

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

3610

G. TOLKMITT

BAUAUFSICHT UND BAUFÜHRUNG

BERLIN

Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn

1899.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294367



EIBLIOTHEK
der
Kgl. Eisenb.-Dir. Breslau
Sig. T. 1155
Eh



BAUAUFSICHT UND BAUFÜHRUNG

HANDBUCH
FÜR DEN PRAKTISCHEN BAUDIENST

VON

G. TOLKMIT
KÖNIGLICHER BAURATH

MIT 146 ABBILDUNGEN



T. Ab. 55.

BERLIN 1899
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN

W. / 313

Nachdruck verboten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 3610

Akc. Nr. 4210/49

Vorwort.

Dieses Buch ist ebenso wie das im Vorjahre erschienene Werk „Grundlagen der Wasserbaukunst“ auf Anregung des Herrn Verlegers entstanden. Es handelte sich zunächst darum, das in dem gleichen Verlage in zwei Auflagen erschienene Werk Grapows: „Anleitung zur Aufsicht bei Bauten“ für eine neue Auflage umzuarbeiten. Die zweite Auflage war vergriffen und die Nachfrage dauerte fort. Hierdurch schien der Beweis geliefert, dafs das Grapow'sche Werk für einen grofsen Leserkreis wohl geeignet gewesen ist, und dafs für die Neubearbeitung ein praktisches Bedürfnifs als vorhanden angenommen werden darf.

Aber der Versuch, das ältere Werk in dem gegebenen Rahmen zeitgemäß zu bearbeiten, mußte aufgegeben werden. Denn in den 27 Jahren seit dem Erscheinen der zweiten Auflage des Grapow hat sich die Bau Praxis nach Art und Umfang sehr verändert und erweitert, neue Bedürfnisse sind entstanden, neue Baumaterialien und Bauweisen kommen zur Anwendung, auch werden an die Vorbildung der mit der Aufsicht von Bauten beschäftigten Personen gröfsere Ansprüche als früher gestellt.

Es galt daher ein ganz neues Werk zu schaffen, das für die Bedürfnisse der Gegenwart einen Ersatz des sogenannten „Alten Grapow“ bieten sollte. Zweck und Ziel sind unverändert geblieben. Das Buch soll ein Berather für die jüngeren Bautechniker sein, ein für den Gebrauch bequemes Handbuch zum Nachschlagen, zum Lernen und zur Anregung. Es war die Absicht, das für Bauaufseher und Bauführer nothwendigste Wissen unter Ausscheidung alles Entbehrlichen, kurz und bündig, aber auf wissenschaftlicher Grundlage, in einem billigen und handlichen Buche darzustellen. Auch solche nicht technischen Kreise, die an kleineren Bausachen Interesse haben, sollten in dem Handbuche eine verständliche Auskunft finden können.

Litteraturangaben, worin bisweilen zu viel geboten wird, sind mit Vorbedacht fortgelassen. Sie sind in einem lediglich praktischen Zwecken dienenden kleinen Handbuche ebenso wie in Schulbüchern überflüssig.

Eine Anzahl Abbildungen für schematische Darstellungen konnte aus der Sammlung von Holzstöcken, über die der Verlag verfügt, passend ausgewählt werden, wodurch die Herstellung erleichtert wurde.

Der Verfasser war bestrebt, den nach Umfang und Zweck des Werkes erreichbaren Anforderungen nachzukommen; in Anbetracht der Schwierigkeit der gestellten Aufgabe, insbesondere in der unerlässlichen Stoffbeschränkung möge der geneigte Leser mit dem Gebotenen vorlieb nehmen, wenn seinen weitergehenden Wünschen nicht überall genügt sein sollte.

Charlottenburg, den 1. Mai 1899.

G. Tolkmitt.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt. Das Rechnen.

	Seite
Artikel 1. Bezeichnungen und Erklärungen	1
„ 2. Decimalbrüche	2
„ 3. Hauptregeln für die vier Rechnungsarten	4
„ 4. Das Potenziren	6
„ 5. Ausziehen der Quadratwurzel	7
„ 6. Ausziehen der Cubikwurzel	9
„ 7. Proportionen und Regeldetri	9
„ 8. Gleichungen	10
„ 9. Erklärung der Logarithmentafel	11
„ 10. Anwendung der Logarithmentafel	13
„ 11. Ausrechnung von Quadrat- und Cubikwurzeln	14
„ 12. Arithmetische Tabellen	14

Zweiter Abschnitt. Geometrie.

Artikel 13. Viereck und Dreieck	20
„ 14. Der Kreis	23
„ 15. Eintheilung des Kreises	23
„ 16. Trigonometrische Größen	24
„ 17. Flächenberechnungen	25
„ 18. Berechnung von Körpern	27
„ 19. Erdmassenberechnungen	28
„ 20. Analytische Geometrie	29
„ 21. Berechnung der Tangentenlängen	32

Dritter Abschnitt. Feldmessen und Nivelliren.

Artikel 22. Messen und Zeichnen	34
„ 23. Geräte zum Zeichnen	34
„ 24. Das Messen von Linien	35
„ 25. Bestimmung von Zwischenpunkten	36
„ 26. Das Messen unbegehrter Strecken	36
„ 27. Das Abschreiten von Linien	37
„ 28. Das Abstecken rechter Winkel	37
„ 29. Messen und Auftragen der Standlinien	38
„ 30. Das Winkelprisma	39
„ 31. Winkeltrommel mit Gradbogen	40
„ 32. Die Boussole	41
„ 33. Das Nivelliren	41
„ 34. Die Setzwage	42
„ 35. Die Canal- oder Wasserwage	42
„ 36. Die Libellenwage	43
„ 37. Das Nivellirinstrument	43
„ 38. Die Nivellirplatte	44
„ 39. Ausführung der Höhenmessungen	44
„ 40. Nivellementstabellen	45
„ 41. Nivellementspläne	47
„ 42. Das Abstecken von Profilen	47

Vierter Abschnitt. **Mechanik.**

	Seite
Artikel 43. Die Schwerkraft	49
„ 44. Der Schwerpunkt	49
„ 45. Schwerpunktsbestimmungen	50
„ 46. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften	52
„ 47. Der Hebel	53
„ 48. Rolle und Flaschenzug	55
„ 49. Das Rad an der Welle	56
„ 50. Die schiefe Ebene	58
„ 51. Die Reibung	58
„ 52. Mechanische Arbeit	59
„ 53. Bewegung	59
„ 54. Lebendige Kraft	60
„ 55. Die Schwungkraft	62
„ 56. Flüssige Körper	63
„ 57. Auftrieb des Wassers	64
„ 58. Luftförmige Körper	65
„ 59. Die Wärme	67
„ 60. Eisbildung	68
„ 61. Das Schmelzen und Sieden	68
„ 62. Wärmeinheit	69
„ 63. Kraftleistungen	69
„ 64. Reibungscoefficienten	71
„ 65. Zusammenstellung spezifischer Gewichte	72

Fünfter Abschnitt. **Festigkeitslehre.**

Artikel 66. Ausdehnung und Zusammenziehung	73
„ 67. Zulässige Beanspruchung	74
„ 68. Knickfestigkeit	75
„ 69. Biegefestigkeit	76
„ 70. Widerstandsmoment	78
„ 71. Ausgekragte Balken	80
„ 72. Stützendrucke	82
„ 73. Belastungen	82
„ 74. Kraftvertheilung in Stabwerken	83
„ 75. Armirte Balken	84
„ 76. Fachwerkträger	86
„ 77. Ungleichmäßige Belastungen	87

Sechster Abschnitt. **Baumaterialien.**

Artikel 78. Holz	90
„ 79. Nadelhölzer	92
„ 80. Laubbölzer	93
„ 81. Lieferung und Abnahme von Bauholz	95
„ 82. Natürliche Steine	95
„ 83. Ziegel	98
„ 84. Kunststeine	100
„ 85. Kalk	100
„ 86. Luftmörtel	101
„ 87. Wassermörtel	102
„ 88. Mörtelmischungen	103
„ 89. Eisen	104
„ 90. Andere Metalle	105
„ 91. Glas	105
„ 92. Farben und Anstriche	106

Siebenter Abschnitt. **Erdarbeiten.**

Artikel 93. Böschungsneigung	108
„ 94. Vorbereitung der Erdarbeiten	109
„ 95. Ausgrabungen	110

Artikel	96.	Anschüttungen	111
„	97.	Gewinnung und Förderung des Bodens	113
„	98.	Bekleidung der Böschungen	115
„	99.	Unterhaltungsarbeiten	116
„	100.	Anlage und Unterhaltung der Wasserdeiche	117

Achter Abschnitt. Grundbau.

Artikel	101.	Baugrund	121
„	102.	Gründungsarbeiten	122
„	103.	Rammarbeiten	124
„	104.	Brunnensenkung	127
„	105.	Fangedämme	128
„	106.	Wasserschöpfen	129

Neunter Abschnitt. Zimmer- und Dachdecker-Arbeiten.

Artikel	107.	Holzverbindungen	132
„	108.	Holzwände	135
„	109.	Balkenlagen und Decken	136
„	110.	Dächer	137
„	111.	Dacheindeckungen	139
„	112.	Neigung und Abwässerung der Dächer	142
„	113.	Fußböden	143
„	114.	Treppen	143

Zehnter Abschnitt. Maurerarbeiten.

Artikel	115.	Mauerwerk im allgemeinen	145
„	116.	Bruchsteinmauerwerk	146
„	117.	Werksteinmauerwerk	146
„	118.	Ziegelmauerwerk	147
„	119.	Mauerbögen und Gewölbe	148
„	120.	Stärke der Mauern	150
„	121.	Feuerungsanlagen	152

Elfter Abschnitt. Verschiedene Bauconstructions.

Artikel	122.	Verputzarbeiten und Anstriche	153
„	123.	Estrich und Pflaster	155
„	124.	Tischler- und Glaserarbeiten	156
„	125.	Schlosserarbeiten	159
„	126.	Eisenarbeiten	160
„	127.	Oefen	161
„	128.	Tapezieren	162
„	129.	Abritte	163
„	130.	Einfriedigungen	163
„	131.	Brunnen und Pumpen	164
„	132.	Rohrleitungen	165

Zwölfter Abschnitt. Anschlag, Verdingung und Abrechnung.

Artikel	133.	Vorentwurf	167
„	134.	Bauentwurf	167
„	135.	Zusammenstellung des Maurer-Materialbedarfs für Hochbauten nebst Preisangaben	169
„	136.	Kostenanschlag	171
„	137.	Vergebung der Bauarbeit	173
„	138.	Verdingungsanschlag	173
„	139.	Vertragsbedingungen	174
„	140.	Vertragsausfertigung	174
„	141.	Stempelkosten	175
„	142.	Bauerlaubniß	175
„	143.	Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Staats- bauten	176

Artikel 144.	Aufsicht und Abnahme bei Vertragsleistungen	178
„ 145.	Bauausführung auf Rechnung	179
„ 146.	Baurechnung	180

Dreizehnter Abschnitt. **Rechnungssachen, Buch- und Dienstführung.**

Artikel 147.	Form und Bescheinigung der Rechnungen	182
„ 148.	Lohnrechnungen	183
„ 149.	Tagebuch	186
„ 150.	Materialienbuch	186
„ 151.	Gerätheverzeichniss	187
„ 152.	Allgemeine Dienstführung	189
„ 153.	Krankenversicherung	190
„ 154.	Invaliditäts- und Altersversicherung	191
„ 155.	Unfallversicherung	192

Vierzehnter Abschnitt. **Wege- und Strafsenbau.**

Artikel 156.	Anlage und Abmessungen der Verkehrswege	195
„ 157.	Form der Strafsenoberfläche	196
„ 158.	Gebesserte Wege	197
„ 159.	Chaussirung	198
„ 160.	Pflasterung	200
„ 161.	Durchlässe	201
„ 162.	Nebenanlagen	202
„ 163.	Ausbesserung und Unterhaltung	203
„ 164.	Strafsenfurwerke und deren Ladung	204

Fünfzehnter Abschnitt. **Wasserbau.**

Artikel 165.	Wasserstandsbeobachtungen	206
„ 166.	Peilungen	207
„ 167.	Geschwindigkeit und Wassermenge	209
„ 168.	Ausfluß durch Oeffnungen und Ueberfälle	211
„ 169.	Stauanlagen	212
„ 170.	Flufsregulirungen	214
„ 171.	Uferdeckungen	216
„ 172.	Faschinenbauten	218
„ 173.	Regulirungswerke	221
„ 174.	Unterhaltungsarbeiten	223

Sechzehnter Abschnitt. **Eisenbahnbau.**

Artikel 175.	Der Unterbau des Bahnkörpers	225
„ 176.	Die Bettung	225
„ 177.	Allgemeine Anordnung des Oberbaues	226
„ 178.	Construction des Oberbaues	227
„ 179.	Herstellung des Gleises	230
„ 180.	Absteckung des Gleises	232
„ 181.	Weichen und Kreuzungen	234
„ 182.	Unterhaltungsarbeiten und Nebenanlagen	235

Anhang. **Kostenangaben.**

Artikel 1.	Mauerwerkmaterialien	237
„ 2.	Mauerwerkarbeiten	237
„ 3.	Fertiges Mauerwerk (Material und Arbeit)	238
„ 4.	Holz	238
„ 5.	Zimmerarbeiten	238
„ 6.	Fertige Holzarbeiten (einschließlich aller Materialien)	239
„ 7.	Fachwerkwände	239
„ 8.	Dächer	239
„ 9.	Decken	240
„ 10.	Thüren (Material und Arbeit)	240

	Seite
Artikel 11. Fenster	240
„ 12. Treppen (einschließlich Material)	241
„ 13. Eisenarbeiten	241
„ 14. Nägel und Draht	241
„ 15. Maler- und Anstreicherarbeiten	242
„ 16. Ofenarbeiten	242
„ 17. Estriche	242
„ 18. Steinsetzerarbeiten	242
„ 19. Abbruch und Umbau	243
„ 20. Gesamtkosten von Hochbauten	243
„ 21. Fuhren	243
„ 22. Erdarbeiten	244
„ 23. Rammarbeiten	244
„ 24. Wege und Kunststraßen	244
„ 25. Gepflasterte Straßen	245
„ 26. Rohrleitungen (Material ohne Fracht)	246
„ 27. Herstellung der Rohrleitungen	246
„ 28. Durchlässe	246
„ 29. Hölzerne Brücken	247
„ 30. Eiserne Brücken, Ueberbau und Fahrbahn	247
„ 31. Faschinenbau-Materialien	248
„ 32. Faschinenbau-Arbeiten	248
„ 33. Fertige Faschinenbauten	248
Alphabetisches Sachverzeichnifs	249

Erster Abschnitt.

Das Rechnen.

1. Bezeichnungen und Erklärungen. Unter dem Ausdrucke Rechnen versteht man eine Verbindung und Vergleichung mehrerer Zahlengrößen in solcher Weise, daß daraus eine neue Zahlengröße hervorgeht. Die einzelnen Größen werden durch Rechnungszeichen entsprechend den vier Rechnungsarten verbunden und zwar bedeutet

+	das Addiren	$a + b$
—	das Subtrahiren	$a - b$
·	das Multipliciren	$a \cdot b$
:	das Dividiren	$a : b$ oder $\frac{a}{b}$.

Die Zahlen können in der Rechnung durch Buchstaben bezeichnet werden, was in vielen Fällen bequem ist (Buchstabenrechnung). Man kann unter jedem Buchstaben eine beliebige Größe verstehen, die gewählte Bedeutung darf aber in einer und derselben Rechnung nicht wechseln. Soll ein Rechnungszeichen sich auf mehrere Größen beziehen, so werden diese eingeklammert, z. B.

$a - (b + c)$ bedeutet, daß die Größen b und c beide von a abzuziehen sind.

$$a \cdot (b + c - d) = a \cdot b + a \cdot c - a \cdot d.$$

Das Gleichheitszeichen = bedeutet die Verbindung mehrerer Größen durch eine Gleichung, z. B.

$$5 + 8 = 13,$$

$$9 \cdot (7 + 4 - 2) = 81.$$

Die Zeichen der Ungleichheit sind $<$ und $>$, und zwar bedeutet $a < b$, daß a kleiner als b , und $a > b$, daß a größer als b ist.

In der Buchstabenrechnung wird der Punkt als Zeichen für die Multiplication bisweilen fortgelassen, besonders vor eingeklammerten Größen. Statt $a \cdot (b + c)$ schreibt man also auch $a(b + c)$ und statt $a \cdot b$ bisweilen ab , welcher Ausdruck nicht mit $a + b$ zu verwechseln ist.

Die Größe $a : b$ oder $\frac{a}{b}$ wird Bruch oder auch Quotient genannt und es ist darin a der Zähler, b der Nenner.

Bei der Multiplication heißen die einzelnen Größen Factoren. Wenn also $y = a \cdot b$ ist, so sind a und b die Factoren von y , und y ist das Product der Factoren a und b , z. B. 56 ist das Product von $7 \cdot 8$.

Ein Product kann mehr als zwei Factoren enthalten. Wenn ein und derselbe Factor mehrmals vorkommt, so wendet man folgende Bezeichnung an:

a^2 anstatt $a \cdot a$;

a^3 anstatt $a \cdot a \cdot a$;

a^n bedeutet also ein n gliedriges Product des Factors a oder die Gröfse a zur n^{ten} Potenz erhoben.

$$6^4 = 6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6 = 36 \cdot 6 \cdot 6 = 216 \cdot 6 = 1296.$$

Die über die Linie gestellte, gewöhnlich klein geschriebene Zahl, welche die Anzahl der Factoren angiebt, heifst der Exponent.

Wenn der Exponent = 2 ist, so nennt man das Product $a^2 = a \cdot a$ ein Quadrat.

a^2 ist das Quadrat von a ;

$$7^2 = 49 \text{ ist das Quadrat von } 7.$$

Wurzel heifst die zu einer gewissen Potenz erhobene Grundzahl. Wenn also

$a^3 = y$ ist, so ist a die dritte Wurzel von y . Die zweite Wurzel wird Quadratwurzel, die dritte Cubikwurzel genannt.

\sqrt{a} = Quadratwurzel von a .

$\sqrt[3]{a}$ = Cubikwurzel von a .

$\sqrt[n]{a}$ = n^{te} Wurzel von a .

$\sqrt{64}$ ist = 8, denn $8^2 = 8 \cdot 8$ giebt 64.

$\sqrt[3]{125}$ ist = 5, denn $5^3 = 5 \cdot 5 \cdot 5$ giebt 125.

2. Decimalbrüche. Ein Bruch, dessen Nenner = 10 oder einer Potenz von 10 ist, wird Decimalbruch genannt. Man schreibt ihn so, dafs der Nenner fortgelassen wird und von dem Zähler so viele Ziffern durch ein Komma abgetheilt werden, als der Nenner Nullen hat.

$$\frac{1316}{1000} = 1,316; \quad \frac{918}{10} = 91,8.$$

Hat der Zähler weniger Ziffern als der Nenner, so mufs man die fehlenden durch vorgesetzte Nullen ergänzen, z. B.

$$\frac{68}{1000} = \frac{0068}{1000} = 0,068.$$

Die Ziffern vor dem Komma sind Ganze, diejenigen hinter dem Komma sind Bruchtheile oder Decimalstellen. Man nennt sie erste, zweite, dritte Decimalstelle usw. Es ist sehr wichtig, das Komma richtig zu setzen und die nöthigen Nullen einzufügen, denn

$$0,4 \text{ ist } = \frac{4}{10}, \text{ aber } 0,04 = \frac{4}{100}.$$

Auf der rechten Seite können dagegen beliebig viele Nullen angehängt oder fortgelassen werden:

$$0,41 = 0,410 = 0,4100,$$

weil = $\frac{41}{100} = \frac{410}{1000} = \frac{4100}{10000}$.

Jeder gewöhnliche Bruch kann in einen Decimalbruch verwandelt werden, indem man mit dem Nenner in den Zähler dividirt und dem letzteren eine oder mehrere Nullen anhängt, bis die Division aufgeht, z. B.

$$\frac{3}{4} = \frac{3,00}{4};$$

$$4 \begin{array}{r|l} 3,00 & 0,75, \text{ also ist } \frac{3}{4} = 0,75 = 0,7500. \\ 28 & \\ \hline 20 & \\ 20 & \end{array}$$

Bei den meisten Brüchen bleibt immer ein Rest, wie weit man auch die Rechnung fortsetzt. Man muß dann die Division an irgend einer Stelle abbrechen und sich mit einem Näherungswerthe begnügen. Die letzte Decimalstelle rundet man nach oben ab, wenn die folgende gleich oder größer als 5 sein würde.

$$\frac{6}{7} = 7 \begin{array}{r|l} 6,00000 \dots & 0,85714. \\ 56 & \\ \hline 40 & \\ 35 & \\ \hline 50 & \\ 49 & \\ \hline 10 & \\ 7 & \\ \hline 30 & \end{array}$$

Will man sich in dem vorstehenden Beispiele mit drei Decimalstellen begnügen, so hat man als Näherungswerth 0,857, und bei der Abrundung auf zwei Decimalstellen lautet der Decimalbruch 0,86. Eine Genauigkeit von drei Decimalstellen ist bei den im Bauaufsichtsdienste vorkommenden Rechnungen in der Regel völlig ausreichend.

Decimalbrüche werden mit 10 multiplicirt oder durch 10 dividirt, indem man das Komma um eine Stelle nach rechts beziehungsweise nach links verschiebt.

$$\begin{aligned} 0,75 \cdot 10 &= 7,5 = 7,50; \\ 0,75 : 10 &= 0,075. \end{aligned}$$

Bei dem Addiren und Subtrahiren muß man die Zahlen so untereinandersetzen, daß Komma unter Komma steht.

$$\begin{array}{r} 218,700 \\ 0,346 \\ \hline 12,180 \\ \hline 231,226 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 67,400 \\ - 6,183 \\ \hline 61,217 \end{array}$$

Der besseren Uebersichtlichkeit wegen ist es hierbei zweckmäßig, durch Anhängen von Nullen alle Decimalbrüche gleichstellig zu machen.

Das Multipliciren geschieht ohne Rücksicht auf das Komma ebenso wie bei gewöhnlichen Zahlen. Alsdann setzt man in dem Producte so viele Stellen durch das Komma ab, als beide Factoren zusammen Decimalstellen haben. $3,18 \cdot 0,2 = 0,636$ (mit drei Decimalstellen).

