1,58
Norderney, Rhede	— 1	42	2,36
Baltrum, Rhede	— 1	37	2,41
Spiekeroog, Rhede	— 1	27	2,49
Wangeroog	— 1	24	2,51
Wilhelmshafen	+ 0	3	3,45
Varelersiel	+ 0	53	2,98
Weser-Feuerschiff	— 0	54	3,14
Hohen-Wegs, Leuchtthurm	— 0	39	3,14
Bremerhafen, Neuer Hafen	+ 0	15	3,61
Geestemünde, Einfahrt	+ 0	19	3,45
Elsfleeth	+ 2	11	2,52
Vegesak	+ 3	1	1,33
Elbe-Feuerschiff No. I.	— 0	59	2,98
Cuxhafen, Einfahrt	—		2,77
Brunsbüttel	+ 1	4	2,71
Glückstadt, Hafeneinfahrt	+ 2	3	2,87
Brunshausen	+ 3	2	2,77
Blankenese	+ 3	47	—
Harburg	+ 4	48	0,94
Hamburg, Ponton bei St. Pauli	+ 4	21	1,87
Büsum, Hafen	+ 0	32	3,14
Meldorf, Hafen	+ 0	43	—
Eider, Ansegelungstonne	— 1	14	3,14
Tönningen, Rhede	+ 0	53	2,51
Pellworm, Hafen	+ 1	1	3,14
Husum, Schleuse	+ 1	31	3,45
Wyk (Insel Föhr)	+ 1	1	2,51
Amrum, Kniephafen	— 0	19	2,82
List, Rhede	+ 1	11	2,04

WIESBADEN. L. SCHELLENBERG'SCHE HOF-BUCHDRUCKEREI.

NORDDEUTSCHLAND

mit Holland, Belgien und Polen.

NORD SEE
OST SEE
Bornholm
Rügen
Fünen
Lund
Memel
Tilsit
KÖNIGSBERG
DANZIG
Danziger Bucht
Frische Haff
Kurische Haff
Memel
Pillau
Elbing
Neustadt
Lauenburg
Stolpmünde
Stolp
Zollbrück
Rügenwalde
Köslin
Belgard
Colberg
Swinemünde
Ostswine
Wollin
Gr. Haff
Stettin
Neu Stettin
Pasewalk
Anclam
Demmin
Stralsund
Greifswald
Rostock
Wismar
Lübeck
Travemünde
Neustadt
Eutin
Ascheberg
Plön
Kiel
Flensburg
Rendsburg
Neumünster
Itzehoe
Heide
Wesselburen
Tönning
Husum
Schleswig
Sonderburg
Apenrade
Tondern
Hadersleben
Rothenburg
Tinglef
Nyborg
Korsör
Odense
Kjöge
Ringsted
Roskilde
Kopenhagen
Helsingör
Helsingborg
Malmö
Ystadt
Trelleborg
Faxö
Nestved
Ödwig
Farö
Gjedser Odde
Gaabense
Bandholm
Nykjöbing
Falster
Rödby
Fehmarn
Travemünde
Segeberg
Elmshorn
Oldesloe
Glückstadt
Brunsbüttelkoog
Cuxhaven
Wilhelmshaven
Norden
Aurich
Emden
Sandel
Jever
Esens
Harlingen
Leeuwarden
Groningen
Winschoten
Delfzijl
Dollart
Ems
Weser
Elbe
Hamburg
Altona
Harburg
Stade
Buxtehude
Bremerhaven
Geestemünde
Blankenese
Bremen
Oldenburg
Papenburg
Leer
Brake
Elsfleth
Lüneburg
Buchholz
Uelzen
Celle
Verden
Walsrode
Soltau
Langwedel
Lüchow
Dannenberg
Wittenberge
Ludwigslust
Grabow
Parchim
Schwerin
Wismar
Rostock
Güstrow
Malchin
Waren
Neu Brandenburg
Strasburg
Prenzlau
Neu Strelitz
Neu Ruppin
Templin
Angermünde
Schwedt
Fehrbellin
Neust. Eberswalde
Oranienburg
Wriezen
Freienwalde
Stargard
Pyritz
Gollnow
Wollin
Swinemünde
Ostswine
Kolberg
Köslin
Belgard
Rügenwalde
Stolp
Lauenburg
Neustadt
Danzig
Dirschau
Marienburg
Elbing
Pillau
Frisches Haff
Braunsberg
Heilsberg
Rastenburg
Lötzen
Lyck
Prostken
Goldap
Oletzko
Bartenstein
Korschen
Rothfliess
Gerdauen
Insterburg
Tilsit
Memel
Wirballen
Pillkallen
Gumbinnen
Darkehmen
Stallupönen
Ragnit
Tapiau
Labiau
Cranz
Fischhausen
Neuhausen
Königsberg
Pillau
Elbing
Marienburg
Stuhm
Marienwerder
Graudenz
Rosenberg
Osterode
Hohenstein
Allenstein
Neidenburg
Soldau
Mlawa
Ciechanow
Plock
Gombin
Strasburg
Thorn
Culm
Briesen
Bromberg
Schneidemühl
Flatow
Tuchel
Laskowitz
Pol. Crone
Konitz
Neu Stettin
Pasewalk
Prenzlau
Templin
Angermünde
Schwedt
Fehrbellin
Neust. Eberswalde
Oranienburg
Wriezen
Berlin
Potsdam
Brandenburg
Genthin
Burg
Belzig
Jüterbog
Luckenwalde
Zossen
Teltow
Spandau
Tegel
Stargard
Freienwalde
Landsberg
Kreuz
Schwiebus
Züllichau
Crossen
Sommerfeld
Guben
Forst
Sorau
Spremberg
Cottbus
Calau
Luckau
Lübben
Beeskow
Fürstenwalde
Frankfurt
Küstrin
Meseritz
Bentschen
Posen
Schroda
Wreschen
Miloslaw
Gnesen
Inowrazlaw
Wloclawek
Strasburg
Soldau
Mlawa
Ciechanow
Plock
Gombin
Thorn
Culm
Briesen
Bromberg
Graudenz
Rosenberg
Osterode
Hohenstein
Allenstein
Neid



Verlag von J. P. Bergmann, Wiesbaden.

In die
von Zeichenpapier
Carl Schleic