Beim Dividiren empfiehlt es sich, beide Zahlen durch Anhängen von Nullen auf eine gleich große Anzahl von Decimalstellen zu bringen, worauf man wie bei ganzen Zahlen verfährt.

$$\frac{68,436}{4,2} = \frac{68,436}{4,200} = \frac{68436}{4200} = 16,294.$$

3. Hauptregeln für die vier Rechnungsarten. Man unterscheidet positive und negative Größen; erstere haben das Pluszeichen +, die anderen das Minuszeichen —. Das Subtrahiren einer Größe ist gleichbedeutend mit dem Addiren unter Aenderung des Vorzeichens, indem man + in — und — in + verwandelt. Steht also das Minuszeichen vor einem (in Klammern gesetzten) mehrgliedrigen Ausdrucke, so sind, wenn man die Klammern fortläßt, alle darin stehenden Vorzeichen umzukehren.

$$a - (b - c + d) = a - b + c - d.$$

Die Reihenfolge der Factoren eines einzelnen Ausdrucks ist gleichgültig:

$$a \cdot b = b \cdot a \text{ und } ab^2 = b^2a = bab.$$

Gleichnamige Größen können in einem mehrgliedrigen Ausdrucke vor die Klammer gestellt werden:

$$a^2b + 3ab - 2ab^2 = ab(a + 3 - 2b).$$

Hieraus ergeben sich die zulässigen Umformungen mehrgliedriger Ausdrücke, wodurch man diese oft bedeutend vereinfachen kann, z. B. erhält man:

$$a^3 - (3a^2b - 3ab^2) + 6ab^2 + 6a^2b + 2a^3 = 3a(a^2 + ab + 3b^2).$$

Das Vorzeichen muß genau beachtet werden, so ist z. B.

$$\begin{aligned} 3a - 7a &= -4a \text{ und} \\ -6a + 4a &= -2a. \end{aligned}$$

Beim Multipliciren und Dividiren gilt die Regel, daß gleiche Vorzeichen stets +, ungleiche dagegen — geben.

$$\begin{aligned} (+a) \cdot (-b) &= -ab; \\ (-a) \cdot (-b) &= +ab. \end{aligned}$$

In zwei mehrgliedrigen Ausdrücken hat man alle Glieder des einen mit allen Gliedern des anderen zu multipliciren:

$$(a + b) \cdot (a + 2b) = a^2 + ab + 2ba + 2b^2 = a^2 + 3ab + 2b^2.$$

Aehnlich verfährt man bei mehr als zwei Factoren, indem man zuerst zwei Factoren miteinander, dann das Product mit dem dritten Factor multiplicirt und so fort.

Ein mehrgliedriger Ausdruck wird dividirt, indem man jedes Glied einzeln dividirt, z. B.

$$\frac{6ab + 8c}{2e} = 3 \frac{ab}{e} + 4 \frac{c}{e}.$$

Brüche mit gleichem Nenner werden addirt oder subtrahirt, indem man ihre Zähler addirt oder subtrahirt:

$$\frac{a}{c} + \frac{b}{c} = \frac{a + b}{c}.$$

Sind die Nenner aber ungleich, so muß man alle zu addirenden Brüche auf den gleichen Generalnenner bringen, d. i. auf einen solchen, in welchem alle einzelnen Nenner aufgehen. Für

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} - \frac{e}{f}$$

ist z. B. der Generalnenner das Product der einzelnen Nenner bdf , also hat man zu schreiben:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{d \cdot f}{d \cdot f} + \frac{c}{d} \cdot \frac{b \cdot f}{b \cdot f} - \frac{e}{f} \cdot \frac{b \cdot d}{b \cdot d} = \frac{adf + bcf - bde}{b \cdot d \cdot f}.$$

In dem folgenden Zahlenbeispiel

$$\frac{6}{4} + \frac{3}{9} - \frac{5}{8}$$

ist das Product $9 \cdot 8 = 72$ der kleinste Generalnenner, in welchem die drei einzelnen aufgehen. Man erhält:

$$\frac{6 \cdot 18}{4 \cdot 18} + \frac{3 \cdot 8}{9 \cdot 8} - \frac{5 \cdot 9}{8 \cdot 9} = \frac{108 + 24 - 45}{72} = \frac{87}{72},$$

und durch Verwandlung in einen Decimalbruch

$$\begin{array}{r|l} 72 & 87 \\ \hline & 72 \\ \hline & 150 \\ & 144 \\ \hline & 600 \\ & 576 \\ \hline & 24 \end{array}$$

Wenn man die einzelnen Brüche in Decimalbrüche verwandelt hätte, so würde man erhalten haben

$$\begin{array}{r} \frac{6}{4} = 1,500 \\ + \frac{3}{9} = 0,333 \\ \hline 1,833 \\ - \frac{5}{8} = 0,625 \\ \hline 1,208 \end{array}$$

wie vorhin. Bei der Berechnung eines vielgliedrigen Ausdrucks ist in der Regel die Umrechnung der einzelnen Glieder in Decimalbrüche bequemer und übersichtlicher als die gewöhnliche Bruchrechnung.

Wenn Zähler und Nenner eines Bruches gemeinschaftliche Factoren haben, so kann man diese fortlassen, da sich der Werth eines Ausdrucks nicht ändert, wenn man ihn mit einer beliebigen Zahl zugleich multiplicirt und dividirt.

$$\frac{4ab^2}{9ab} = \frac{4b}{9} \cdot \frac{ab}{ab} = \frac{4b}{9}.$$

Die gemeinschaftlichen Factoren im Zähler und Nenner heben sich also auf.

Man multiplicirt zwei Brüche, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multiplicirt:

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{7} = \frac{3 \cdot 4}{4 \cdot 7} = \frac{3}{7},$$

und man dividirt durch einen Bruch, indem man mit dem umgekehrten Bruche multiplicirt:

$$3,6 : \frac{2}{3} = 3,6 \cdot \frac{3}{2} = 5,4.$$

4. Das Potenziren. Die Rechnung mit Potenzen (vergl. Art. 1) ergibt sich aus den Regeln für die vier einfachen Rechnungsarten und es ist nur einige Aufmerksamkeit hinsichtlich der Exponenten erforderlich. Es ist nämlich

$$a^n = a \cdot a \cdot a \dots = \text{Product aus } n \text{ Factoren, deren jeder} = a.$$

Das Product $a^n \cdot a^m$, worin n und m beliebige Exponenten sind, besteht folglich aus $n + m$ Factoren, deren jeder $= a$ ist, es ist also

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}.$$

Beispielsweise, wenn $a = 4$, $n = 2$ und $m = 3$ gesetzt wird, so hat man:

$$a^n = 4^2 = 4 \cdot 4 = 16,$$

$$a^m = 4^3 = 4 \cdot 4 \cdot 4 = 64,$$

$$a^n \cdot a^m = 4^2 \cdot 4^3 = (4 \cdot 4) \cdot (4 \cdot 4 \cdot 4) = 4^5,$$

also nicht etwa $4^2 \cdot 4^3 = 4^6$, d. h. die Exponenten sind in vorliegendem Falle nicht zu multipliciren, sondern zu addiren.

In ähnlicher Weise kann man sich leicht von der Richtigkeit der folgenden Formeln überzeugen:

$$(a \cdot b)^m = a^m \cdot b^m;$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m};$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}, \text{ z. B. } \frac{2^5}{2^2} = 2^3 = 8.$$

Man beachte besonders, daß das Quadrat eines zweigliedrigen Ausdrucks nicht zwei, sondern drei Glieder und allgemein die n^{te} Potenz eines zweigliedrigen Ausdrucks $n + 1$ Glieder enthält. Es ist nämlich

$$(a + b)^2 = (a + b) \cdot (a + b) = a^2 + ab + ba + b^2 = a^2 + 2ab + b^2.$$

$$(a - b)^2 = (a - b) \cdot (a - b) = a^2 - ab - ba + b^2 = a^2 - 2ab + b^2.$$

Ebenso erhält man:

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3,$$

$$(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3,$$

wovon man sich leicht überzeugen kann, indem man die Multiplicationen der Reihe nach ausführt und die gleichnamigen Glieder untereinander setzt.

Für den Exponenten n lautet die Formel:

$$(a + b)^n = a^n + na^{n-1}b + \frac{n \cdot (n-1)}{2} \cdot a^{n-2} \cdot b^2 + \dots + b^n,$$

z. B. für $n = 4$ ist:

$$(a + b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4.$$

5. Ausziehen der Quadratwurzel. Wie groß ist $\sqrt{761,76}$?

Die gesuchte Wurzel ist 27,6, denn diese Zahl giebt, in das Quadrat erhoben, $27,6^2 = 27,6 \cdot 27,6 = 761,76$,

und deshalb ist auch umgekehrt

$$\sqrt{761,76} = 27,6.$$

Um nun aber die noch unbekannte Wurzel auszurechnen, ohne probiren zu müssen, theile man die gegebene Zahl, nachdem man sie nöthigenfalls in Decimalform gebracht hat, vom Komma aus nach links und rechts in Gruppen von je zwei Stellen und suche zunächst diejenige Zahl, deren Quadrat dem Zahlenwerthe der ersten Gruppe gleich oder nur wenig kleiner ist. Dies ist in unserem Falle 2, denn $2^2 = 4$ ist < 7 und $3^2 = 9$ ist bereits > 7 . Man bezeichnet nun die Zahl 2, welche die erste Ziffer der gesuchten Wurzel ist, mit a und die noch unbekannt folgende Ziffer mit b , schreibt $a^2 = 4$ unter 7, bildet den Rest = 3 und hängt an diesen die nächstfolgende Gruppe von zwei Ziffern, wodurch man die Zahl 361 erhält (siehe Beispiel 1 a. f. S.).

Jetzt sucht man die unbekannt zweite Ziffer b der Wurzel so zu bestimmen, dafs, wenn man die Producte $20 \cdot a \cdot b$ und b^2 bildet, ihre Summe der Zahl 361 nahe kommt. Wegen $a = 2$ ist $20 \cdot a = 40$ und wenn man $b = 9$ setzen wollte, so würde zwar $40 \cdot 9 = 360$ noch kleiner als 361 sein, in Verbindung mit $b^2 = 9^2 = 81$ aber eine gröfsere Summe geben. Ebenso findet man, dafs auch

$$40 \cdot 8 + 8^2 = 320 + 64$$

noch zu groß ist, und die gesuchte zweite Ziffer der Wurzel ist daher $b = 7$.

Zieht man

$$20 \cdot ab + b^2 = 20 \cdot 2 \cdot 7 + 7^2 = 280 + 49 = 329$$

von 361 ab, so bleibt als Rest 32. An diesen hängt man nun die folgende Gruppe von zwei Stellen und erhält dadurch 3276. Man bezeichnet nunmehr die beiden gefundenen ersten Wurzelzahlen 27 mit dem Buchstaben a und die unbekannt dritte Stelle mit b und bestimmt b so, dafs

$$20 \cdot a \cdot b + b^2 \text{ der Zahl } 3276 \text{ nahe kommt.}$$

$20 \cdot a$ ist = $20 \cdot 27 = 540$ und man findet in ähnlicher Weise wie vorhin $b = 6$. Da

$$540 \cdot 6 + 6^2 = 3276$$

ist, so bleibt diesmal gar kein Rest übrig und die Rechnung ist zu Ende. Wäre ein Rest geblieben, so würde man an diesen wiederum eine Gruppe von zwei Ziffern, die in unserem Beispiele zwei Nullen sein würden, anhängen, die Zahl 276 als a bezeichnen und ganz wie vorhin die vierte Ziffer b unter Benutzung des Ausdrucks

$$20 \cdot a \cdot b + b^2$$

aufsuchen. Die Wurzel erhält für jede zweiziffrige Gruppe eine Ziffer, das Komma fällt zwischen diejenigen beiden Ziffern, welche den links

und rechts vom Komma stehenden Gruppen unter dem Wurzelzeichen entsprechen. In unserem Beispiele ist also das Komma zwischen 7 und 6 zu setzen und die Wurzel lautet 27,6.

Es ist zweckmäÙig, die Berechnung nach einem geordneten Schema zu führen.

Beispiel 1. $\sqrt{761,76}$ auszurechnen.

$$\begin{array}{r} \sqrt{7|61,76|00} = 27,6 \\ a^2 = 2 \cdot 2 = \frac{4}{361} \quad (a = 2 \text{ und } b = 7) \\ 20 \cdot a \cdot b = 20 \cdot 2 \cdot 7 = 280 \\ + b^2 = 7 \cdot 7 = 49 \\ \hline 329 \\ \text{Rest} = 3276 \quad (a = 27 \text{ und } b = 6) \\ 20 \cdot a \cdot b = 20 \cdot 27 \cdot 6 = 3240 \\ + b^2 = 6 \cdot 6 = 36 \\ \hline 3276, \text{ Rest} = 0. \end{array}$$

Beispiel 2. $\sqrt{834}$ auf 3 Decimalstellen anzugeben.

$$\begin{array}{r} \sqrt{8|34,00|00|00} = 28,879 \\ 2^2 = 4 \\ \text{Rest} = 434 \quad (a = 2 \text{ und } b = 8) \\ 20 \cdot a \cdot b = 320 \\ + b^2 = 64 \\ \hline 384 \\ \text{Rest} = 5000 \quad (a = 28 \text{ und } b = 8) \\ 20 \cdot a \cdot b = 4480 \\ + b^2 = 64 \\ \hline 4544 \\ \text{Rest} = 45600 \quad (a = 288 \text{ und } b = 7) \\ 20 \cdot a \cdot b = 40320 \\ + b^2 = 49 \\ \hline 40369 \\ \text{Rest} = 523100 \quad (a = 2887 \text{ und } b = 9) \\ 20 \cdot a \cdot b = 519660 \\ + b^2 = 81 \\ \hline 519741 \end{array}$$

Will man die Wurzel auf drei Stellen genau haben, so muß man noch die vierte Stelle ausrechnen, um zu sehen, ob die dritte Stelle etwa nach oben abgerundet werden muß. Setzt man in dem letzten Beispiele die Rechnung fort, so findet man als vierte Stelle die Ziffer 0, es ist also keine Abrundung nach oben vorzunehmen und die Wurzel auf drei Stellen genau $\sqrt{834} = 28,879$.

Von der Richtigkeit kann man sich durch eine Probe überzeugen, indem man das Quadrat $28,879^2$ ausrechnet.

$$\begin{array}{r} \text{Probe.} \quad 28,879 \\ \quad \quad 28,879 \\ \quad \quad \hline \quad \quad 259\,911 \\ \quad \quad 2\,021\,53 \\ \quad \quad 23\,103\,2 \\ \quad \quad 231\,032 \\ \quad \quad 577\,58 \\ \quad \quad \hline 833,996\,641 = \text{rund } 834,00. \end{array}$$

6. Ausziehen der Cubikwurzel. Das Verfahren ist ähnlich wie vorhin. Man bildet vom Komma aus nach links und rechts Gruppen von je drei Ziffern, wählt die erste Ziffer a der Wurzel so, daß a^3 der ersten Gruppenzahl nahe kommt, bildet den Rest, hängt die folgende Gruppe daran an und es ist alsdann der so entstandenen Zahl der Ausdruck

$$300a^2b + 30ab^2 + b^3$$

durch entsprechende Wahl von b anzupassen, worauf in ähnlicher Weise die folgende Decimalstelle der Wurzel ermittelt wird.

Beispiel. $\sqrt[3]{39|875,400} = 34,16$

$$a^3 = 3^3 = 27$$

$$\begin{array}{r} \text{Rest} = 12875 \quad (a = 3 \text{ und } b = 4) \\ 300 \cdot a^2 \cdot b = 10800 \\ + 30 \cdot a \cdot b^2 = 1440 \\ + b^3 = 64 \\ \hline 12304 \\ \text{Rest} = 571400 \quad (a = 34 \text{ und } b = 1) \\ 300 \cdot a^2 \cdot b = 346800 \\ + 30 \cdot a \cdot b^2 = 1020 \\ + b^3 = 1 \\ \hline 347821 \\ \text{Rest} = 223579000 \quad (a = 341 \text{ und } b = 6) \\ 300 \cdot a^2 \cdot b = 209305800 \\ + 30 \cdot a \cdot b^2 = 368280 \\ + b^3 = 216 \\ \hline 209674296 \\ \text{Rest} = 13904704000. \end{array}$$

Nun ist $a = 3416$ und wenn man den obigen Rest durch

$$300 \cdot a^2 = 3500716800$$

dividirt, so erhält man $b = 3$, es ist daher die Wurzel auf zwei Decimalstellen genau

$$\sqrt[3]{39875,4} = 34,16.$$

Uebungsbeispiele. $\sqrt[3]{132651,0} = 51,0$

$$\sqrt[3]{0,132651} = 0,51$$

$$\sqrt[3]{0,001331} = 0,11$$

$$\sqrt[3]{0,000064} = 0,04$$

Das Ausziehen der Cubikwurzel ist ziemlich umständlich und mühsam, weshalb es manchmal vorzuziehen ist, zuerst einen Näherungswert unter Benutzung der Tabelle B in Artikel 12 aufzusuchen und dann den Wurzelwert entweder durch einige Proberechnungen oder nach den in Artikel 11 angegebenen Formeln genauer zu ermitteln. Am schnellsten erhält man aber die Wurzeln mit einer Logarithmentafel (vergl. Art. 9 u. 10).

7. Proportionen und Regeldetri. Eine Gleichung wird eine Proportion genannt, wenn beide Seiten (die Größen rechts und links des Gleichheitszeichens) die Form von Brüchen haben, z. B.

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D}.$$

Man schreibt die Proportion gewöhnlich in folgender Weise:

$$A : B = C : D,$$

und sagt: A verhält sich zu B wie C zu D .

Wenn die vorstehende Proportion gilt, so gelten auch die folgenden:

$$B : A = D : C,$$

$$A : C = B : D,$$

$$D : B = C : A.$$

Denn wenn man sie in Bruchform schreibt und beide Seiten auf den gleichen Generalnenner bringt, so erhält man in allen Fällen:

$$A \cdot D = B \cdot C.$$

Ist nun eine der vier Größen A , B , C und D unbekannt, so kann sie durch die drei anderen ausgedrückt werden, nämlich

$$A = \frac{B \cdot C}{D}, \quad B = \frac{A \cdot D}{C}, \quad C = \frac{A \cdot D}{B} \quad \text{und} \quad D = \frac{B \cdot C}{A}.$$

Dies ist die Regeldetri, d. h. die Berechnung einer unbekanntem Größe aus drei bekannten Größen, mit welchen sie eine Proportion bildet.

Beispiel 1. 16 cbm kosten 24 \mathcal{M} , was kosten 13 cbm?

Die aufzustellende Proportion lautet:

$$x : 24 = 13 : 16$$

und man erhält daraus

$$x = \frac{24 \cdot 13}{16} = \frac{3 \cdot 13}{2} = 19,50 \mathcal{M}$$

Beispiel 2. Bei einer Accordarbeit verdienen 30 Arbeiter in 12 Arbeitstagen zu 10 Stunden 900 \mathcal{M} . Eine andere Arbeit erfordert 5 Arbeitstage von 20 Arbeitern. Wie hoch ist der Accordsatz anzunehmen, damit der Arbeitsverdienst in beiden Fällen gleich wird?

Die Proportion lautet:

$$30 \cdot 12 \cdot 10 \text{ Arbeitsstunden} : 20 \cdot 5 \cdot 10 \text{ Arbeitsstunden} = 900 \mathcal{M} : x \mathcal{M}$$

$$3600 : 1000 = 900 : x,$$

$$x = \frac{900 \cdot 1000}{3600} = \frac{3000}{12} = 250 \mathcal{M}$$

8. Gleichungen. Jede Gleichung kann in solcher Weise verändert werden, daß man eine beliebige Größe auf beiden Seiten hinzufügt oder abzieht, also wenn $a = b$, so ist auch $a + x = b + x$.

Ebenso darf man beide Seiten mit gleichen Größen multipliciren oder dividiren,

wenn $a = b$, so ist auch

$$a \cdot c = b \cdot c \quad \text{und} \quad \frac{a}{c} = \frac{b}{c},$$

ferner läßt sich eine Größe mit dem entgegengesetzten Vorzeichen auf die andere Seite bringen,

wenn $a + x = c + d$, so ist auch $x = c + d - a$.

Hiervon macht man Gebrauch, wenn eine unbekanntem Größe x aus einer Gleichung berechnet werden soll. Wir beschränken uns auf die Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekanntem. Man beginnt dabei mit dem Ordnen der Glieder und dem Fortschaffen der Brüche, z. B. sei gegeben

$$4x - 18 = \frac{2}{5} \cdot x - 12.$$

Man multiplicire beide Seiten mit 5 und ordne die Glieder nach x , so erhält man

$$\begin{aligned} 20x - 90 &= 2x - 60, \\ (20 - 2) \cdot x &= -60 + 90 = +30, \\ x &= \frac{30}{18} = 1\frac{2}{3} = 1,667. \end{aligned}$$

Beispiel. Ein Graben von 600 m Länge soll in 5 Tagen ausgehoben werden. 2 Arbeiter haben bereits 3 Tage lang daran gearbeitet und 40 m fertig bekommen. Wieviele Arbeiter sind einzustellen?

1 m Graben hat erfordert $\frac{2 \cdot 3}{40} = \frac{6}{40}$ Tagewerk eines Arbeiters; zu leisten sind noch
 $600 - 40 = 560$ m Graben,
 welche $560 \cdot \frac{6}{40}$ Tagewerk erfordern.

Die gesuchte Anzahl der Arbeiter sei $= x$. Diese leisten in 5 Tagen $5 \cdot x$ Tagewerke. Also gilt die Gleichung

$$5 \cdot x = 560 \cdot \frac{6}{40},$$

$$200 \cdot x = 3360 \text{ und } x = 16,8.$$

Es müssen daher 17 Arbeiter eingestellt werden.

9. Erklärung der Logarithmentafel. Die in Artikel 12 mitgetheilte Tafel A enthält die Logarithmen aller dreiziffrigen Zahlen von 100 bis 999. Sie kann insbesondere bei den Potenzirungen und dem Wurzel- ausziehen mit Nutzen gebraucht werden. Man hat sich den Logarithmus einer Zahl a als einen eigenthümlichen Exponenten der Grundzahl 10 vorzustellen, dergestalt, dafs, wenn m den Logarithmus von a bedeutet ($m = \log a$), die Gleichung gilt:

$$10^m = a.$$

Hierauf beruhen die folgenden Regeln (vergl. Art. 4):

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b;$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log a - \log b;$$

$$\log a^m = m \cdot \log a.$$

Der Exponent kann eine ganze Zahl oder ein Bruch sein, beispielsweise ist

$$\log a^3 = 3 \log a;$$

$$\log a^{1/3} = \log \sqrt[3]{a} = \frac{1}{3} \log a.$$

Bei dem Gebrauche der Logarithmentafel werden also zwei Zahlen miteinander dadurch multiplicirt, dafs man ihre Logarithmen addirt und in der Tafel diejenige Zahl sucht, deren Logarithmus der erhaltenen Summe gleich ist oder doch am nächsten kommt.

In entsprechender Weise erhält man den Quotienten $\frac{a}{b}$ zweier Zahlen aus der Differenz ihrer Logarithmen ($\log a - \log b$), ferner das Quadrat a^2 durch Multiplication, die Quadratwurzel \sqrt{a} durch Division des Logarithmus von a mit 2 usw.

Zum richtigen Gebrauche der Tafel mufs man aber wohl beachten, dafs der Logarithmus einer Zahl aus zwei Theilen besteht, nämlich der

Charakteristik und der Mantisse. Nur die letztere steht in der Tafel und zwar ist sie für alle diejenigen Zahlengruppen, die lediglich in der Stellung des Kommas sich unterscheiden, sonst aber übereinstimmen, gleich groß. Die Zahlen 3 und 30 haben also die gleiche Mantisse wie 300, ebenso beispielsweise 864 und 0,864. Es ist am einfachsten, die Mantissen als Decimalstellen eines echten Decimalbruches zu betrachten, also eine Null im Gedanken vorzusetzen und durch ein Komma abzutrennen. Man könnte dies den unvollständigen Logarithmus nennen und man erhält aus ihm den vollständigen, wenn man eine Charakteristik hinzufügt. Die Charakteristik ist stets eine ganze Zahl und zwar

0	für alle Zahlenwerthe	zwischen	1	und	10	
1	" "	" "	" "	" "	10	" 100
2	" "	" "	" "	" "	100	" 1000 usw.

Die echten Decimalbrüche, also alle Zahlenwerthe zwischen 0 und 1, haben eine negative Charakteristik und zwar ist diese gleich der Anzahl von Nullen, welche links vor der ersten Werthzahl stehen. Es ist also z. B.

— 1	die Charakteristik für	0,864
— 2	" "	" 0,0864
— 3	" "	" 0,00864 usw.

Bei einiger Uebung wird man hiernach die Logarithmentafel bald gebrauchen lernen. Unsere Tafel beginnt mit der Zahl 100, in der ersten Zeile stehen die Mantissen der Zahlen 100 bis 109, in der zweiten Zeile die Mantissen für 110 bis 119 usw. Die Mantisse von 3 suche man unter 300, mit der sie übereinstimmt, ebenso wie z. B. die Zahlen 0,21; 2,1; 21; 210; 2100 usw. sämtlich die nämliche Mantisse haben.

Die Logarithmen der nur um eine Potenz von 10 voneinander abweichenden Zahlen, wie z. B. 2,34 und 234, unterscheiden sich nur durch ihre Charakteristik. Denn es ist

$$\begin{aligned} \log 10 &= 1 \\ \log 100 &= 2 \\ &\dots\dots\dots \\ \log 10^m &= m, \end{aligned}$$

also beispielsweise

$$\log 2,34 = \log \frac{234}{100} = \log 234 - 2.$$

Aus der Tafel (Seite 16) findet man die Mantisse der Zahl 234 gleich 36922 und ihr unvollständiger Logarithmus ist 0,36922. Daher ist nach der obigen Regel über die Charakteristik:

$$\begin{aligned} \log 2,34 &= 0,36922 \\ \log 23,4 &= 1,36922 \\ \log 234 &= 2,36922 \\ \log 0,234 &= 0,36922 - 1 \\ \log 0,0234 &= 0,36922 - 2. \end{aligned}$$

10. Anwendung der Logarithmentafel. 1. Wie groß ist das Product $6,83 \cdot 49,8$?

Mit Hilfe der Logarithmentafel (Seite 16) erhält man

$$\begin{aligned}\log 6,83 &= 0,83442 \\ \log 49,8 &= 1,69723 \\ \text{Summe} &= \overline{2,53165} = 0,53165 + 2.\end{aligned}$$

Die Mantisse 53165 findet man in der Tafel zwischen den Zahlen 340 und 341 (auf die Charakteristik kommt es hierbei gar nicht an). Der Unterschied der Mantissen jener beiden Zahlen ist = 127 und die Mantisse von 340 ist um 17 kleiner als 53165. Durch Zwischenschaltung erhält man

$$\frac{17}{127} = 0,13$$

als die an die Zahl 340 anzuhängende Berichtigung, und da das Komma wegen der Charakteristik 2 hinter die dritte Stelle kommt, so ist das gesuchte Product

$$6,83 \cdot 49,8 = 340,13.$$

Die gewöhnliche Multiplication giebt den genauen Werth 340,134 und man erkennt, daß die logarithmische Rechnung zwar nur Näherungswerthe liefert, daß aber deren Genauigkeit für die gewöhnlich vorkommenden praktischen Ausrechnungen ausreichend ist. Für genauere Rechnungen muß man größere Logarithmentafeln anwenden.

2. Wie groß ist $\sqrt[3]{0,1327}$?

Die Tafel liefert

$$\left. \begin{aligned}\log 132 &= 12057 \\ \log 133 &= 12385\end{aligned} \right\} \text{Unterschied} = 328.$$

Durch Einschaltung zwischen beiden Werthen erhält man

$$\log 1327 = 12057 + \frac{7}{10} \cdot 328 = 12287$$

und die Charakteristik ist für unser Beispiel gleich -1 .

Daher ist

$$\log 0,1327 = 0,12287 - 1,$$

wofür man auch schreiben kann

$$\overline{2,12287} - 3.$$

Die Division durch 3 giebt

$$\log \sqrt[3]{0,1327} = 0,70762 - 1.$$

Die Mantisse 70762 steht in der Tafel zwischen den Zahlen 510 und 511 und zwar ganz nahe bei der ersteren; die Ergänzung zu 510 ist

$$\frac{5}{85} = 0,06,$$

und wegen der Charakteristik -1 muß eine Null links vom Komma stehen, also ist

$$\sqrt[3]{0,1327} = 0,51006$$

übereinstimmend mit dem Beispiele in Artikel 6.

3. Zu suchen $\sqrt{834}$.

$$\log 834 = 2,92117,$$

dividirt durch 2 giebt 1,46058;

Grundzahl zu 46058 ist = 28879 und Charakteristik = 1,

$$\sqrt{834} = 28,879 \text{ (vergl. Art. 5).}$$

11. Ausrechnung von Quadrat- und Cubikwurzeln. Wenn ein gesuchter Wurzelwerth genauer ausgerechnet werden soll als mit der kleinen Logarithmentafel (Tabelle A in Art. 12) möglich, so kann man wie folgt verfahren. Es sei w der ermittelte Näherungswerth und Δ (gesprochen Delta) dessen gesuchte Ergänzung. Dann gilt für die Berechnung der Quadratwurzel \sqrt{a} die Gleichung:

$$\sqrt{a} = w + \Delta, \text{ also } a = (w + \Delta)^2 = w^2 + 2w\Delta + \Delta^2.$$

Das letzte Glied kann vernachlässigt werden, da Δ im Verhältniß zu w nur klein ist. Daher ist hinreichend genau

$$a = w^2 + 2w\Delta,$$

und folglich

$$\Delta = \frac{a - w^2}{2w}, \quad \sqrt{a} = w + \frac{a - w^2}{2w}.$$

Für die Cubikwurzel $\sqrt[3]{a}$ ergibt sich in ähnlicher Weise, wenn w wieder den Näherungswerth bedeutet,

$$\Delta = \frac{a - w^3}{3w^2},$$

und folglich ist

$$\sqrt[3]{a} = w + \Delta = w + \frac{a - w^3}{3w^2}.$$

Beispiel 1. $\sqrt[3]{0,1327} = ?$ In dem vorigen Artikel Beispiel 2 wurde als Näherungswerth gefunden $w = 0,51$. Daher ist

$$\Delta = \frac{0,1327 - 0,51^3}{3 \cdot 0,51^2} = \frac{0,1327 - 0,132651}{0,7803} = 0,000063$$

$$\text{und } \sqrt[3]{0,1327} = 0,51 + \Delta = 0,510063.$$

Beispiel 2. $\sqrt{834} = ?$ Als Näherungswerth kann man $w = 28,9$ annehmen. Dann ist

$$\Delta = \frac{834 - 28,9^2}{2 \cdot 28,9} = \frac{834 - 835,21}{57,8} = -0,02093$$

und folglich $\sqrt{834} = 28,9 + \Delta = 28,9 - 0,02093 = 28,87907$.

12. Arithmetische Tabellen. Die nachstehend mitgetheilte Tafel A ist bereits in Artikel 9 und 10 erläutert worden. Die Tafel B enthält für die in der ersten Spalte stehenden Zahlengrößen n in den folgenden Spalten die Quadrate und Quadratwurzeln, die Cubikzahlen und Cubikwurzeln, ferner den Umfang $n\pi$ und den Inhalt $\frac{n^2\pi}{4}$ (vergl. Art. 14) desjenigen Kreises, dessen Durchmesser = n ist. Für den Gebrauch der Tafel beachte man folgende Regeln:

Es ist $(10n)^2 = 100 \cdot n^2$ und $\left(\frac{n}{10}\right)^2 = \frac{n^2}{100}$,

$$\sqrt{n} = \sqrt{\frac{100 \cdot n}{100}} = 10 \sqrt{\frac{n}{100}} = \frac{1}{10} \sqrt{100 \cdot n};$$

$$(10n)^3 = 1000 \cdot n^3 \text{ und } \left(\frac{n}{10}\right)^3 = \frac{n^3}{1000},$$

$$\sqrt[3]{n} = \sqrt[3]{\frac{n \cdot 1000}{1000}} = 10 \sqrt[3]{\frac{n}{1000}} = \frac{1}{10} \sqrt[3]{1000 \cdot n}.$$

Beispiel 1. $\sqrt[3]{370} = ?$

$$\text{also ist } \begin{aligned} 370 &= 3,7 \cdot 100 \text{ und } \sqrt[3]{3,7} = 1,924, \\ \sqrt[3]{370} &= 10 \cdot 1,924 = 19,24. \end{aligned}$$

Beispiel 2. $\sqrt[3]{37} = ?$ Es ist $37 = 10 \cdot 3,7$. In der Spalte für $\sqrt[3]{10n}$ findet man auf der Zeile für 3,7 die gesuchte GröÙe, nämlich

$$\sqrt[3]{37} = \sqrt[3]{10 \cdot 3,7} = 6,083.$$

Beispiel 3. $\sqrt[3]{630} = ?$ Es ist $630 = 6,3 \cdot 100$ und daher aus der Spalte für $\sqrt[3]{100 \cdot n}$ zu entnehmen

$$\sqrt[3]{630} = 8,573.$$

Beispiel 4. $\sqrt[3]{0,063} = ?$ Da die Tafel nur die Wurzel für 6,3, 63 und 630 enthält, muß man die Grundzahl wie folgt umwandeln:

$$0,063 = \frac{6,3}{100} = \frac{6,3 \cdot 10}{1000},$$

um in dem Nenner die dritte Potenz von 10 zu erhalten. Nun liefert die Tafel für $n = 6,3$ in der Spalte für $\sqrt[3]{10 \cdot n}$ den Werth 3,979 und es ist daher

$$\sqrt[3]{0,063} = \frac{1}{10} \sqrt[3]{63} = 0,3979.$$

Beispiel 5. Welchen Inhalt hat ein Kreis vom Durchmesser $= 0,21$ m? Der Inhalt eines Kreises vom Durchmesser d ist $= \frac{d^2 \pi}{4}$ (vergl. Art. 14) und die Tafel B giebt in der betreffenden Spalte für $n = 2,1$ den Werth 3,464.

Nun ist $d = 0,21 = \frac{2,1}{10} = \frac{n}{10}$ und daher

$$d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \left(\frac{n}{10}\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{3,464}{100} = 0,03464 \text{ qm.}$$

Wird der Durchmesser in cm ausgedrückt, so hat man $d = 21$ cm und der Kreisinhalt ist $= 10^2 \cdot 3,464 = 346,4$ qcm.

Tabelle A. Logarithmische Mantissen.

<i>n</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>n</i>
10	00000	00432	00860	01284	01703	02119	02531	02938	03342	03743	10
11	04139	04532	04922	05308	05690	06070	06446	06819	07188	07555	11
12	07918	08279	08636	08991	09342	09691	10037	10380	10721	11059	12
13	11394	11727	12057	12385	12710	13033	13354	13672	13988	14301	13
14	14613	14922	15229	15534	15836	16137	16435	16732	17026	17319	14
15	17609	17898	18184	18469	18752	19033	19312	19590	19866	20140	15
16	20412	20683	20952	21219	21484	21748	22011	22272	22531	22789	16
17	23045	23300	23553	23805	24055	24304	24551	24797	25042	25285	17
18	25527	25768	26007	26245	26482	26717	26951	27184	27416	27646	18
19	27875	28103	28330	28556	28780	29003	29226	29447	29667	29885	19
20	30103	30320	30535	30750	30963	31175	31387	31597	31806	32015	20
21	32222	32428	32634	32838	33041	33244	33445	33646	33846	34044	21
22	34242	34439	34635	34830	35025	35218	35411	35603	35793	35984	22
23	36173	36361	36549	36736	36922	37107	37291	37475	37658	37840	23
24	38021	38202	38382	38561	38739	38917	39094	39270	39445	39620	24
25	39794	39967	40140	40312	40483	40654	40824	40993	41162	41330	25
26	41497	41664	41830	41996	42160	42325	42488	42651	42813	42975	26
27	43136	43297	43457	43616	43775	43933	44091	44248	44404	44560	27
28	44716	44871	45025	45179	45332	45484	45637	45788	45939	46090	28
29	46240	46389	46538	46687	46835	46982	47129	47276	47422	47567	29
30	47712	47857	48001	48144	48287	48430	48572	48714	48855	48996	30
31	49136	49276	49415	49554	49693	49831	49969	50106	50243	50379	31
32	50515	50651	50786	50920	51055	51188	51322	51455	51587	51720	32
33	51851	51983	52114	52244	52375	52504	52634	52763	52892	53020	33
34	53148	53275	53403	53529	53656	53782	53908	54033	54158	54283	34
35	54407	54531	54654	54777	54900	55023	55145	55267	55388	55509	35
36	55630	55751	55871	55991	56110	56229	56348	56467	56585	56703	36
37	56820	56937	57054	57171	57287	57403	57519	57634	57749	57864	37
38	57978	58092	58206	58320	58433	58546	58659	58771	58883	58995	38
39	59106	59218	59329	59439	59550	59660	59770	59879	59988	60097	39
40	60206	60314	60423	60531	60638	60746	60853	60959	61066	61172	40
41	61278	61384	61490	61595	61700	61805	61909	62014	62118	62221	41
42	62325	62428	62531	62634	62737	62839	62941	63043	63144	63246	42
43	63347	63448	63548	63649	63749	63849	63949	64048	64147	64246	43
44	64345	64444	64542	64640	64738	64836	64933	65031	65128	65225	44
45	65321	65418	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181	45
46	66276	66370	66464	66558	66652	66745	66839	66932	67025	67117	46
47	67210	67302	67394	67486	67578	67669	67761	67852	67943	68034	47
48	68124	68215	68305	68395	68485	68574	68664	68753	68842	68931	48
49	69020	69108	69197	69285	69373	69461	69548	69636	69723	69810	49
50	69897	69984	70070	70157	70243	70329	70415	70501	70586	70672	50
51	70757	70842	70927	71012	71096	71181	71265	71349	71433	71517	51
52	71600	71684	71767	71850	71933	72016	72099	72181	72263	72346	52
53	72428	72509	72591	72673	72754	72835	72916	72997	73078	73159	53
54	73239	73320	73400	73480	73560	73640	73719	73799	73878	73957	54
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Tabelle A.

<i>n</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>n</i>
55	74036	74115	74194	74273	74351	74429	74507	74586	74663	74741	55
56	74819	74896	74974	75051	75128	75205	75282	75358	75435	75511	56
57	75587	75664	75740	75815	75891	75967	76042	76118	76193	76268	57
58	76343	76418	76492	76567	76641	76716	76790	76864	76938	77012	58
59	77085	77159	77232	77305	77379	77452	77525	77597	77670	77743	59
60	77815	77887	77960	78032	78104	78176	78247	78319	78390	78462	60
61	78533	78604	78675	78746	78817	78888	78958	79029	79099	79169	61
62	79239	79309	79379	79449	79518	79588	79657	79727	79796	79865	62
63	79934	80003	80072	80140	80209	80277	80346	80414	80482	80550	63
64	80618	80686	80754	80821	80889	80956	81023	81090	81158	81224	64
65	81291	81358	81425	81491	81558	81624	81690	81757	81823	81889	65
66	81954	82020	82086	82151	82217	82282	82347	82413	82478	82543	66
67	82607	82672	82737	82802	82866	82930	82995	83059	83123	83187	67
68	83251	83315	83378	83442	83506	83569	83632	83696	83759	83822	68
69	83885	83948	84011	84073	84136	84198	84261	84323	84386	84448	69
70	84510	84572	84634	84696	84757	84819	84880	84942	85003	85065	70
71	85126	85187	85248	85309	85370	85431	85491	85552	85612	85673	71
72	85733	85794	85854	85914	85974	86034	86094	86153	86213	86273	72
73	86332	86392	86451	86510	86570	86629	86688	86747	86806	86864	73
74	86923	86982	87040	87099	87157	87216	87274	87332	87390	87448	74
75	87506	87564	87622	87679	87737	87795	87852	87910	87967	88024	75
76	88081	88138	88195	88252	88309	88366	88423	88480	88536	88593	76
77	88649	88705	88762	88818	88874	88930	88986	89042	89098	89154	77
78	89209	89265	89321	89376	89432	89487	89542	89597	89653	89708	78
79	89763	89818	89873	89927	89982	90037	90091	90146	90200	90255	79
80	90309	90363	90417	90472	90526	90580	90634	90687	90741	90795	80
81	90849	90902	90956	91009	91062	91116	91169	91222	91275	91328	81
82	91381	91434	91487	91540	91593	91645	91698	91751	91803	91855	82
83	91908	91960	92012	92065	92117	92169	92221	92273	92324	92376	83
84	92428	92480	92531	92583	92634	92686	92737	92788	92840	92891	84
85	92942	92993	93044	93095	93146	93197	93247	93298	93349	93399	85
86	93450	93500	93551	93601	93651	93702	93752	93802	93852	93902	86
87	93952	94002	94052	94101	94151	94201	94250	94300	94349	94399	87
88	94448	94498	94547	94596	94645	94694	94743	94792	94841	94890	88
89	94939	94988	95036	95085	95134	95182	95231	95279	95328	95376	89
90	95424	95472	95521	95569	95617	95665	95713	95761	95809	95856	90
91	95904	95952	95999	96047	96095	96142	96190	96237	96284	96332	91
92	96379	96426	96473	96520	96567	96614	96661	96708	96755	96802	92
93	96848	96895	96942	96988	97035	97081	97128	97174	97220	97267	93
94	97313	97359	97405	97451	97497	97543	97589	97635	97681	97727	94
95	97772	97818	97864	97909	97955	98000	98046	98091	98137	98182	95
96	98227	98272	98318	98363	98408	98453	98498	98543	98588	98632	96
97	98677	98722	98767	98811	98856	98900	98945	98989	99034	99078	97
98	99123	99167	99211	99255	99300	99344	99388	99432	99476	99520	98
99	99564	99607	99651	99695	99739	99782	99826	99870	99913	99957	99
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Tabelle B.

n	n^2	\sqrt{n}	$\sqrt{10n}$	n^3	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	$n\pi$	$\frac{n^2\pi}{4}$	n
1,0	1,00	1,000	3,162	1,000	1,000	2,154	4,642	3,142	0,785	1,0
1,1	1,21	1,049	3,317	1,331	1,032	2,224	4,791	3,456	0,950	1,1
1,2	1,44	1,095	3,464	1,728	1,063	2,289	4,932	3,770	1,131	1,2
1,3	1,69	1,140	3,606	2,197	1,091	2,351	5,066	4,084	1,327	1,3
1,4	1,96	1,183	3,742	2,744	1,119	2,410	5,192	4,398	1,539	1,4
1,5	2,25	1,225	3,873	3,375	1,145	2,466	5,313	4,712	1,767	1,5
1,6	2,56	1,265	4,000	4,096	1,170	2,520	5,429	5,026	2,011	1,6
1,7	2,89	1,304	4,123	4,913	1,194	2,571	5,540	5,341	2,270	1,7
1,8	3,24	1,342	4,243	5,832	1,216	2,621	5,646	5,655	2,545	1,8
1,9	3,61	1,378	4,359	6,859	1,239	2,668	5,749	5,969	2,835	1,9
2,0	4,00	1,414	4,472	8,000	1,260	2,714	5,848	6,283	3,142	2,0
2,1	4,41	1,449	4,583	9,261	1,281	2,759	5,944	6,597	3,464	2,1
2,2	4,84	1,483	4,690	10,648	1,301	2,802	6,037	6,911	3,801	2,2
2,3	5,29	1,517	4,796	12,167	1,320	2,844	6,127	7,226	4,155	2,3
2,4	5,76	1,549	4,899	13,824	1,339	2,884	6,214	7,540	4,524	2,4
2,5	6,25	1,581	5,000	15,625	1,357	2,924	6,300	7,854	4,909	2,5
2,6	6,76	1,612	5,099	17,576	1,375	2,962	6,383	8,168	5,309	2,6
2,7	7,29	1,643	5,196	19,683	1,392	3,000	6,463	8,482	5,726	2,7
2,8	7,84	1,673	5,292	21,952	1,409	3,037	6,542	8,796	6,158	2,8
2,9	8,41	1,703	5,385	24,389	1,426	3,072	6,619	9,111	6,605	2,9
3,0	9,00	1,732	5,477	27,000	1,442	3,107	6,694	9,425	7,069	3,0
3,1	9,61	1,761	5,568	29,791	1,458	3,141	6,768	9,739	7,548	3,1
3,2	10,24	1,789	5,657	32,768	1,474	3,175	6,840	10,053	8,042	3,2
3,3	10,89	1,817	5,745	35,937	1,489	3,207	6,910	10,367	8,553	3,3
3,4	11,56	1,844	5,831	39,304	1,504	3,240	6,980	10,681	9,079	3,4
3,5	12,25	1,871	5,916	42,875	1,518	3,271	7,047	10,996	9,621	3,5
3,6	12,96	1,897	6,000	46,656	1,533	3,302	7,114	11,310	10,179	3,6
3,7	13,69	1,924	6,083	50,653	1,547	3,332	7,179	11,624	10,752	3,7
3,8	14,44	1,949	6,164	54,872	1,560	3,362	7,243	11,938	11,341	3,8
3,9	15,21	1,975	6,245	59,319	1,574	3,391	7,306	12,252	11,946	3,9
4,0	16,00	2,000	6,325	64,000	1,587	3,420	7,368	12,566	12,566	4,0
4,1	16,81	2,025	6,403	68,921	1,601	3,448	7,429	12,881	13,203	4,1
4,2	17,64	2,049	6,481	74,088	1,613	3,476	7,489	13,195	13,854	4,2
4,3	18,49	2,074	6,557	79,507	1,626	3,503	7,548	13,509	14,522	4,3
4,4	19,36	2,098	6,633	85,184	1,639	3,530	7,606	13,823	15,205	4,4
4,5	20,25	2,121	6,708	91,125	1,651	3,557	7,663	14,137	15,904	4,5
4,6	21,16	2,145	6,782	97,336	1,663	3,583	7,719	14,451	16,619	4,6
4,7	22,09	2,168	6,856	103,823	1,675	3,609	7,775	14,765	17,349	4,7
4,8	23,04	2,191	6,928	110,592	1,687	3,634	7,830	15,080	18,096	4,8
4,9	24,01	2,214	7,000	117,649	1,698	3,659	7,884	15,394	18,857	4,9
5,0	25,00	2,236	7,071	125,000	1,710	3,684	7,937	15,708	19,635	5,0
5,1	26,01	2,258	7,141	132,651	1,721	3,708	7,990	16,022	20,428	5,1
5,2	27,04	2,280	7,211	140,608	1,732	3,732	8,041	16,336	21,237	5,2
5,3	28,09	2,302	7,280	148,877	1,744	3,756	8,093	16,650	22,062	5,3
5,4	29,16	2,324	7,348	157,464	1,754	3,780	8,143	16,965	22,902	5,4

Tabelle B.

n	n^2	\sqrt{n}	$\sqrt{10n}$	n^3	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt[3]{10n}$	$\sqrt[3]{100n}$	$n\pi$	$\frac{n^2\pi}{4}$	n
5,5	30,25	2,345	7,416	166,375	1,765	3,803	8,193	17,279	23,758	5,5
5,6	31,36	2,366	7,483	175,616	1,776	3,826	8,243	17,593	24,630	5,6
5,7	32,49	2,387	7,550	185,193	1,786	3,849	8,291	17,907	25,518	5,7
5,8	33,64	2,408	7,616	195,112	1,797	3,871	8,340	18,221	26,421	5,8
5,9	34,81	2,429	7,681	205,379	1,807	3,893	8,387	18,535	27,340	5,9
6,0	36,00	2,449	7,746	216,000	1,817	3,915	8,434	18,850	28,274	6,0
6,1	37,21	2,470	7,810	226,981	1,827	3,936	8,481	19,164	29,225	6,1
6,2	38,44	2,490	7,874	238,328	1,837	3,958	8,527	19,478	30,191	6,2
6,3	39,69	2,510	7,937	250,047	1,847	3,979	8,573	19,792	31,172	6,3
6,4	40,96	2,530	8,000	262,144	1,857	4,000	8,618	20,106	32,170	6,4
6,5	42,25	2,550	8,062	274,625	1,866	4,021	8,662	20,420	33,183	6,5
6,6	43,56	2,569	8,124	287,496	1,876	4,041	8,707	20,735	34,212	6,6
6,7	44,89	2,588	8,185	300,763	1,885	4,062	8,750	21,049	35,257	6,7
6,8	46,24	2,608	8,246	314,432	1,895	4,082	8,794	21,363	36,317	6,8
6,9	47,61	2,627	8,307	328,509	1,904	4,102	8,837	21,677	37,393	6,9
7,0	49,00	2,646	8,367	343,000	1,913	4,121	8,879	21,991	38,485	7,0
7,1	50,41	2,665	8,426	357,911	1,922	4,141	8,921	22,305	39,592	7,1
7,2	51,84	2,683	8,485	373,248	1,931	4,160	8,963	22,619	40,715	7,2
7,3	53,29	2,702	8,544	389,017	1,940	4,179	9,004	22,934	41,854	7,3
7,4	54,76	2,720	8,602	405,224	1,949	4,198	9,045	23,248	43,008	7,4
7,5	56,25	2,739	8,660	421,875	1,957	4,217	9,086	23,562	44,179	7,5
7,6	57,76	2,757	8,718	438,976	1,966	4,236	9,126	23,876	45,365	7,6
7,7	59,29	2,775	8,775	456,533	1,975	4,254	9,166	24,190	46,566	7,7
7,8	60,84	2,793	8,832	474,552	1,983	4,273	9,205	24,504	47,784	7,8
7,9	62,41	2,811	8,888	493,039	1,992	4,291	9,244	24,819	49,017	7,9
8,0	64,00	2,828	8,944	512,000	2,000	4,309	9,283	25,133	50,265	8,0
8,1	65,61	2,846	9,000	531,441	2,008	4,327	9,322	25,447	51,530	8,1
8,2	67,24	2,864	9,055	551,368	2,017	4,344	9,360	25,761	52,810	8,2
8,3	68,89	2,881	9,110	571,787	2,025	4,362	9,398	26,075	54,166	8,3
8,4	70,56	2,898	9,165	592,704	2,033	4,380	9,435	26,389	55,418	8,4
8,5	72,25	2,915	9,219	614,125	2,041	4,397	9,473	26,704	56,745	8,5
8,6	73,96	2,933	9,274	636,056	2,049	4,414	9,510	27,018	58,088	8,6
8,7	75,69	2,950	9,327	658,503	2,057	4,431	9,546	27,332	59,447	8,7
8,8	77,44	2,966	9,381	681,472	2,065	4,448	9,583	27,646	60,821	8,8
8,9	79,21	2,983	9,434	704,969	2,072	4,465	9,619	27,960	62,211	8,9
9,0	81,00	3,000	9,487	729,000	2,080	4,481	9,655	28,274	63,617	9,0
9,1	82,81	3,017	9,539	753,571	2,088	4,498	9,691	28,588	65,039	9,1
9,2	84,64	3,033	9,592	778,688	2,095	4,514	9,726	28,903	66,476	9,2
9,3	86,49	3,050	9,644	804,357	2,103	4,531	9,761	29,217	67,929	9,3
9,4	88,36	3,066	9,695	830,584	2,110	4,547	9,796	29,531	69,398	9,4
9,5	90,25	3,082	9,747	857,375	2,118	4,563	9,830	29,845	70,882	9,5
9,6	92,16	3,098	9,798	884,736	2,125	4,579	9,865	30,159	72,382	9,6
9,7	94,09	3,114	9,849	912,673	2,133	4,595	9,899	30,473	73,898	9,7
9,8	96,04	3,130	9,899	941,192	2,140	4,610	9,933	30,788	75,430	9,8
9,9	98,01	3,146	9,950	970,299	2,147	4,626	9,967	31,102	76,977	9,9
10,0	100,00	3,162	10,000	1000,000	2,154	4,642	10,000	31,416	78,540	10,0

Zweiter Abschnitt.

G e o m e t r i e .

13. Viereck und Dreieck. Wenn in einem Vierecke die beiden Paare gegenüberliegender Seiten gleichlaufend sind, so heisst das Viereck ein Parallelogramm. Ein Parallelogramm mit rechten Winkeln ist ein Rechteck, und ein Rechteck mit gleich grossen Seiten ein Quadrat. Sind nur zwei gegenüberliegende Seiten des Vierecks gleichlaufend, so wird es ein Trapez genannt.

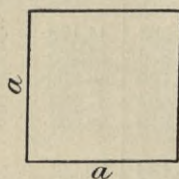


Abb. 1

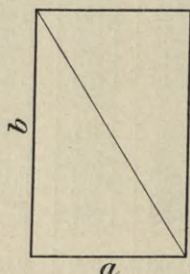


Abb. 2

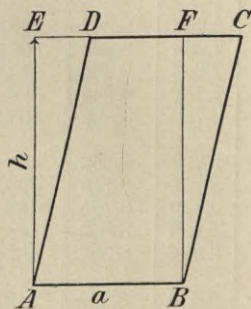


Abb. 3

Das Quadrat (Abb. 1) bildet die Grundlage für die Inhaltsberechnung aller ebenen Figuren, denn der Inhalt (die Flächengröße) wird stets auf das Quadrat der Längeneinheit bezogen:

n Quadratmeter = n Quadrate von 1 m Seitenlänge.

Der Inhalt eines Rechtecks (Abb. 2) mit den Seiten a und b ist gleich dem Producte der letzteren:

$$F = a \cdot b,$$

und der Inhalt eines Parallelogramms (Abb. 3) $ABCD$ ist gleich dem Producte aus Grundlinie und Höhe:

$$F = a \cdot h.$$

Dieser Satz ergibt sich aus dem vorigen durch Betrachtung der Hilfsfiguren ADE und BCF , welche genau miteinander übereinstimmen und durch welche, wie man sieht, das Parallelogramm $ABCD$ in ein Rechteck $ABFE$ umgewandelt werden kann. Alle Parallelogramme von gleicher Grundlinie a und gleicher Höhe h haben daher gleichen Inhalt.

In Abb. 4 ist die Linie DB , welche zwei gegenüberliegende Punkte des Parallelogramms $ABCD$ verbindet, eine Diagonale des letzteren. Die Diagonale theilt das Parallelogramm in zwei Dreiecke ABD und CDB , welche gleiche Seiten und gleiche Winkel miteinander haben und so aufeinander gelegt werden können, daß sie sich decken (C auf A , Seite CB auf AD und CD auf BA). Diese Dreiecke sind daher beide gleich groß, mithin ist jedes gleich dem halben Inhalte des Parallelogramms. Ebenso kann das Dreieck ABE , wenn E ein beliebiger Punkt auf der Linie CD ist, als die Hälfte eines Parallelogramms $AEFB$ von der Grundlinie a und der Höhe h angesehen werden, und da die Parallelogramme $ABCD$ und $AEFB$ gleichen Inhalt haben, so sind auch die Dreiecke ABD und ABE gleich groß.

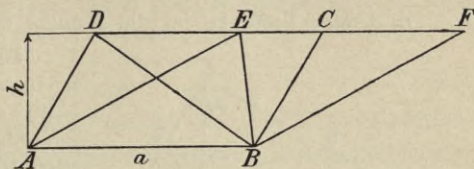


Abb. 4

Hieraus folgt der wichtige Satz:

Der Inhalt eines Dreiecks ist gleich dem halben Producte aus Grundlinie und Höhe:

$$F = \frac{ah}{2}.$$

Zieht man in dem Trapez (Abb. 5) die Diagonale AC , so erhält man zwei Dreiecke mit den Grundlinien $AB = a$ beziehungsweise $CD = b$ und mit der gemeinschaftlichen Höhe h . Der Inhalt des Trapezes ist daher

$$F = \frac{ah}{2} + \frac{bh}{2} = \frac{a+b}{2} \cdot h.$$

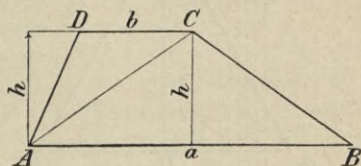


Abb. 5

Unregelmäßige Vierecke lassen sich durch Ziehen einer Diagonale in zwei Dreiecke verwandeln, deren Inhalte nach dem vorstehenden berechnet werden können. Die Zerlegung in Dreiecke ist überhaupt das allgemein anwendbare Mittel zur Berechnung des Flächeninhaltes aller geradlinig begrenzten Figuren.

Jedes Dreieck kann in ein anderes von gleicher Grundlinie und Höhe verwandelt werden, weil der Inhalt stets gleich dem halben Producte dieser Größen ist. Jede beliebige Seite eines Dreiecks darf als seine Grundlinie angesehen werden.

Die Summe der drei Winkel eines Dreiecks ist stets $= 180^\circ = 2 R$. Denn zieht man in Abb. 6 BE gleichlaufend mit AC ($BE \parallel AC$), ferner $CE \parallel AB$ und BD als Verlängerung von AB , so ist

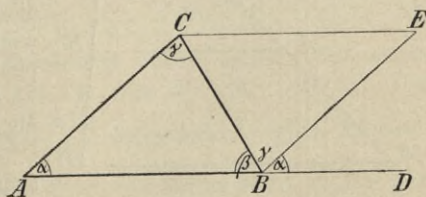


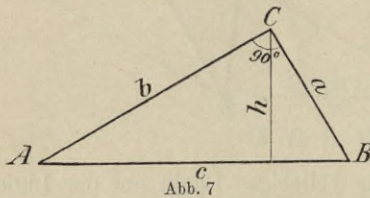
Abb. 6

wegen der Gleichheit der beiden Dreiecke ABC und ECB der $\angle CBE = \angle ACB$, ferner ist $\angle EBD = \angle CAB$ und somit ist die Summe der

drei Winkel des Dreiecks ABC gleich der Summe der drei Winkel
 $\angle ABC + \angle CBE + \angle EBD = \angle ABD = 180^\circ$.

Da ein Viereck stets in zwei Dreiecke zerlegt werden kann, so ergibt sich ferner der Satz:

In jedem Vierecke ist die Summe der vier Winkel gleich 4 R.



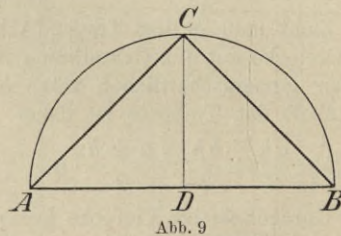
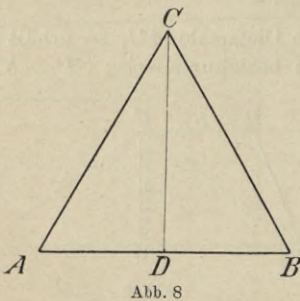
Ein rechtwinkliges Dreieck ist ein solches, in welchem ein Winkel $= 90^\circ = 1 R.$ ist. Die diesem Winkel gegenüberliegende Seite (c in Abb. 7) heisst Hypotenuse, die beiden anderen Seiten heissen Katheten.

Für das rechtwinklige Dreieck gilt der pythagoräische Lehrsatz:

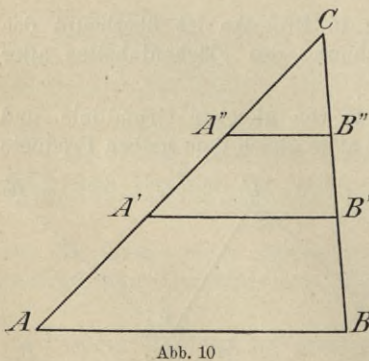
Das Quadrat der Hypotenuse ist gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten,
 $c^2 = a^2 + b^2$.

Der Inhalt dieses Dreiecks ist $= \frac{ab}{2}$, denn wenn man a als Grundlinie ansieht, so ist die Höhe $= b$.

In einem gleichseitigen Dreiecke sind auch die drei Winkel gleich gross und folglich jeder $= 60^\circ$. Ein gleichschenkliges Dreieck ist ein



solches mit zwei gleich grossen Seiten; in ihm sind die Seitenwinkel A und B (Abb. 8) gleich gross und die Spitze C liegt senkrecht über der Mitte von AB . In dem gleichschenklig rechtwinkligen Dreiecke (Abb. 9) ist jeder Seitenwinkel $= 45^\circ$ und es sind auch die Dreiecke ACD und BCD rechtwinklig gleichschenklig ($D =$ Mittelpunkt von AB). Daher ist $CD = AD = DB$ und die Spitze C liegt auf dem über AB beschriebenen Halbkreise.



Wenn mehrere Dreiecke miteinander in der Grösse ihrer Winkel übereinstimmen, so nennt man sie ähnlich.

Ähnliche Dreiecke lassen sich so aufeinander legen, dass zwei Seiten aufeinander fallen. Die dritten Seiten sind alsdann gleichlaufend (Abb. 10) und verhalten sich zueinander wie die entsprechenden anderen

Seiten, d. h. es gilt zwischen den Dreiecken CAB und $CA'B'$ die doppelte Proportion

$$AB : A'B' = AC : A'C = BC : B'C.$$

Hiervon macht man bei den Messungen im Felde häufig Gebrauch.

14. Der Kreis. Der Umfang eines Kreises verhält sich zu seinem Durchmesser d annähernd wie 22 : 7. Genauer wird das Verhältniß durch die Zahl π (gesprochen pi)

$$\pi = 3,14159 \dots$$

ausgedrückt. Für gewöhnliche Fälle genügt es, $\pi = 3,14$ zu setzen.

In Abb. 11 ist M der Mittelpunkt des Kreises mit dem Halbmesser r , PA die von einem außerhalb liegenden Punkte P gezogene Tangente, d. i. eine Linie, welche den Kreis nicht schneidet, sondern nur in einem einzigen Punkte (A) berührt. Die Linie PCF , welche den Kreis in C und F schneidet, ist eine Secante und das Stück CF wird Sehne genannt. Auch BF sowie überhaupt jede gerade Linie, welche zwei Punkte des Kreises verbindet, ist eine Sehne. Zur Sehne AB gehört der Centriwinkel AMB . Geht die Sehne durch den Mittelpunkt des Kreises, wie z. B. CF , so ist sie ein Durchmesser. Von dem Punkte P läßt sich noch eine zweite Tangente ziehen, PB ; beide Tangenten PA und PB sind dann gleich groß und ebenso die Dreiecke PMA und PMB , welche bei A und B rechtwinklig sind, sowie die Bogenlängen CA und CB , ferner ist der Centriwinkel BMC doppelt so groß als der Peripheriewinkel BFC . Das von dem Bogen ACB und der Sehne AB begrenzte Flächenstück wird Kreisabschnitt, dasjenige zwischen dem Bogen und den beiden Halbmessern AM und BM Kreisabschnitt genannt.

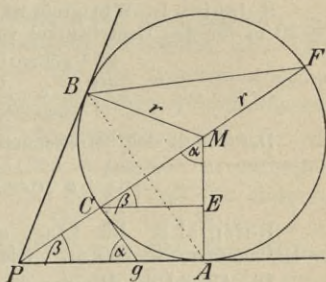


Abb. 11

Der Inhalt des Kreises ist gleich der Summe aller kleinen Kreisabschnitte, in die man ihn durch Theilung des Umfanges zerlegen kann. Werden die einzelnen Theilchen sehr klein, so ist jeder kleine Kreisabschnitt nahezu ein Dreieck von der Höhe r , und da die Summe aller Grundlinien gleich dem ganzen Kreisumfange $= \pi \cdot d = 2\pi \cdot r$ ist, so ergibt sich der Kreisinhalt gleich

$$\text{halber Grundlinie mal Höhe} = \frac{2\pi \cdot r}{2} \cdot r = r^2 \cdot \pi = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}.$$

Zur Erleichterung der Berechnung dieser häufig vorkommenden Größen dient die Tafel B in Art. 12, aus der für gegebene Durchmesser n die Werthe von $n\pi$ und $\frac{n^2\pi}{4}$ entnommen werden können.

15. Eintheilung des Kreises. Wenn der Kreisumfang in 360 gleiche Theile getheilt wird, so ist der zu einem solchen Bogenstücke gehörige Centriwinkel 1° groß. Der halbe Umfang hat 180° und der Quadrant 90° , diesen Winkel nennt man einen rechten, $R = 90^\circ$.

$$1^\circ = 60' \text{ und } 1' = 60''.$$

$$\text{Kreisumfang} = 360^\circ = 21600' = 1296000''.$$

Es giebt noch eine andere Art, den Centriwinkel zu messen, nämlich nach der Bogenlänge auf einem concentrischen Kreise, dessen Halbmesser = 1 ist. Da der ganze Umfang dieses Kreises = $2\pi \cdot 1 = 2 \cdot 3,14159 \dots$ ist, so beträgt die Bogenlänge

$$\text{für } 1^\circ = \frac{2\pi}{360} = \frac{6,28318}{360} = 0,01745,$$

$$\text{für } 1' = \frac{2\pi}{360 \cdot 60} = \frac{6,28318}{21600} = 0,00029,$$

$$\text{für } 1'' = \frac{2\pi}{360 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{6,28318}{1296000} = 0,0000048.$$

Für einen Kreisbogen mit dem Halbmesser r erhält man die betreffenden Bogenlängen durch Multiplication obiger Werthe mit r .

Beispiel 1. Wie groß ist die Bogenlänge s eines Kreises vom Halbmesser $r = 30$ m für den Centriwinkel von $20^\circ 40'$?

$$20^\circ \text{ geben } 0,01745 \cdot 20 \cdot 30 = 10,470$$

$$40' \text{ „ } 0,00029 \cdot 40 \cdot 30 = 0,348$$

$$\text{gesuchte Bogenlänge } s = 10,818 \text{ m.}$$

Der Inhalt des betreffenden Kreisabschnittes ist gleich

$$\frac{1}{2} \cdot s \cdot r = \frac{10,818 \cdot 30}{2} = 162,27 \text{ qm.}$$

Beispiel 2. Die Länge eines Kreisbogens (CA in Abb. 11) sei = 40 m, der Halbmesser $r = 200$ m. Wie groß ist der Centriwinkel $\alpha = CMA$?

Die Anzahl der Minuten des Centriwinkels sei = x . Dann gilt die Gleichung

$$0,00029 \cdot x \cdot 200 = 40 \text{ m}$$

und man erhält daraus

$$x = \frac{40}{200 \cdot 0,00029} = 689,7'.$$

$$689,7' \text{ sind } 11^\circ 29' 42''.$$

16. Trigonometrische Größen. Die Bedeutung der trigonometrischen Größen läßt sich am leichtesten am Kreise erläutern. In Abb. 11 (S. 23) sind PA und MA die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypotenuse MP ist; ferner sind CE und ME die Katheten des rechtwinkligen Dreiecks CME mit der Hypotenuse $CM = r$. Man erkennt, daß die Strecken PA und CE kleiner werden, wenn der Punkt C näher nach A heranrückt, während ME alsdann größer wird und in den Brüchen $\frac{PA}{MA}$, $\frac{CE}{MC}$ und $\frac{ME}{MC}$ die Nenner $MA = MC = r$ unverändert bleiben. Diese Brüche verhalten sich also zueinander wie ihre Zähler, und ihre Werthe ändern sich mit dem Winkel α . Man nennt sie trigonometrische Größen und zwar ist

$$\frac{CE}{MC} = \frac{CE}{r} = \sin \alpha, \quad \frac{ME}{MC} = \frac{ME}{r} = \cos \alpha \quad \text{und} \quad \frac{PA}{MA} = \frac{PA}{r} = \tan \alpha.$$

Die Ausdrücke sinus, cosinus und tangens (abgekürzt sin, cos und tan) bedeuten im grunde nichts anderes als das Verhältniß zweier Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks zueinander und zwar

$$\sin \alpha = \frac{\text{gegenüberliegende Kathete}}{\text{Hypotenuse}},$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{anliegende Kathete}}{\text{Hypotenuse}},$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{gegenüberliegende Kathete}}{\text{anliegende}}.$$

Die Cotangente ($\cotan \alpha$) ist gleich der umgekehrten Tangente, also

$$\cotan \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}.$$

In Abb. 11 (S. 23) ist nach dem vorstehenden

$$CE = r \cdot \sin \alpha,$$

$$ME = r \cdot \cos \alpha,$$

$$PA = r \cdot \tan \alpha.$$

Wenn also der Winkel α und die Seite MC oder $MA = r$ gemessen ist, so kann man ohne weitere Messungen die Seiten CE , ME und PA durch Rechnung finden, indem es für die trigonometrischen GröÙen Tabellen giebt, aus denen ihre Werthe entnommen werden können.

Bei dem Gebrauche der Tabellen ist zu beachten, dafs sie die trigonometrischen Zahlen nur für die Winkel von 0 bis 45° zu enthalten pflegen, weil die Werthe für die Winkel von 45 bis 90° aus den ersteren abgeleitet werden können. Es ist nämlich in Abb. 11 der Winkel $\beta = 90 - \alpha$, weil der dritte Winkel ein rechter ist und alle drei Winkel eines Dreiecks stets gleich $2 R$ sind. Nun ist CE sowohl gleich $r \sin \alpha$ als auch gleich $r \cos \beta$, ferner

$$ME = r \cos \alpha = r \sin \beta \text{ und } PA = r \tan \alpha = r \cotan \beta.$$

Hieraus folgen die wichtigen Gleichungen:

$$\sin \alpha = \cos (90 - \alpha),$$

$$\cos \alpha = \sin (90 - \alpha),$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{\tan (90 - \alpha)} = \cotan (90 - \alpha).$$

Ferner ist $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$.

17. Flächenberechnungen. Die Berechnung des Inhaltes von Vierecken, Dreiecken und Kreisen ist bereits in den Artikeln 13 und 14 angegeben worden, ebenso die Anwendbarkeit der Zerlegung einer gegebenen Fläche in einzelne Dreiecke.

Bei langgestreckten Flächen ist häufig die Eintheilung in Trapeze am zweckmässigsten.

In Abb. 12 (S. 26) hat man von allen Winkelpunkten der zu berechnenden 13eckigen Figur Senkrechte auf die Linie AB zu ziehen. Man erhält 13 Trapeze; der Inhalt eines jeden ist gleich dem Producte aus der Breite und der halben Summe der Höhen. Am bequemsten ist es, auf der Grundlinie alle Fußpunkte der Senkrechten von einem festen Punkte A aus einzumessen, wobei z. B. die Breite des der Seite 45 (Abb. 12) entsprechenden Trapezes gleich $l_5 - l_4$ und der Inhalt dieses Trapezes gleich

$$(l_3 - l_4) \cdot \frac{h_4 + h_5}{2}$$

ist. Der Inhalt der ganzen Fläche in Abb. 12 ist gleich der Summe der fünf oberen Trapeze abzüglich der Trapeze über dem Linienzuge 1 bis 9.

Noch einfacher und übersichtlicher wird die Berechnung, wenn die Fläche in Trapeze von gleicher Breite zerlegt werden kann wie in Abb. 13. Alsdann ist

$$F = l \left\{ \frac{b_1 + b_2}{2} + \frac{b_2 + b_3}{2} + \dots + \frac{b_{10} + b_{11}}{2} \right\}$$

$$= l \left\{ b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_{10} + b_{11} - \frac{b_1 + b_{11}}{2} \right\}.$$

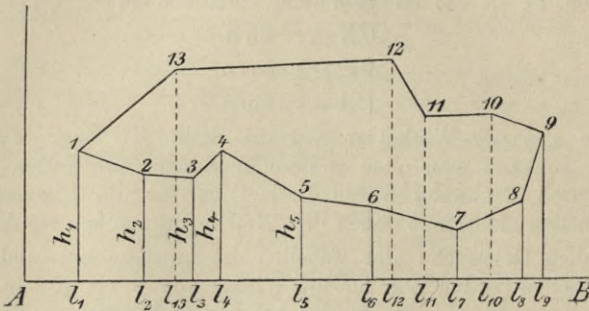


Abb. 12

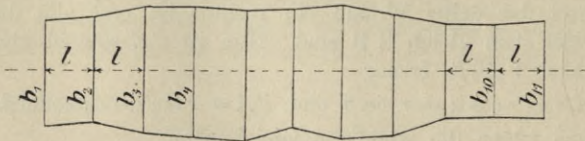


Abb. 13

Wenn größere Flächen auszumessen sind, würden die auf eine angenommene Grundlinie zu fallenden Senkrechten zu lang werden. Man steckt alsdann gerade Linien derartig ab, dass sie sich der unregelmäßigen Begrenzung der Fläche einigermaßen anschließen.

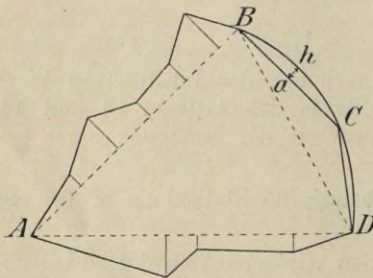


Abb. 14

Das von diesen Linien (ABCD in Abb. 14) eingeschlossene Vieleck wird durch Zerlegung in Dreiecke berechnet, während für die außerhalb liegenden Flächenteile die einzelnen Vieleckseiten als Grundlinien für die Zerlegung in Dreiecke und Trapeze benutzt werden.

Ein Dreieck lässt sich auch ohne Kenntniss der Höhe lediglich aus den drei Seiten berechnen. Sind die Seiten gleich a , b und c und setzt man ihre Summe gleich $2s$, also

$$s = \frac{a + b + c}{2},$$

so ist der Dreiecksinhalt

$$F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}.$$

Ist eine Fläche durch eine gekrümmte Linie begrenzt, so zieht man eine oder mehrere Sehnen (vergl. Abb. 14). Das Flächenstück von der Sehnenlänge a und der Bogenhöhe h hat hinreichend genau den Inhalt

$$l = \sqrt{\frac{2}{3} a h \left(a^2 + \frac{16}{3} \cdot h^2 \right)}$$

18. Berechnung von Körpern. Die Grundlage bildet ein Körper, dessen Grundflächen sämtlich Quadrate sind und aufeinander senkrecht stehen. Dieser Körper wird Würfel oder Cubus genannt. Ist die Kantenlänge des Würfels $= a$, so ist sein körperlicher Inhalt

$$J = a^3.$$

Prisma ist ein Körper mit zwei gleichen Endflächen und gleichlaufenden Seitenkanten zwischen den letzteren. Das einfachste Beispiel ist ein Balken mit rechteckigem Querschnitt. Die Grundflächen können eine beliebige Figur bilden; sind sie dreieckig, so hat man ein dreiseitiges Prisma. Ein Prisma mit gekrümmter, z. B. kreisförmiger Grundfläche ist ein Cylinder. Dieser heißt gerade oder schief, je nachdem seine Achse, d. i. die Linie, welche die Mittelpunkte der Grundflächen verbindet, senkrecht oder schief zur Grundfläche steht.

Der Inhalt eines Prismas ist gleich dem Producte aus seiner Grundfläche und Höhe, wobei unter Höhe der senkrechte Abstand der beiden Grundflächen zu verstehen ist. Dieser Satz gilt für alle Prismen:

$$J = F \cdot h.$$

Pyramide ist ein Körper mit beliebiger Grundfläche und einer aufserhalb derselben liegenden Spitze, die mit den Ecken der Grundfigur durch gerade Linien verbunden ist. Bei dreiseitiger Grundfläche heißen auch die Pyramiden dreiseitig, bei gekrümmter, z. B. kreisförmiger Grundfläche nennt man sie Kegel.

Der Inhalt einer Pyramide ist gleich dem Producte aus Grundfläche und $\frac{1}{3}$ der Höhe:

$$J = \frac{1}{3} F \cdot h$$

(Höhe = senkrechter Abstand der Spitze von der Grundfläche).

Eine abgestumpfte Pyramide entsteht, wenn die Spitze abgeschnitten wird. Ihr Inhalt ist, wenn F die untere, f die obere Endfläche und h die Höhe bedeutet,

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

Der abgestumpfte Kegel, dessen Endflächen die Halbmesser R und r haben, hat den Inhalt

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

Der Cylinder von dem Halbmesser r hat den Inhalt

$$J = r^2 \cdot \pi \cdot h$$

und die Mantelfläche ist $= 2 r \pi \cdot h$.

Die Kugel mit dem Halbmesser r hat den Inhalt

$$J = \frac{3}{4} \cdot r^3 \cdot \pi$$

und ihre Oberfläche ist $= 4r^2\pi$, also ebenso groß als die Mantelfläche eines Cylinders von gleichem Halbmesser und gleicher Höhe.

19. Erdmassenberechnungen. Obwohl sich alle Körper durch Hilfsebenen in Prismen und Pyramiden zerlegen lassen, begnügt man sich in vielen Fällen, namentlich bei der Berechnung von Erdarbeiten, mit einer einfacheren und übersichtlicheren Näherungsberechnung. Man theilt den zu berechnenden Graben oder Damm in eine Anzahl von Theil-

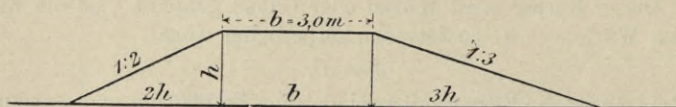


Abb. 15

Abb. 16

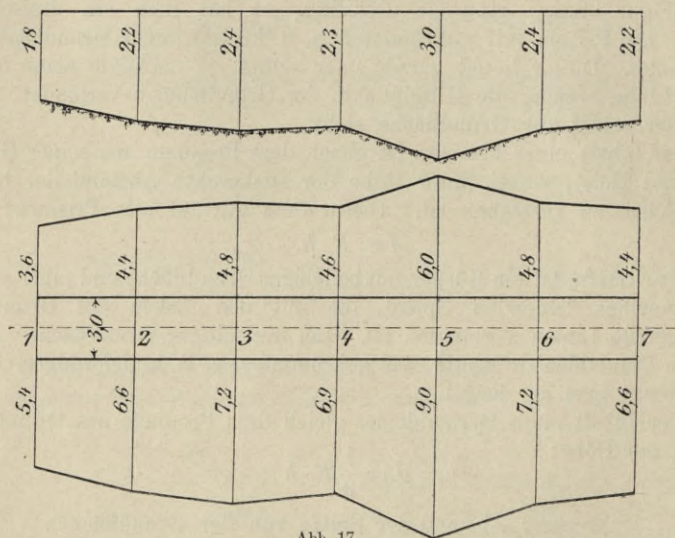


Abb. 17

strecken, ermittelt die Querschnittsflächen in den einzelnen Stationen und betrachtet jede Theilstrecke als ein Prisma mit einer Grundfläche gleich der halben Summe (dem arithmetischen Mittel) der Endflächen. Hat man die Querschnitte in gleich großen Abständen gemessen, so braucht man nur die Summe sämtlicher Querschnitte abzüglich der Hälfte des ersten und letzten mit dem Profilabstande l zu multipliciren, um den Inhalt des Körpers zu finden:

$$J = l \left\{ a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n+1} - \frac{a_1 + a_{n+1}}{2} \right\},$$

wo a_1 bis a_{n+1} die gemessenen Querschnittsflächen bedeuten.

Erddämme haben gewöhnlich auf einer zu berechnenden Strecke überall eine gleiche Kronenbreite und regelmäßige Böschungen. Alsdann ist die Querschnittsfläche nur von der Dammhöhe abhängig und man kann sie berechnen, ohne das Profil aufzuzeichnen.

Beispiel. Ein Deich hat 3 m Kronenbreite und die Böschungen sind auf der Wasserseite dreifach, auf der Binnenseite zweifach (vergl. Abb. 15). Länge des Dammes gleich 300 m, Eintheilung in Stationen von 50 m, Dammhöhen wie in Abb. 16 eingeschrieben. Wieviel Erde enthält der Deich?

Die Querschnittsfläche besteht aus einem Rechtecke und zwei Dreiecken (Abb. 15) und es ist bei der Höhe h

$$a = bh + \frac{h \cdot 3h}{2} + \frac{h \cdot 2h}{2} = h \left(b + \frac{5}{2} \cdot h \right),$$

oder wegen $b = 3,0$ m $a = h(3 + 2,5h)$.

Die Ausrechnung ergibt

$$a_1 = 1,8(3 + 2,5 \cdot 1,8) = 1,8 \cdot 7,5 = 13,50 \text{ qm},$$

und in gleicher Weise erhält man der Reihe nach:

$$a_2 = 2,2 \cdot 8,5 = 18,70$$

$$a_3 = 2,4 \cdot 9,0 = 21,60$$

$$a_4 = 2,3 \cdot 8,75 = 20,13$$

$$a_5 = 3,0 \cdot 10,5 = 31,50$$

$$a_6 = a_3 = 21,60 \text{ und } a_7 = a_2 = 18,70 \text{ qm.}$$

Die Summe a_1 bis a_7 ist gleich 145,73 und daher

$$J = 50 \left(145,73 - \frac{13,50 + 18,70}{2} \right) = 6481,5$$

oder abgerundet gleich 6482 cbm.

Einen Näherungswert würde man erhalten, wenn die sieben Dammhöhen gemittelt werden und die mittlere Höhe (in unserem Falle 2,33 m) für die ganze Dammstrecke in Rechnung gestellt wird. Diese Näherungsrechnung liefert

$$J = 300 \cdot 2,33(3,0 + 2,5 \cdot 2,33) = 6169 \text{ cbm},$$

also ist der begangene Fehler nicht unerheblich.

20. Analytische Geometrie. Beim Abstecken von Kreisbogen hat man gewöhnlich mit so großen Halbmessern zu thun, daß die Bogenlinie nicht unmittelbar vom Mittelpunkt aus, etwa mit einer Schnur, abgesteckt werden kann. In solchen Fällen wie auch zur Aufzeichnung und Berechnung anderer gekrümmter Linien (Curven) bezieht man die einzelnen Curvenpunkte auf zwei zueinander rechtwinklige Linien (Achsen). In Abb. 18 sind OX und OY die beiden Achsen und wenn man von einem beliebigen Punkte P aus eine Senkrechte PA auf die X -Achse fällt, so sind die Strecken OA und PA die Coordinaten des Punktes P , und zwar heißt die vom Anfangspunkte O

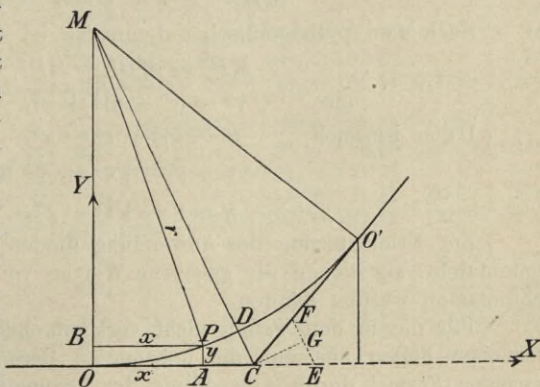


Abb. 18

ausgehende Strecke x die Abscisse, die Strecke PA dagegen die Ordinate von P ; die Achsen X und Y können beliebig gewählt werden. Beim Abstecken der Curven von Eisenbahnen und Wegen legt man gewöhnlich die X -Achse in die Verlängerung der geraden Strecke und den Coordinatenanfangspunkt O in den Anfangspunkt der Curve, wie in Abb. 18.

Wenn die Coordinaten eines Punktes gegeben sind, so kann der Punkt aufgetragen werden. Ist z. B. $x = 30$ m und $y = 2,85$ m, so mache man nach dem Maßstabe der Zeichnung $OA = 30$ m, ziehe in A eine Senkrechte und trage darauf von A aus die Strecke $AP = 2,85$ m auf; dies giebt den betreffenden Punkt der Curve. In gleicher Weise lassen sich auf dem Felde beliebige Punkte abstecken, deren Coordinaten gegeben sind, und anderseits für beliebige Punkte einer vorhandenen Curve die Coordinaten abstecken und messen, worauf die letzteren zur Aufzeichnung der Curve in einem verjüngten Maßstabe benutzt werden können.

Die Coordinaten können positiv oder negativ sein, die negativen werden vom Anfangspunkte aus nach entgegengesetzter Richtung aufgetragen.

Gewöhnlich werden die Ordinaten durch einen sogenannten analytischen Ausdruck in Form einer Gleichung gegeben, z. B. gilt für einen Kreisbogen von dem Halbmesser r bei einem Coordinatensysteme wie in Abb. 18 die Gleichung

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

Wenn also der Halbmesser r gegeben ist, so kann man für beliebige Abscissen x , z. B. für $x = 10$ m, 20 m, 30 m usw. die zugehörigen Ordinaten y berechnen und demnächst die betreffenden Curvenpunkte aufzeichnen oder im Felde abstecken.

Die Ableitung obiger Formel ergibt sich aus Abb. 18 wie folgt: In dem rechtwinkligen Dreiecke MBP ist $MP = r =$ Halbmesser des Kreises, dessen Mittelpunkt M ist, und

$$MB = MO - y = r - y.$$

Nach dem pythagoräischen Lehrsatz ist

$$MP^2 = MB^2 + BP^2,$$

$$\text{also } r^2 = (r - y)^2 + x^2.$$

Daher ist auch

$$(r - y)^2 = r^2 - x^2$$

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

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

Zur Erleichterung der Anwendung dienen die nachstehenden Ordinaten tafeln, aus denen für gegebene Werthe von r und x die Ordinaten y entnommen werden können.

Für die in den Tafeln nicht vorkommenden Größen kann man in manchen Fällen übrigens die unbequeme Berechnung nach der obigen genauen Formel durch Anwendung der bequemeren Näherungsformel

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

vermeiden. Die letztere ist allerdings nicht genau richtig und darf

deshalb nur für flache Bogen, beziehungsweise so lange als die Ordinaten bedeutend kleiner als die Abscissen sind, angewandt werden.

Beispiel. Es sei $r = 150$ m. Man erhält alsdann für $x = 10$ m nach der genauen Formel

$$y = 150 - \sqrt{22500 - 100} \\ = 150 - 149,666 = 0,334 \text{ m}$$

und nach der Näherungsformel

$$y = \frac{100}{2 \cdot 150} = 0,333 \text{ m.}$$

Für $x = 40$ m ist genau

$$y = 150 - \sqrt{22500 - 1600} = 5,432 \text{ m}$$

und nach der Näherungsformel

$$y = \frac{1600}{300} = 5,33 \text{ m.}$$

Ordinaten tafeln zum Abstecken von Kreisbogen.

Halbmesser r	Abscissen $x =$										Halbmesser r	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
10	1,34	10,00										10
15	0,86	3,82	15,00									15
20	0,64	2,68	6,77	20,00								20
25	0,51	2,09	5,00	10,00	25,00							25
30	0,42	1,72	4,02	7,64	13,42	30,00						30
35	0,36	1,46	3,38	6,28	10,51	16,97	35,00					35
40	0,31	1,27	2,92	5,36	8,78	13,54	20,64	40,00				40
45	0,28	1,13	2,57	4,69	7,58	11,46	16,72	24,38	45,00			45
50	0,25	1,01	2,30	4,17	6,70	10,00	14,29	20,00	28,21	50,00		50
	Abscissen $x =$											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
60	0,84	3,43	8,04	15,28	26,83	60,00						60
70	0,72	2,92	6,75	12,55	21,01	33,94	70,00					70
80	0,63	2,54	5,84	10,72	17,55	27,08	41,27	80,00				80
90	0,56	2,25	5,15	9,38	15,17	22,92	33,43	48,77	90,00			90
100	0,50	2,02	4,61	8,35	13,40	20,00	28,59	40,00	56,41	100,00		100
120	0,42	1,68	3,81	6,86	10,91	16,08	22,53	30,56	40,63	53,67		120
140	0,36	1,44	3,25	5,84	9,23	13,51	18,76	25,11	32,76	42,02		140
160	0,31	1,26	2,84	5,08	8,01	11,68	16,12	21,54	27,71	35,10		160
180	0,28	1,12	2,52	4,50	7,08	10,29	14,17	18,76	24,12	30,33		180
200	0,25	1,00	2,26	4,04	6,35	9,21	12,65	16,70	21,39	24,79		200
250	0,20	0,80	1,81	3,22	5,05	7,31	10,00	13,15	16,76	20,87		250
300	0,17	0,67	1,50	2,68	4,20	6,06	8,28	10,86	13,82	17,16		300
350	0,14	0,57	1,29	2,29	3,59	5,18	7,07	9,27	11,77	14,59		350
400	0,12	0,50	1,13	2,00	3,14	4,53	6,17	8,08	10,26	12,70		400
500	0,10	0,40	0,90	1,60	2,51	3,61	4,92	6,44	8,17	10,10		500
600	0,08	0,33	0,75	1,34	2,09	3,01	4,10	5,36	6,79	8,39		600
700	0,07	0,29	0,64	1,14	1,79	2,58	3,51	4,59	5,81	7,18		700
800	0,06	0,25	0,56	1,00	1,56	2,25	3,07	4,01	5,08	6,28		800
900	0,05	0,22	0,50	0,89	1,39	2,00	2,73	3,56	4,51	5,57		900
1000	0,04	0,20	0,45	0,80	1,25	1,80	2,45	3,20	4,06	5,01		1000

Halbmesser <i>r</i>	Abscissen $x =$										Halbmesser <i>r</i>
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
250	25,50	30,68	36,46	42,87	50,00	57,91	66,70	76,51	87,52	100,00	250
300	20,90	25,05	29,63	34,67	40,19	46,23	52,82	60,00	67,84	76,39	300
350	17,74	21,21	25,04	29,22	33,77	38,71	44,06	49,83	56,06	62,77	350
400	15,42	18,42	21,71	25,30	29,19	33,39	37,92	42,79	48,01	53,59	400
500	12,25	14,61	17,20	20,00	23,03	26,29	29,79	33,52	37,51	41,74	500
600	10,17	12,12	14,25	16,56	19,05	21,73	24,59	27,64	30,88	34,32	600
700	8,70	10,36	12,18	14,14	16,26	18,53	20,96	23,54	26,28	29,18	700
800	7,60	9,05	10,63	12,35	14,19	16,16	18,27	20,51	22,89	25,40	800
900	6,75	8,04	9,44	10,96	12,59	14,34	16,20	18,18	20,28	22,50	900
1000	6,07	7,23	8,49	9,85	11,31	12,88	14,56	16,33	18,22	20,20	1000

	Abscissen $x =$										
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	
1100	0,18	0,73	1,64	2,91	4,55	6,57	8,95	11,70	14,83	18,33	1100
1200	0,17	0,67	1,50	2,67	4,17	6,02	8,19	10,72	13,58	16,78	1200
1300	0,15	0,62	1,39	2,46	3,85	5,55	7,56	9,88	12,52	15,48	1300
1400	0,14	0,57	1,29	2,29	3,58	5,15	7,02	9,17	11,62	14,36	1400
1500	0,13	0,53	1,20	2,13	3,34	4,80	6,55	8,56	10,84	13,39	1500
1600	0,13	0,50	1,13	2,00	3,13	4,51	6,14	8,02	10,16	12,55	1600
1700	0,12	0,47	1,06	1,88	2,94	4,24	5,76	7,55	9,56	11,81	1700
1800	0,11	0,45	1,00	1,78	2,78	4,01	5,45	7,13	9,02	11,15	1800
1900	0,11	0,42	0,95	1,69	2,63	3,79	5,17	6,75	8,55	10,56	1900
2000	0,10	0,40	0,90	1,60	2,50	3,60	4,90	6,41	8,12	10,03	2000

Die Ordinaten lassen sich aus den Tafeln auch für solche Halbmesser r entnehmen, die 10mal größer oder kleiner als die Tafelwerthe sind. Man hat alsdann auch die Abscissen und Ordinaten entsprechend größer oder kleiner zu machen. Beispielsweise ist in unserer kleinen Tafel der Halbmesser 150 nicht zu finden, dagegen $r = 1500 = 10 \cdot 150$ m. In der Spalte für $x = 100$ findet man daselbst $y = 3,34$. Daher ist

$$\text{für } r = \frac{1500}{10} \text{ und } x = \frac{100}{10} \text{ die Ordinate } y = \frac{3,34}{10} = 0,334,$$

wie in dem obigen Beispiele.

21. Berechnung der Tangentenlängen. Bei dem Abstecken einer aus geraden und gekrümmten Strecken zusammengesetzten Linie, z. B. der Mittellinie einer Eisenbahn, werden zunächst die geraden Strecken und zwar bis zu den Schnittpunkten ihrer Verlängerungen, den sogenannten Tangentenpunkten, im Felde abgesteckt. Es kommt alsdann zunächst darauf an, die Punkte O und O' (Abb. 18), in welchen der zu dem Tangentenpunkte C gehörige Kreisbogen aufhört und in die anschließenden geraden Linien übergeht, festzustellen. Denn wenn diese Punkte gefunden sind, erhält man beliebige Punkte des Kreisbogens in der in dem vorigen Artikel angegebenen Weise, wenn für die Kreisbogenstrecke OD die Tangente OC und für DO' die Tangente CO' als Abscissenachse mit O beziehungsweise O' als Nullpunkt angenommen wird und für beliebige Abscissen x die zugehörigen Ordinaten y berechnet oder aus der Ordinaten-tabelle entnommen werden.

Es ist zunächst leicht zu ersehen, dass die Tangentenlängen OC und CO' gleich groß sind. Man konstruiere nun das Hilfsdreieck CEF , indem man eine beliebige Strecke, z. B. 20 m, von C aus sowohl auf CO' als auch auf der Verlängerung von OC abträgt, also $CE = CF$ macht. Man messe sodann die Länge der Seite EF , halbiere diese Strecke in G und messe auch die Linie CG von C nach der Mitte von EF . Es sei M der Mittelpunkt und r der Halbmesser des Kreisbogens ODO' . Zieht man MC , so ist aus Abb. 18 ersichtlich, dass MOC und CGE ähnliche Dreiecke sind. Es gilt daher die Proportion:

$$CO : MO = EG : CG \text{ oder}$$

$$CO : r = EG : CG,$$

und es ist folglich die gesuchte Tangentenlänge

$$CO = r \cdot \frac{EG}{CG} = CO'.$$

Beispiel. Es sei gegeben $r = 500$ m, und nach Absteckung des Tangentenpunktes C sowie der Richtungen von CO und CO' sei gemessen $CE = CF = 20$ m, $EF = 12,40$ m und $CG = 19,02$ m. Man erhält $EG = \frac{1}{2} \cdot EF = 6,20$ m und

$$CO = 500 \cdot \frac{6,20}{19,02} = 163,0 \text{ m.}$$

Man hat also $CO = CO' = 163,0$ m zu machen und kann alsdann die Tafel in Art. 20 zum Abstecken des Kreisbogens anwenden. Für $OA = x = 40$ m findet man als dem Halbmesser $r = 500$ m entsprechend die Ordinate $y = 1,60$, und für $x = 90$ m ist $y = 8,17$ m.

Dritter Abschnitt.

Feldmessen und Nivelliren.

22. Messen und Zeichnen. Was im Felde gemessen ist, muß auf dem Papier in verjüngtem Maßstabe aufgezeichnet werden, und in umgekehrter Weise lassen sich die einzelnen Punkte und Linien einer Planzeichnung im Felde abstecken. Die zeichnerische Darstellung eines aufgemessenen Gebietes heißt Lageplan. Der Lageplan soll die aufzunehmenden Gegenstände in verjüngtem Maßstabe so darstellen, wie sie sich auf eine wagerechte Ebene projiciren. Unter der Projection eines Punktes auf eine Ebene versteht man aber den Fußpunkt der Senkrechten von dem Punkte auf die Ebene.

Das Verjüngungsverhältniß oder der Maßstab muß auf dem Lageplan stets angegeben sein. Ist der Maßstab 1:5000, so ist 1 mm auf dem Lageplan gleich 5000 mm oder 5 m wirkliche Länge. Sorgfältige Aufzeichnung ist ebenso wichtig als sorgfältige Messung. Beides steht in enger Beziehung zueinander und es ist sehr wichtig, sich diesen Umstand stets vor Augen zu halten. Man wird alsdann bald lernen, Art und Umfang des im Felde zu Messenden mit dem für den Lageplan vorgeschriebenen Maßstabe in ein richtiges Verhältniß zu bringen. Wenn beispielsweise ein neuer Weg in eine Karte im Maßstabe 1:50000 einzutragen ist, so braucht die genaue Form der einzelnen kleinen Curven nicht festgestellt zu werden, weil sie in dem gedachten kleinen Maßstabe doch nicht dargestellt werden könnte. Ebenso würde es sich hinsichtlich der Wegebreiten und der Grenzsteine verhalten, die dagegen bei einer genauen Aufnahme und Kartirung im Maßstabe 1:1000 nicht fehlen dürften.

23. Geräte zum Zeichnen. Die wichtigsten Hilfsmittel zum Zeichnen sind das Lineal oder die Reifsschiene und das rechtwinklige Dreieck. Die Ziehkante des Lineals muß genau gerade sein. Zur Prüfung ziehe man an der Kante des Lineals eine Linie und wende darauf das Lineal so um, daß es auf die andere Seite der Linie zu liegen kommt. Deckt sich dann die Kante überall mit der gezogenen Linie, so ist die Bedingung erfüllt.

Die Prüfung, ob das Dreieck rechtwinklig ist, erfolgt in ähnlicher Weise. Man legt das Dreieck mit einer Kathete an die zuvor geprüfte Ziehkante des Lineals und zieht eine Linie längs der anderen Kathete. Hierauf legt man die letztere an das Lineal und zieht wieder eine Linie wie vorher. Beide Linien müssen sich decken oder gleichlaufend sein.

24. Das Messen von Linien. Die einzumessenden Punkte müssen vorher durch Pflöcke oder Pfähle bezeichnet werden. Man macht diese etwa 30 cm lang und 2×5 cm stark, unten zugespitzt. Lange Linien müssen ausgefluchtet werden, wozu runde Fluchtstangen, 2 bis 3 m lang und 3 bis 4 cm stark, üblich sind. Sie werden von 50 zu 50 cm abwechselnd roth und weifs oder schwarz und weifs angestrichen und unten mit einem eisernen spitzen Schuh beschlagen; zur leichteren Erkennbarkeit kann man Fähnchen anbringen. Die Fluchtstangen müssen gerade und sämtlich gleich stark sein.

Zum Messen dienen Mefsstäbe, Mefsketten oder Mefsbänder. Die Mefsstäbe sind gewöhnlich 5 m lang, 5×8 cm stark, mit Oelfarbe abwechselnd roth und weifs gestrichen und in halbe Meter, an den Enden durch Messingnägeln in Decimeter eingetheilt, die Endflächen mit Eisen oder Messing beschlagen. Der zu legende Stab wird am hinteren Ende angefaßt und auf das vordere Ende des vorhergehenden der Fuß gesetzt, damit er sich nicht verschiebt. Auf Einhalten der vorher ausgesteckten Linie ist zu achten. Die lothrechte Lage des Fluchtstabes wird dadurch erreicht, dafs der Gehülfe ihn oberhalb der Mitte zwischen Daumen und Zeigefinger freischwebend hält, nöthigenfalls ist ein Senkel oder Loth zu Hilfe zu nehmen. Beim Einflichten richte man sich stets nach dem tiefsten sichtbaren Punkte des Fluchtstabes und, wenn mehrere Stäbe vorhanden sind, nach dem entferntesten. Man arbeitet mit zwei Mefsstäben, die abwechselnd aneinander gelegt werden. Gegen Zählungsfehler schützt man sich am besten dadurch, dafs man den Gehülfen die Latten im Augenblicke des Aufnehmens laut zählen läfst. In geneigtem Gelände ist die Staffelmessung anzuwenden, wobei die Latte annähernd wagrecht gehalten und an dem freien Ende ein Stab mit Hilfe eines Senkels lothrecht eingesetzt wird.

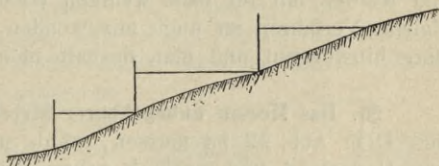


Abb. 19.

Die Mefskette besteht aus Gliedern von Eisendraht, die je 0,5 m lang und durch Ringe miteinander verbunden sind. In die Endringe werden Kettenstäbe, etwa 1,5 m lang, mit eisernem Schuh und Bolzen zum Ausspannen und Einrichten der Kette gesteckt. Die Kettenlänge beträgt gewöhnlich 20 m, sie muß häufig geprüft und berichtigt werden, weshalb man jetzt den Stahl-Mefsbändern den Vorzug giebt. Das Stahlband ist 15 bis 20 mm breit und 1 mm stark, die ganzen und halben Meter, sowie die Längen von 5, 10 und 15 m sind durch aufgenietete Messingplättchen von einer für die Unterscheidung bequemen Form und Gröfse bezeichnet, die Decimeter sind gewöhnlich durch kleine Löcher kenntlich gemacht. Kettenstäbe und Zähler wie bei den Mefsketten.

Zum Messen sind zwei Personen erforderlich, der Vordermann und der Hintermann, ferner zehn Zählstäbchen oder Zähler (Stäbchen aus starkem Eisendraht, 40 cm lang, am oberen Ende mit einer Oese versehen). Beim Beginn der Messung bekommt der Vordermann die auf

einen Drahring gereihten Zähler und er steckt jedesmal einen solchen in das Loch des Kettenstabes. Der Hintermann nimmt den Zählstab auf und setzt seinen Kettenstab genau in das Loch ein. Wenn der Vordermann seinen letzten Zähler eingesteckt hat, so sind zehn Längen des Meßbandes gemessen und der Vordermann erhält die zehn Zähler von neuem. Die Uebergabe der Zähler darf aber zur Vermeidung von Irrthümern erst erfolgen, nachdem der Hintermann den zehnten Zähler bereits aufgenommen hat, und es sind stets alle zehn, nicht etwa nur neun Zähler zu übergeben.

25. Bestimmung von Zwischenpunkten. Um einen Punkt C in die Linie AB einzurichten, fluchte man zuerst einen beliebigen Punkt D in der Verlängerung von AB ein, worauf man C von D aus in gewöhnlicher Weise einfluchten kann. Wenn es jedoch

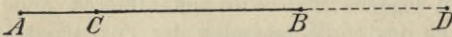


Abb. 20.

nicht möglich ist, in der Verlängerung von AB Aufstellung zu nehmen, so verfähre man nach Abb. 21. Von einem beliebigen Versuchspunkte a aus fluchte man einen Punkt b in der Richtung nach B ein, darauf von b einen beliebigen Punkt c in der Richtung nach A u. s. f.

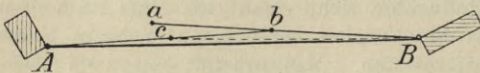


Abb. 21.

Die Fluchtstäbe a und b rücken hierbei immer näher an die Linie AB und werden mit ihr nach wenigen Wiederholungen zusammenfallen. Das gleiche Verfahren ist auch anzuwenden, wenn die Linie AB über einen Berg hinweggeht und man deshalb nicht von A nach B sehen kann.

26. Das Messen unbegehrter Strecken. Um die Entfernung von A und B in Abb. 22 zu messen, wähle man einen Punkt C so, daß man von C nach A und nach B sehen und messen kann. Man verlängere nun die ausgefluchteten und gemessenen Linien AC und BC , mache $CD = \frac{1}{2}$ oder allgemein = $\frac{1}{n}$ von AC , $CE = \frac{1}{2}$ oder = $\frac{1}{n}$ von BC und messe die Linie ED .

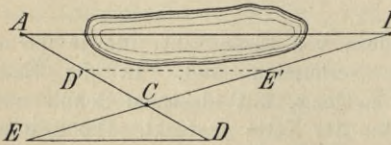


Abb. 22.

Alsdann sind ABC und CDE ähnliche Dreiecke und es ist

$$AB:ED = AC:CD = BC:CE = n:1,$$

mithin

$$AB = ED \cdot n;$$

hat man also $n = 2$ genommen oder $CD = \frac{1}{2} AC$ gemacht, so ist $AB = 2 \cdot ED$. Statt des Hilfsdreiecks CDE kann man auch $CD'E'$ anwenden und es ist alsdann

$$AB = D'E' \cdot \frac{AC}{CD'}.$$

Soll die Länge AB in Abb. 23 ermittelt werden, so braucht man auf dem einen Ufer eine Standlinie CD . Man wähle C in der Verlängerung von AB und den Punkt D in solcher Lage aufserhalb, dass man von ihm nach ABC hin sehen und nach B und C auch messen kann. Man messe BD und CD , verlängere diese Linien, mache

$$DB' = \frac{1}{n} DB \text{ und } DC' = \frac{1}{n} DC,$$

dann stelle man Fluchtstäbe in $ADC'B'$ auf und suche den Schnittpunkt A' der Linien AD und $C'B'$. Die Linie $C'B'A'$ ist gleichlaufend mit CBA , die Dreiecke DAB und $DA'B'$ sind ähnlich und es ist

$$AB = A'B' \cdot n.$$

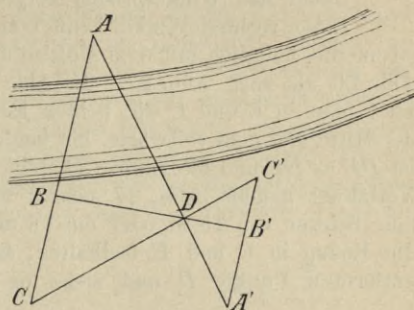


Abb. 23.

27. Das Abschreiten von Linien. Zur näherungsweise Längenermittlung ist das Abschreiten der Linie und die Zählung der Schritte anwendbar. Wenn man eine Strecke regelmässig und aufmerksam abschreitet und die Schrittweite vorher ausprobiert hat, so ist eine Genauigkeit bis auf etwa 2% erreichbar. Die durchschnittliche Schrittweite eines Mannes beträgt 0,80 m. Zur Erleichterung des Zählens dienen Schrittzähler oder Pedometer, welche wie eine Taschenuhr getragen und durch die mit dem Schreiten verbundene Körperbewegung im Gange erhalten werden.

28. Das Abstecken rechter Winkel. Die einfachsten und früher gebräuchlichsten Instrumente zum Abstecken rechter Winkel sind die Kreuzscheibe und der Winkelkopf. Beide haben zwei sogenannte Diopter, deren Abschebenen aufeinander senkrecht stehen. Ein Diopter besteht aus dem Okular, welches ein Plättchen mit einem runden Loche von etwa 1 mm Durchmesser oder mit einem Sehspalt ist, und aus dem Objectiv. Das letztere ist ein Plättchen mit einem größeren Ausschnitt (Fenster) und einem Faden in dessen Mittellinie. Die durch das Schloch und den Faden gehende Ebene heisst die Visirebene des Diopters. Häufig haben beide Plättchen des Diopters je ein Schloch und ein Fenster mit Faden, um in derselben Ebene vorwärts und rückwärts visiren zu können (Abb. 24). Die Kreuzscheibe besteht aus zwei rechtwinklig gekreuzten Linealen, die an den Enden mit Dioptern versehen sind. Der Winkelkopf ist entweder ein achtseitiges Prisma, oder ein Cylinder oder ein Kegel mit zwei auf dem Mantel rechtwinklig zueinander angebrachten Dioptern. Beide Instrumente haben unten eine Hülse zum Aufstecken auf einen Stock oder ein Stativ, ihre Anwendung zum Abstecken von rechten Winkeln geht bereits aus der Beschreibung und aus Abb. 25 hervor.

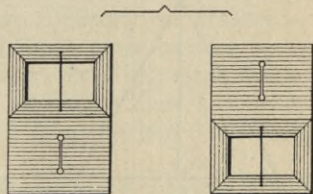


Abb. 24.

Zur Prüfung, ob die Visirebenen senkrecht aufeinander stehen, stelle man das Instrument in einem Punkte C der Linie AB auf, richte die

Visirebene ab nach B , stecke den Punkt D nach der Visirebene cd ab und drehe darauf das Instrument, bis die Visirebene ab durch D geht. Alsdann muß A in die Visirebene cd fallen (Abb. 25).

Ueber das Winkelprisma vergleiche man Artikel 30.

Einen rechten Winkel kann man aber auch ohne die genannten Instrumente lediglich mit dem Mefsbande abstecken, und zwar sowohl nach Abb. 26 als nach Abb. 27. In Abb. 26 ist $CE = CF$ zu machen, darauf setzt man in E und F die beiden Kettenstäbe ein, faßt das Mefsband in der Mitte und geht seitwärts, bis beide Hälften straff gespannt sind. Dann ist $DE = DF$ und die Linie CD steht senkrecht zu AB . Bei dem zweiten Verfahren gemäß Abb. 27 mache man die Strecke $CE = 6$ m, nehme eine Schnur von 18 m oder ein 18 m langes Stück des Mefsbandes, lasse die Enden in C und E festhalten, fasse das Band in einem 8 m von C entfernten Punkte D und ziehe es straff an. Dann ist CD senkrecht

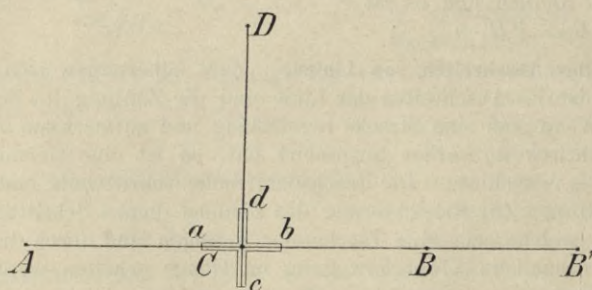


Abb. 25.

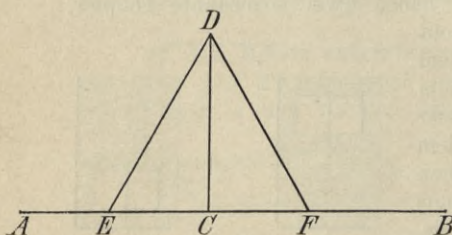


Abb. 26.

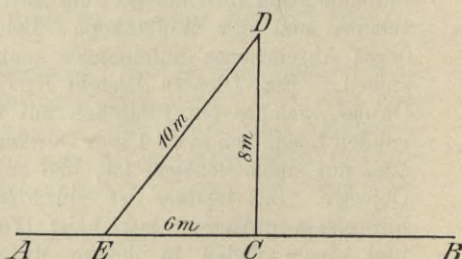


Abb. 27.

zu AB , denn das Dreieck ECD mit den Seitenlängen, 6, 8 und 10 m, ist bei C rechtwinklig, weil die Bedingungsgleichung des pythagoräischen Lehrsatzes erfüllt ist:

$$6^2 + 8^2 = 36 + 64 = 100 = 10^2.$$

29. Messen und Auftragen der Standlinien. Wie eine Standlinie gemessen wird, ist im Artikel 24 angegeben. Alle nicht zu weit abstehenden Punkte, welche eingemessen werden sollen, lassen sich rechtwinklig auf die Standlinie ablothten, und wenn ihre Abscissen und Ordinaten eingemessen und in dem Handrisse notirt werden, ist man im stande, die Punkte in den Lageplan von der Standlinie ausgehend einzuzichnen. Der Handriß ist eine Skizze, in welcher die gefundenen Maße eingeschrieben

werden. Es ist üblich und zweckmäßig, alle Maße senkrecht zu derjenigen Strecke zu schreiben, auf welche sie sich beziehen.

Die aufzumessenden Punkte dürfen aber nicht zu weit von der Standlinie entfernt sein, weil sonst das Ablothen ungenau wird. Deshalb braucht man zur Aufmessung einer ausgedehnten Fläche mehrere Standlinien, welche gewöhnlich einen geschlossenen Linienzug, Polygon genannt, bilden. Das Polygon bildet die Grundlage der Vermessung und es genügt nicht, seine Längen zu messen, sondern man muß auch die Richtungen der einzelnen Seiten gegeneinander feststellen. Hierzu bedient man sich für lange Linien des Theodolithen oder einer Boussole, kürzere Linien werden aber bequemer und besser nur mit der Meßkette gemessen. Es ist dazu nichts weiter nöthig, als von dem Winkelpunkte A aus auf den Linien AB und AC , deren Neigung man feststellen will, eine bestimmte Länge, beispielsweise eine Meßbandlänge = 20 m abzumessen, die Endpunkte b und c durch Pfähchen zu markiren und die Strecke bc zu messen. Als dann kennt man alle drei Seiten des Dreiecks Abc . Um nun von

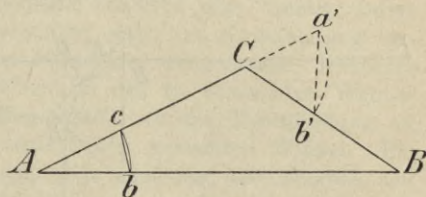


Abb. 28.

der gegebenen Linie AB aus die Linie AC auf dem Papier aufzutragen, giebt man der Strecke Ab die gehörige Länge und beschreibt von A aus einen Zirkelbogen mit der gemessenen Länge Ac und von b aus einen Zirkelbogen mit der gemessenen Länge bc . Die gesuchte Linie AC muß dann durch den Schnittpunkt c der beiden Zirkelbogen gehen.

Wenn die beiden Standlinien einen stumpfen Winkel miteinander bilden, wie z. B. die Linien AC und CB in Abb. 28, so empfiehlt es sich, die eine der beiden Linien, z. B. CA über den Winkelpunkt C hinaus zu verlängern und das Dreieck $Ca'b'$ als Hilfsfigur zu benutzen.

Bei der Winkelmessung mit dem Theodolithen muß man das Instrument genau über den Winkelpunkt und nicht etwa seitwärts daneben aufstellen, um die richtige Winkelgröße zu erhalten. Zum Aufzeichnen des Winkels bedient man sich dann eines eingetheilten Gradbogens (vergl. Art. 31).

30. Das Winkelprisma. Ein sehr nützlich kleines Instrument zum Ablothen von Punkten auf eine Standlinie ist das Winkelprisma. Es enthält in einem Metallgehäuse ein Glasprisma, dessen Grundfläche ein rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck ist und dessen an der Gehäusewand anliegende Hypotenusenfläche spiegelnd gemacht ist, während die Kathetenebenen frei bleiben. Die auf das Prisma fallenden Lichtstrahlen werden nach bestimmten Regeln im Inneren des Glases abgelenkt und an der spiegelnden Hypotenusenfläche zurückgeworfen. Hierdurch erhält man beim Durchsehen entweder ein bewegliches oder ein festes Bild, auf deren Unterscheidung man beim Gebrauche zu achten hat.

Man benutzt nur das feste Bild. Um dieses zu erhalten, muß man entweder in der Nähe der Kante der beiden Kathetenflächen nahezu gleichlaufend mit der Hypotenusenebene oder in der Nähe einer Seitenkante nahezu senkrecht zur Hypotenusenebene in das Prisma hineinsehen.

In Abb. 29 ist P eine Stange (Fluchtstab) in der gegebenen Standlinie AP und S der auf die letztere abzulothende Punkt, welcher ebenfalls durch eine Fluchtstange markirt wird. Der Fußpunkt des Lothes sei O . Auf ihm stehend halte man das Prisma so vor das Auge, daß man darüber hinwegsehend die Stange P erblickt, während in dem Prisma das feste Bild der Stange S erscheint. Der Weg, auf welchem der von S kommende Lichtstrahl in das Auge gelangt, ist in der Abbildung durch den Linienzug $SBCDEA$ bezeichnet und man erblickt folglich in dem Prisma das Bild von S in der Richtung AP . Das Bild von S deckt sich also mit der Stange P , welche man über das Prisma hinwegsehend erblickt, und dieses Zusammenfallen ist ein Beweis, daß der Winkel POS ein rechter ist. Der Scheitelpunkt O liegt in dem Prisma und wird im Felde durch Ablothen des Prismas bestimmt. Für jeden

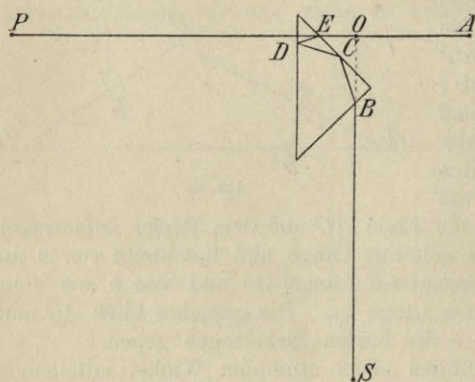


Abb. 29.

anderen Punkt der Standlinie AP fällt das Bild von S nicht in die Richtung AP , sondern erscheint rechts oder links von P . Indem man also seinen Standort in der Linie AP verändert, findet man leicht den gesuchten Fußpunkt O , an welchem das Bild von S genau in der Verlängerung von P erscheint.

Soll in O eine Senkrechte auf AP errichtet werden, so stellt man sich derartig auf, daß das Prisma genau über den Fußpunkt O ge-

halten wird und läßt die Fluchtstange S , während das Auge die Richtung AP hat, so lange hin und her bewegen, bis ihr in dem Prisma erscheinendes Bild genau in der Richtung von P gesehen wird.

Um sich zu überzeugen, ob das erblickte Bild das feste ist, drehe man das Prisma zwischen den Fingern etwas um seine Achse, wobei sich das feste Bild nicht verschiebt.

Mit dem Gebrauche des Winkelprismas stimmt der des Winkelspiegels völlig überein, das erstere ist aber bequemer und braucht nicht immer wieder geprüft zu werden, weil es unveränderlich ist; der früher sehr gebräuchliche Winkelspiegel wird deshalb mehr und mehr durch das Winkelprisma verdrängt.

31. Winkeltrommel mit Gradbogen. Während mit dem Winkelkopf und Winkelprisma nur rechte Winkel gemessen oder abgesteckt werden können, erhält man dadurch, daß der cylindrisch geformte Winkelkopf aus zwei gegeneinander drehbaren Theilen zusammengesetzt wird und die Mantelfläche eine Kreistheilung erhält, ein bequemes Instrument zum Messen beliebig schiefer Winkel. Man stellt das Instrument auf einem Stativ lothrecht über dem Scheitelpunkte des zu messenden Winkels auf, richtet das untere Diopter in die eine Linie ein, stellt darauf den unteren Theil

der Winkeltrommel durch eine Klemmschraube fest und dreht den oberen Theil so weit, bis das obere Diopter in die Richtung des anderen Schenkels fällt, worauf man den gesuchten Winkel an der Kreistheilung ablesen kann. Der Kreis ist gewöhnlich in ganze und halbe Grade getheilt. Um nun einen nach der Winkelgröße (Graden) gemessenen Winkel aufzuzeichnen, benutzt man einen ebenfalls in Grade getheilten Halbkreis (Gradbogen), am besten aus durchsichtiger Celluloidmasse.

Man legt diesen Halbkreis so auf das Papier, daß sein Mittelpunkt über den Winkelpunkt und die Nulllinie der Gradtheilung über einen Schenkel des Winkels zu liegen kommt. An dem Umfange des Gradbogens läßt sich dann die Neigung des anderen Schenkels mit einer Nadel abstecken.

32. Die Boussole. Bei der Boussole schwebt eine drehbar aufgehängte Magnetnadel über dem Mittelpunkte einer mit Kreistheilung versehenen und mit einem Diopter oder Fernrohre verbundenen, drehbaren Scheibe. Man visirt nach beiden Schenkeln des zu messenden Winkels und liest jedesmal den Stand der Magnetnadel an der Kreistheilung ab, der Unterschied beider Ablesungen ergibt den gesuchten Winkel. Ein Vortheil liegt hierbei noch darin, daß jede Ablesung die Neigung der anvisirten Linie gegen diejenige feste Richtung angiebt, in welche sich die Magnetnadel stellt und welche magnetischer Meridian genannt wird.

Hinsichtlich der Einrichtung der Boussole ist zu erwähnen, daß die Magnetnadel mit einer Vorrichtung zum Feststellen versehen ist und daß die Nadel bei dem Transport oder dem Tragen des Instrumentes auf dem Felde stets festgestellt werden muß.

Die Boussole ist für Messungen, bei denen es nicht gerade auf eine ungewöhnliche Genauigkeit ankommt, ein sehr brauchbares Instrument. Polygone mit sehr vielen Seiten darf man damit nicht aufnehmen; denn Störungen des richtigen Standes der Nadel sind leicht möglich und es erscheinen daher die Winkel oft um $\frac{1}{4}$ Grad unrichtig. Man hüte sich insbesondere, beim Gebrauche der Boussole Stahl oder Eisen in den Taschen zu tragen, oder mit dem Instrumente Messungen nahe an eisernen Gittern, zwischen Eisenbahnschienen und in der Nähe von sonstigen Gegenständen vorzunehmen, welche die Magnetnadel ablenken.

Wo es auf sehr genaue Winkelmessungen ankommt, gebraucht man Winkelmesser mit Fernrohren. Ihre Anwendung ist im Grunde nicht anders als die der Instrumente mit bloßen Dioptern.

33. Das Nivelliren. Nivelliren heißt die Höhen verschiedener Punkte zueinander oder zu einer bestimmten wagerecht gedachten Ebene ermitteln. Hierzu braucht man Instrumente, mit denen man wagerechte Linien feststellen kann (Nivellirinstrumente) und Maßstäbe (Nivellirlatten), welche auf die zu vergleichenden Punkte gestellt werden und an welchen die Höhe der fraglichen Punkte unter der angenommenen Wagerechten (der Absehlinie oder Visirlinie) markirt oder abgelesen wird. Diese Höhen unter der Visirlinie werden notirt, und wenn man die eine von der anderen abzieht, so erhält man den gesuchten Höhenunterschied der beiden Punkte.

Zur bequemeren Vergleichung aller nivellirten Punkte unter- und miteinander ist es üblich, alle Höhen auf eine gemeinsame Wagerechte,

den Normalhorizont, zu beziehen. Dieser kann beliebig angenommen werden, man legt ihn gewöhnlich um eine runde Meterzahl unter den Ausgangspunkt des Nivellements, und zwar so tief, daß keine negativen Ordinaten vorkommen.

Die gebräuchlichsten Instrumente sind die Setzwage, die Canal- oder Wasserwage, die Libellenwage und das eigentliche Nivellirinstrument.

34. Die Setzwage. Sie besteht aus zwei durch Streben winkelmäßig zueinander verbundenen Latten und einer Schnur mit Bleikugel (Abb. 30). Diese Schnur ist an der aufrecht stehenden Latte befestigt und die letztere enthält einen von dem Aufhängepunkte *c* des Pendels senkrecht auf die Unterkante *ab* der Grundlatte gezogenen Strich. Wenn das Pendel den Strich bedeckt, so steht die Unterkante *ab* wagerecht. Die Setzwage wird hauptsächlich von den Maurern und Zimmerleuten zum

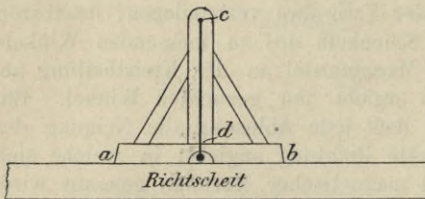


Abb. 30.

Verlegen von Steinen und Balken gebraucht und zwar häufig in Verbindung mit der sogenannten Setzlatte oder dem Richtscheit. Das Richtscheit ist eine etwa 3 m lange Latte mit genau gleichlaufenden und geraden Kanten. Man setzt die Setzwage auf das Richtscheit und hebt oder senkt dieses an einem Ende so lange,

bis das Loth der Setzwage einspielt. Dann ist zugleich mit der Unterkante der Setzwage auch die Unterkante des Richtscheites wagerecht.

Um die Setzwage auf ihre Richtigkeit zu prüfen, setzt man sie auf eine glatt gehobelte Unterlage, z. B. auf das vorerwähnte Richtscheit und stellt letzteres so, daß das Loth einspielt. Nun hebt man die Wage ab und setzt sie umgedreht genau auf dieselbe Stelle der unveränderten Unterlage. Alsdann muß das Loth wieder einspielen. Giebt es aber einen Ausschlag, so ist die Setzwage unrichtig und der Strich *cd* muß um die Halbirungslinie des Winkels, um welchen das Loth abweicht, berichtigt werden.

In ähnlicher Weise wird auch die Richtigkeit des Richtscheites geprüft. Nachdem man die Setzwage berichtigt und alsdann das Loth zum Einspielen gebracht hat, dreht man nämlich das Richtscheit nebst Setzwage um 180° und setzt es mit vertauschten Enden genau auf die früheren Unterlager. Wenn es richtig ist, muß das Loth der Setzwage wieder einspielen! Schlägt das Loth aber aus, so messe man genau, wie hoch das eine Unterlager aufgehört werden muß, bis das Loth der Setzwage wieder einspielt. Um die Hälfte dieser Hebung ist die Unterkante des Richtscheites an dem nicht angehobenen Ende abzuhebeln.

Die Setzwage ist nur für kleine Entfernungen zu verwenden und wird nur noch wenig gebraucht.

35. Die Canal- oder Wasserwage. Sie besteht aus einer 1 bis $1\frac{1}{2}$ m langen Blechröhre mit zwei an den Enden angebrachten, aufwärts gerichteten kurzen Ansatzröhren, in welche Glaszylinder von genau gleichem Durchmesser eingekittet sind. Unter der Blechröhre ist zur drehbaren Aufstellung auf ein Stativ eine Hülse angebracht. Man füllt nun

das Instrument bis zur halben Höhe der Glasröhren mit gefärbtem Wasser und erhält, wenn dieses zur Ruhe gekommen ist, in den Wasserspiegeloberflächen der Glasröhren eine wagerechte Sehlinie. Wenn die Glasröhren oben verschlossen sind, muß man die Verschlüsse nach jeder neuen Aufstellung lüften, um den Luftdruck in beiden Röhren auszugleichen.

Bringt man das Auge etwa 1 m von der einen Röhre entfernt

in solche Lage, daß beide Oberflächen sich decken, so kann man an entfernten Gegenständen alle in gleicher Höhe liegenden Stellen erkennen.

36. Die Libellenwaage. Unter Libelle versteht man eine Glasröhre, welche innen tonnenförmig ausgeschliffen und mit Alkohol oder Schwefeläther so weit gefüllt ist, daß nur eine kleine Blase zurückbleibt. Diese Blase nimmt stets die höchste Stelle des Innenraumes der Röhre ein. Man giebt der letzteren nun eine Metallfassung mit ebener Grundfläche und auf dem sichtbar bleibenden oberen Stück eine Theilung. Die Röhre wird so eingestellt, daß die Grundfläche ihrer Fußplatte wagerecht liegt, wenn die Blase sich in der Mitte zwischen den Theilstrichen befindet. Die Blase ersetzt hierbei gewissermaßen das Pendel der Setzwaage.

Es ist sehr wichtig, die Libellenachse gleichlaufend mit der Fußplatte einzustellen, und diesem Zwecke dient häufig eine Stellschraube, mit welcher das eine Ende der Röhre etwas gehoben werden kann. Die Prüfung und Einstellung erfolgt in ähnlicher Weise wie bei der Setzwaage, nämlich dadurch, daß man die Libelle auf eine ebene Unterlage stellt und die Neigung der letzteren so lange verändert, bis die Blase einspielt. Alsdann setzt man die Libelle um, d. h. man stellt sie mit vertauschten Enden genau auf die vorige Stelle der unverändert bleibenden Unterlage, und sie muß alsdann, wenn sie richtig ist, wieder einspielen. Der etwaige Ausschlag ist durch Drehung der Stellschraube, jedoch nur zur Hälfte, auszugleichen. Häufig sind aber die Libellen mit ihrem Gehäuse fest verbunden, in welchem Falle sie nicht berichtigt, jedoch in der obigen Weise ein für alle Mal auf ihre Richtigkeit und Brauchbarkeit geprüft werden können. Die unverstellbaren Libellen sind für den praktischen Gebrauch bequemer als die Libellen mit Einstellvorrichtung, denn wo die letztere vorhanden ist, darf eine Prüfung vor dem jedesmaligen Gebrauche nicht unterlassen werden, sonst könnte man selbst mit einer sehr guten Libellenwaage grobe Fehler machen.

37. Das Nivellirinstrument. Das Wesentliche der Nivellirinstrumente besteht in der Verbindung einer Röhrenlibelle mit einer Visirvorrichtung. Die letztere tritt gewissermaßen an die Stelle der Fußplatte einer Libellenwaage und gestattet ein viel bequemeres und schärferes Absehen, als wenn man an der Fußplatte der Libellenwaage oder an der Kante des Richtscheites, auf welches sie gestellt ist, entlang visirt. Wenn man aber das Richtscheit mit zwei Dioptern (vgl. Art. 28) versieht, welche einen wagerechten Spalt und Faden haben und deren Visirlinie mit den Kanten

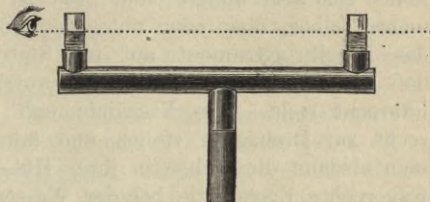


Abb. 31.

des Richtscheites gleichlaufend ist, so hat man bereits ein vollständiges Nivellirinstrument in seiner Grundgestaltung. Die üblichen Constructionen sind aber anders, und zwar ist stets die Visirlinie an dem Instrumente selber, über oder unter der Röhrenlibelle angebracht. Man setzt das Nivellirinstrument auf ein Stativ und stellt es alsdann so ein, daß die Achse, um welche Visirvorrichtung und Libelle drehbar sind, lothrecht steht. Die Visirlinie und die Libellenachse müssen winkelrecht zur Drehachse stehen und miteinander gleichlaufend sein. Dreht man alsdann die Achse in ihrer Hülse, so beschreibt die Visirlinie eine wagerechte Ebene wie bei der Wasserwage.

Als Visirvorrichtung ist bei den Nivellirinstrumenten gewöhnlich ein Fernrohr vorhanden. Man sieht durch das Okular und erblickt im Inneren ein Fadenkreuz, dessen wagerechter Strich dem Faden in dem Fenster des Diopters (Artikel 28) entspricht und die Sehlinie liefert. Das Fadenkreuz ist daher ein unentbehrlicher Bestandtheil des Nivellir-Fernrohrs. Es ist gewöhnlich verstellbar und muß der Construction des Instrumentes entsprechend geprüft und eingestellt werden.

Auf die verschiedenartigen Einrichtungen der Nivellirinstrumente, ihre Prüfung und Einstellung kann hier nicht näher eingegangen werden. Wenn man das Instrument nicht genau zu prüfen und zu behandeln versteht, ist es besser, die vorgenannten einfacheren Vorrichtungen (Wasserwage und Libellenwage mit Richtscheit oder Diopter) zu gebrauchen.

38. Die Nivellirlatte. Die Nivellirlatten sind eingetheilte Stäbe, welche auf die einzuwiegenden Punkte gestellt werden und so eingerichtet sind, daß man die Treffpunkte der Visirlinie deutlich ablesen oder abmessen kann. Die Schiebelatte hat eine bewegliche Scheibe, Zielscheibe (Abb. 32) genannt, und man stellt diese so ein, daß ihr Mittelpunkt, der Zielpunkt, in die Visirlinie fällt, worauf die Höhe des Zielpunktes über dem Fußpunkte der Latte entweder an ihrer Theilung abgelesen oder, wenn keine Theilung vorhanden ist, abgemessen wird. Die Nivellirlatte mit Zielscheibe ge-

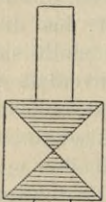


Abb. 32.

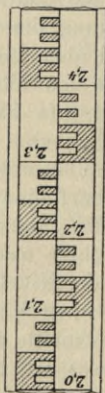


Abb. 33.

stattet ein genaues Einvisiren auf größere Entfernungen, in welchen man die Zahlen der Metertheilung nicht mehr beim Anvisiren erkennen und unterscheiden kann. Sie ist daher besonders beim Nivelliren mit der Wasserwage oder mit einem Diopter-Visir zu gebrauchen, während ein Fernrohr die Gegenstände scheinbar näher rückt und die unmittelbare Ablesung des einvisirten Theilstriches der Latte auf größere Entfernungen gestattet.

Die gewöhnliche Nivellirlatte mit Metertheilung ist für das Anvisiren mit einem Fernrohre eingerichtet, und da man mit einem solchen die Gegenstände verkehrt sieht, so wird auch die Schrift verkehrt gemacht, d. h. so, daß die Zahlen auf dem Kopfe stehen (Abb. 33). Die übliche Eintheilungsart ist aus genannter Abbildung zu erkennen.

39. Ausführung der Höhenmessungen. Um den Höhenunterschied zweier Punkte zu finden, stellt man das Instrument in der Mitte zwischen

den Punkten auf und nachdem man es richtig eingestellt hat, so daß die Visirlinie wagerecht steht, wird auf beiden Punkten eine Nivellirlatte aufgesetzt und der Treffpunkt der Visirlinie festgestellt (Art. 38). Der Unterschied der Lattenablesungen in *A* und *B* (Abb. 34) ist der Höhenunterschied beider Punkte. Wenn aber die Entfernung für das directe Einvisiren zu groß oder der Höhenunterschied so groß ist, daß die Visirlinie unter oder über die Nivellirlatte fällt, so muß man die ganze Strecke in mehrere Abschnitte (*AB* und *BC* in Abb. 34) zerlegen und jede Theilstrecke in der angegebenen Weise behandeln. Es ist hierbei sehr wichtig, die Punkte, auf welche die Latte gestellt wird, genau zu markiren und sorgfältig darauf zu achten, daß die Nivellir-

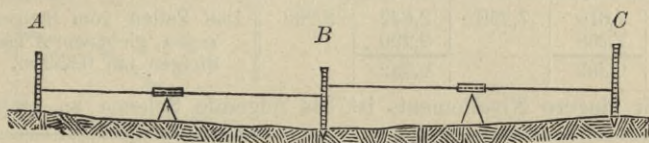


Abb. 34.

latte auf allen Zwischenpunkten, während man von einer Theilstrecke zur folgenden übergeht, bei dem zweiten Anvisiren, dem sogenannten Rückwärtseinschneiden, genau auf demselben Punkte steht, wo sie das erste Mal (beim Vorwärtseinschneiden) gestanden hat.

Das Verfahren ist also an und für sich ziemlich einfach, es erfordert aber große Vorsicht, und zur Vermeidung von Irrthümern ist eine sehr sorgfältige Buchführung nach einem passenden Schema nöthig.

In den Zwischenpunkten werden Pfähle eingeschlagen (Nivellementspfähle) und zwar gewöhnlich auf die ganze Länge, so daß ihr Kopf mit der Bodenoberfläche gleich hoch liegt. Zur Numerirung der Zwischenpunkte werden gewöhnlich besondere Nummer- oder Stationspfähle neben den Nivellementspfählen eingeschlagen. Zwischenpunkte zwischen den einzelnen Stationen, deren Höhe man ermitteln will, brauchen nur dann durch Pfähle markirt zu werden, wenn sie als Ausgangspunkt für weitere Höhenmessungen benutzt werden sollen.

Man nivellire stets aus der Mitte und achte darauf, daß die Nivellirlatten richtig eingetheilt sind und beim Ablesen lothrecht stehen. An steilen Hängen, wo die Zwischenpunkte sehr nahe aufeinander folgen müssen, ist das Nivelliren mit Libellenwaage und Richtscheit häufig am zweckmäßigsten.

Eine wichtige Regel ist, daß jedes Nivellement einer längeren Strecke entweder doppelt gemacht oder vom Endpunkte auf demselben oder auf einem anderen Wege nach dem Anfangspunkte zurückgeführt werden muß. Der Grund liegt darin, daß es nur auf diese Weise möglich ist, sich davon zu überzeugen, daß keine Irrthümer beim Ablesen oder Niederschreiben vorgekommen sind. Die unvermeidlichen kleinen Unterschiede werden ausgeglichen und zwar bildet man bei dem doppelten Nivellement das Mittel beider Ordinaten.

40. Nivellementstabellen. Das nachstehende Beispiel macht die Art der Berechnung eines kleineren Nivellements ersichtlich, bei dem man nur den Höhenunterschied zwischen den Endpunkten *A* und *B* ermitteln will.

Punkt	Ablesungen		Steigen	Fallen	Bemerkungen
	rückwärts	vorwärts			
A	1,368				A = Plinte neben der Hausthür (vergl. Skizze), B = Höhenpfahl am Wege.
1		0,427	0,941		
1	2,430				
2		1,865	0,565		
2	0,736				
3		2,843		2,107	
3	1,104				
4		1,287		0,183	
4	1,972				
B		0,836	1,136		
Summe:	7,610	7,258	2,642	2,290	Das Fallen vom Steigen abgezogen, giebt von A nach B ein Steigen um 0,352 m.
	7,258		2,290		
	0,352		0,352		

Für längere Nivellements ist das folgende Schema zu empfehlen:

Punkt	Ablesungen			Ordinate		Bemerkungen.
	rückwärts	vorwärts	Zwischenpunkte	der Visirebene	des Punktes	
10,0	1,351			18,711	17,360	Weg.
+ 50			1,726		16,985	
+ 62			1,233		17,478	
+ 87			2,870		15,841	
11,0	2,836	3,254		18,293	15,457	Grabensohle. Grabenkante.
+ 30			3,118		15,175	
+ 60			3,874		14,419	
+ 64			3,025		15,268	
12,0	1,482	2,638		17,137	15,655	
+ 50			1,222		15,915	
+ 75			1,626		15,511	
13,0			2,004		15,133	Probe: 17,360 — 15,310 = 2,050.
+ 50		1,827			15,310	
	5,669	7,719				
		5,669				
		2,050				

Zur Erläuterung diene Folgendes: die unterstrichene Ordinate von Stat. 10,0 ist gegeben = 17,360. Indem man die erste Ablesung 1,351 hinzufügt, erhält man die Ordinate der Visirebene bei der ersten Instrumentenaufstellung = 18,711. Durch Abziehen der folgenden Ablesungen von der Ordinate der Visirebene ergeben sich die Ordinaten der drei Zwischenpunkte und des Endpunktes der Aufstellung, Station 11,0, für welchen natürlich die Vorwärtsablesung gilt. Nun beginnt die zweite Instrumentenaufstellung, für welche die Rückwärtsablesung bei Station 11,0 gilt und die Visirebene um jene Ablesung über der Ordinate von Station 11,0 liegt, also auf

$$15,457 + 2,836 = 18,293.$$

Nun werden die übrigen Ablesungen der zweiten Instrumentenaufstellung von der Ordinate der Visirebene (18,293) abgezogen und in solcher Weise geht es weiter bis zum Endpunkte des Nivellements. Eine Probe für die Richtigkeit der Berechnung liegt darin, daß der

Unterschied der Ablesungen nach rückwärts und vorwärts mit dem Unterschiede der Ordinaten des Anfangs- und Endpunktes übereinstimmen muß.

41. Nivellementspläne. Abb. 35 giebt ein Beispiel für die Art und Weise, wie die Ergebnisse einer Höhenmessung zeichnerisch darzustellen sind, wenn es sich um einen längeren Linienzug, beispielsweise um die Mittellinie für eine zu bauende Land- oder Wasserstrafse handelt. Man nennt eine solche Zeichnung das Längenprofil, weil sie gleichsam den Längenschnitt des Geländes vorstellt. Damit das Steigen und Fallen mehr in die Augen springt, nimmt man für die Höhen einen Maßstab an, der 10 bis 30 mal so groß als der Längensmaßstab ist. Hierbei ist es zulässig, die sämtlichen Höhen um eine runde Anzahl von Metern zu verkürzen.

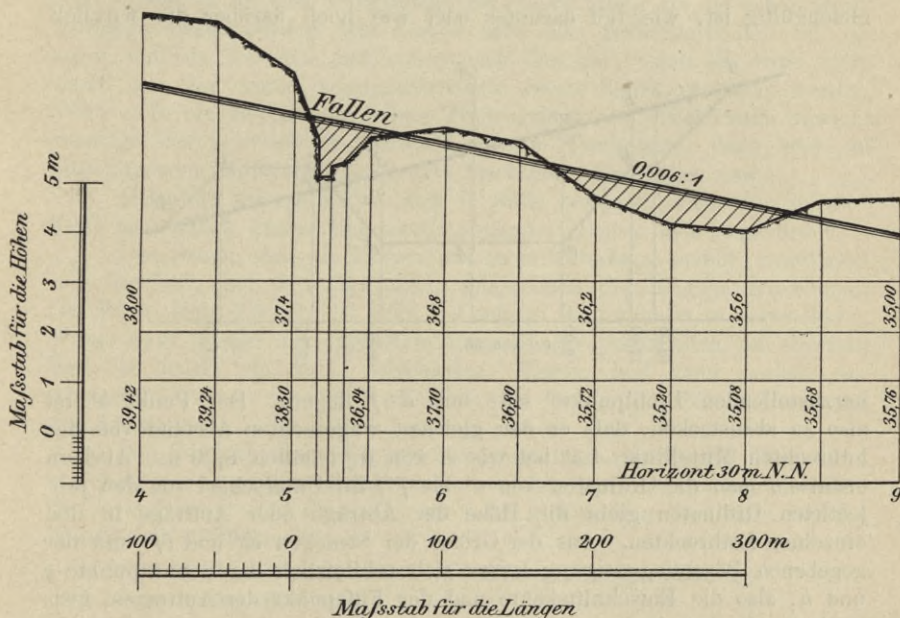


Abb. 35.

In ein solches Längenprofil wird die Anlage der Strafen usw. hineinprojectirt, worauf man die Höhen der Auf- und Abträge ermitteln kann. Alle Höhen- und Längenmaße werden in den Plan eingeschrieben.

Festpunkte des Nivellements nennt man solche einnivellierte Punkte, die besonders sicher und geeignet erscheinen, noch nach längerer Zeit wieder aufgefunden zu werden und als Ausgangspunkte für eine Wiederholung der Höhenmessungen oder für künftige andere Nivellements zu dienen. Ihre Lage muß in den Plänen und den Nivellementstabellen genau verzeichnet und beschrieben werden, damit sie leicht und sicher wieder zu finden sind und Verwechslungen vermieden werden.

42. Das Abstecken von Profilen. Die Absteckungsarbeiten für Bauwerke, Einschnitte, Anschüttungen und andere Bauausführungen erfolgen stets auf grund von genauen Bauzeichnungen mit eingeschriebenen Maßen

und Höhenzahlen. Man geht dabei von der Standlinie beziehungsweise von dem Polygonzuge aus; die Zeichnung muß die nöthigen Angaben enthalten, damit diese Hauptlinien, wenn sie im Felde noch nicht vorhanden sind, von vorhandenen festen Punkten aus abgesteckt werden können. Alsdann steckt man die Richtungen der einzelnen Profile ab und in diesen Richtungslinien endlich die aus den Profilzeichnungen zu entnehmenden wagerechten Abstände der einzelnen Profilpunkte. In Abb. 36 ist die Mittellinie AA' des abzusteckenden Canalprofils die Standlinie, die Profilpunkte abc und def sind abzustecken, ihre wagerechten Abstände von der Mittellinie und ihre Ordinaten sind gegeben beziehungsweise aus den Plänen zu entnehmen. Alsdann hat man zunächst die Punkte $a'b'e'$ und $d'e'f'$ auf der vorhandenen Bodenoberfläche abzustecken, wobei es gleichgültig ist, wie tief darunter oder wie hoch darüber die wirklich

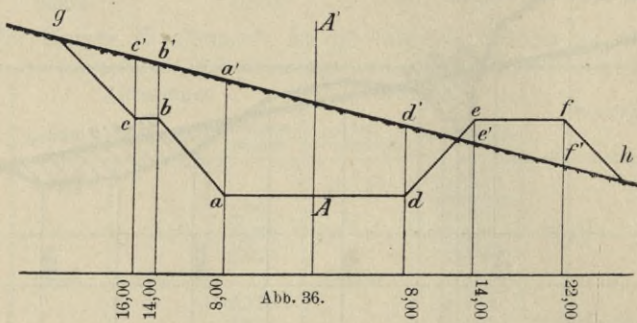


Abb. 36.

herzustellenden Profilpunkte abc und def liegen. Der Punkt a' ist also so abzustecken, daß er den gleichen wagerechten Abstand von der lothrechten Mittellinie AA' hat wie A von a , nämlich 8,00 m. Alsdann ermittele man die Ordinaten von a' bis f' ; ihr Unterschied von den projectirten Ordinaten giebt die Höhe der Abträge oder Aufträge in den einzelnen Lothrechten. Aus der Größe der Strecken cc' und ff' und der gegebenen Böschungsneigung lassen sich schließlic die Schnittpunkte g und h , also die Einschnittskante und der Fußpunkt des Auftrages, feststellen und abstecken.

In entsprechender Weise hat man allgemein beim Abstecken der Profile für Dämme und Einschnitte zu verfahren. Ohne ein sorgfältiges Abstecken und Abschnüren ist eine gute Bauausführung nicht möglich.

Vierter Abschnitt.

M e c h a n i k.

43. Die Schwerkraft. Unter allen Naturkräften tritt nicht leicht eine andere so oft und unmittelbar vor unsere Sinne als die Schwerkraft. Vermöge dieser werden alle Körper nach dem Erdmittelpunkte hin gezogen und sie bewegen sich sofort nach ihm hin, wenn sie daran nicht durch eine der ersten entgegenwirkende zweite Kraft verhindert werden. Wird z. B. ein Körper auf einen Tisch gelegt, so drückt sein Gewicht vermöge der Schwerkraft zunächst auf die Tischplatte, dann aber auf alle folgenden Unterstützungen, als Tischfüße, Fußboden usw.

Ueberall, wo ein Körper sich in Ruhe befindet, wirkt der Schwerkraft eine gleich große Gegenkraft entgegen: Druck und Gegendruck.

Den Druck, den ein Körper auf seine Unterlage ausübt, nennt man sein Gewicht, und den Gewichten entsprechen die Massen der Körper. Die Masse eines Körpers ist nicht mit seinem Rauminhalte zu verwechseln. Wenn zwei Körper von gleichem Rauminhalte verschieden an Gewicht sind, so haben sie auch verschiedene Massen und zwar enthält der schwerere Körper eine im Verhältniß der Gewichte größere Masse als der leichtere.

Das Gewicht eines Körpers bestimmt man mittels der Wage und verschiedener geeichter Metallstücke, welche Gewichte genannt werden. Die Grundeinheit der Gewichte ist 1 kg gleich dem Gewichte von 1 l Wasser bei 4° Wärme.

1 cbm Wasser enthält 1000 l und wiegt 1000 kg,

1 cbm Blei wiegt 11350 kg,

also ist Blei vergleichsweise 11,35mal schwerer als Wasser. Man nennt die Verhältnißzahl, welche angiebt, um wieviel mal ein Körper schwerer ist als ein gleich großer Wasserkörper, sein specifisches Gewicht. Also hat Blei das specifische Gewicht 11,35. 1 cbm trockenes Korkholz wiegt nur 240 kg, das specifische Gewicht von trockenem Korkholze ist daher

$$\frac{240}{1000} = 0,24.$$

Eine Zusammenstellung der specifischen Gewichte verschiedener Körper ist am Schlusse dieses Abschnittes in Art. 65 (S. 72) gegeben.

44. Der Schwerpunkt. Alle einzelnen Massentheilchen eines Körpers, z. B. eines hölzernen Balkens, werden durch die Schwerkraft gleichmäÙig und in gleicher Richtung (nämlich in der Richtung des Lothes) angezogen. Auf jedes Massentheilchen wirkt also eine Kraft und diese Einzelkräfte bringen die nämliche Wirkung hervor, als wenn sie alle an einem ge-

wissen Punkte des Körpers vereinigt wären. Denjenigen Punkt, dem die genannte Eigenschaft zukommt, nennt man den Schwerpunkt des Körpers. Wird ein Körper an einem Faden aufgehängt, so kommt er in derjenigen Lage zur Ruhe, bei welcher sein Schwerpunkt lothrecht unter dem Aufhängepunkte liegt. Diese Linie des durch den Schwerpunkt gehenden Lothes nennt man eine Schwerlinie. Befestigt man den Faden an anderen Punkten des Körpers, so erhält man andere Schwerlinien, die sich aber alle in einem und demselben Punkte, nämlich in dem Schwerpunkte schneiden.

Bei regelmäßigen und überall gleich dichten Körpern liegt der Schwerpunkt in der Mitte, also bei einer Kugel in ihrem Mittelpunkte, bei einem Cylinder in der Mitte seiner Achse.

Ein Körper, der in seinem Schwerpunkte unterstützt ist, befindet sich in jeder Lage im Gleichgewichte. Bei jeder anderen Unterstützung hat der Schwerpunkt des Körpers immer das Bestreben, die tiefste Stelle einzunehmen oder sich lothrecht unter den Unterstützungspunkt zu stellen. In solcher Lage befindet sich der Körper in sicherem Gleichgewichtszustande. Wenn der Schwerpunkt dagegen lothrecht über dem Unterstützungspunkte liegt, so ist der Körper in unsicherem Gleichgewichtszustande. Er kippt oder fällt alsdann bei einer kleinen Lageverschiebung um, während er in dem ersten Falle wieder in die Gleichgewichtslage zurückkehrt.

Der Schwerpunkt eines Körpers liegt nicht immer innerhalb, sondern häufig außerhalb des Körpers, z. B. bei einem Ringe in dem Mittelpunkte, bei einem Trichter in einem Punkte der Achse.

Soll ein Körper fest stehen, so muß er in mindestens drei Punkten oder durch eine Fläche unterstützt werden und seine Schwerlinie muß durch die Unterstützungsfläche gehen. Der Körper steht um so fester, je größer seine Unterstützungsfläche ist und je tiefer der Schwerpunkt liegt.

45. Schwerpunktsbestimmungen. Der Schwerpunkt einer Fläche kann am einfachsten als Schnittpunkt zweier Schwerlinien gefunden werden. Solche Schwerlinien erhält man, wenn die Fläche nacheinander an zwei verschiedenen Punkten aufgehängt und jedesmal von dem Aufhängepunkte aus eine Lothrechte gezogen wird. Aber häufig ist der wirkliche Versuch nicht nöthig, weil sich schon von vornherein die Richtung der Schwerlinie für gewisse Aufhängepunkte beurtheilen läßt. Wenn z. B. ein Rechteck in der Mitte einer Seite aufgehängt wird, so ist die nach der Mitte der gegenüberliegenden Seite gezogene Linie die Schwerlinie. Man wird dies ohne weitere Auseinandersetzungen leicht erkennen und ebenso die Richtigkeit der folgenden Sätze:

Bei jedem Körper, der eine sogenannte Symmetrieachse hat, d. h. eine Linie, welche jede durch sie gelegte Schnittfläche halbirt, ist die Symmetrieachse eine Schwerlinie.

Die Diagonalen eines Parallelogramms sind Schwerlinien; der Schwerpunkt eines Parallelogramms liegt daher in dem Schnittpunkte seiner Diagonalen.

Die von der Spitze eines Dreiecks nach der Mitte der gegenüberliegenden Seite gezogene Linie (die Mittellinie) ist eine Schwerlinie. Der Schwerpunkt eines Dreiecks liegt in dem Schnittpunkte seiner Mittellinien.

In Abb. 37 sind AD und BE Mittellinien; sie halbiren alle gleichlaufend zu den Seiten BC beziehungsweise AC gezogenen Linien und sind deshalb Schwerlinien. Ebenso muß CF eine Schwerlinie sein. Da nun jede Figur nur einen einzigen Schwerpunkt haben kann, so läßt sich folgern, daß die drei Mittellinien eines Dreiecks nicht drei, sondern nur einen einzigen Schnittpunkt haben. Dies ist in der That richtig und kann in der Geometrie bewiesen werden. Es ergibt sich ferner, daß der Schnittpunkt S die Mittellinien im Verhältnisse von 1:2 theilt, so daß z. B. $SD = \frac{1}{2} SA = \frac{1}{3} AD$ ist.

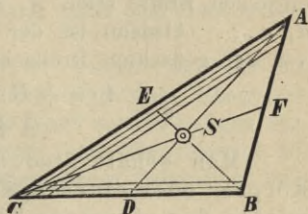


Abb. 37

Hieraus folgt der Satz:

Der Schwerpunkt eines Dreiecks hat von der Grundlinie einen Abstand gleich $\frac{1}{3}$ der Höhe.

Das Prisma und der Cylinder haben ihren Schwerpunkt in der Mitte der Verbindungslinie der Schwerpunkte ihrer Endflächen.

Der Schwerpunkt einer Pyramide oder eines Kegels von der Höhe h liegt im Abstände $\frac{h}{4}$ von der Grundfläche und zwar in der von der Spitze nach dem Schwerpunkte der Grundfläche gezogenen Linie, welche eine Schwerlinie ist.

Der Schwerpunkt kann ferner durch Zerlegung des Körpers in Theile gefunden werden und zwar nach der Regel, daß die Verbindungslinie der Schwerpunkte zweier Theilstücke eine Schwerlinie für das aus beiden zusammengesetzte Körperstück ist.

In Abb. 38 ist der Querschnitt eines gleichschenkligen Winkeleisens in zwei Rechtecke zerlegt und die Verbindungslinie $S_1 S_2$ ihrer Mittelpunkte ist folglich eine Schwerlinie. Aber auch die punktirtete Linie ist als Symmetrieachse eine Schwerlinie und der Schnitt S beider Schwerlinien ist der Schwerpunkt des Winkeleisenquerschnittes.

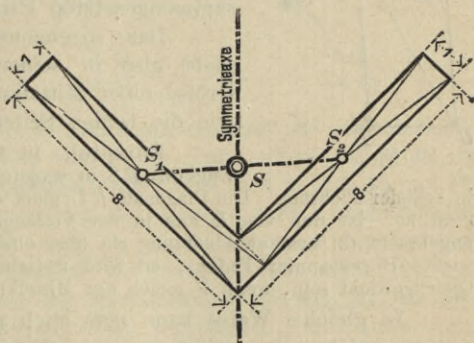


Abb. 38

In gleicher Weise findet man den Schwerpunkt eines Trapezes. Zieht man nämlich eine Diagonale, so erhält man zwei Dreiecke, deren Schwerpunkte sich construiren lassen. Die Verbindungslinie dieser Schwerpunkte ist eine Schwerlinie, ferner ist auch die Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden gleichlaufenden Seiten als Symmetrieachse eine Schwerlinie, der Schnittpunkt jener beiden Schwerlinien ist also der Schwerpunkt des Trapezes.

Anwendbar ist ferner zur Schwerpunktsbestimmung das Hebelprincip (vergl. Art. 47). Der Körper wird in einzelne Theile zerlegt gedacht, deren Schwerpunkte und Inhalte beziehungsweise Gewichte man ermittelt.

Man denkt sich nun die einzelnen Gewichte als Kräfte in den einzelnen Schwerpunkten angreifend und die letzteren durch gewichtslose Hebelarme mit einer beliebig anzunehmenden Drehachse fest verbunden. Die einzelnen Kräfte seien $A, B, C, D, E \dots$ und ihre Hebelarme $a, b, c, d, e \dots$. Alsdann ist der Schwerpunktsabstand s des ganzen Körpers von der gedachten Drehachse

$$s = \frac{A \cdot a + B \cdot b + C \cdot c + D \cdot d + E \cdot e + \dots}{A + B + C + D + E + \dots}$$

Man erhält also den Abstand des Schwerpunktes eines Körpers oder eines Systems von Körpern, indem man die Gewichte der einzelnen Theile (für die man bei gleicher Dichtigkeit die Rauminhalte setzen kann) mit ihren Schwerpunktsabständen von der gedachten beliebigen Drehachse multiplicirt und diese Producte addirt, die sich ergebende Summe aber durch das Gesamtgewicht (entsprechend: den Rauminhalt) des ganzen Körpers oder Systems von Körpern dividirt.

46. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften. Außer der Schwerkraft giebt es noch viele andere Kräfte, denen die Bauconstructions Widerstand zu leisten haben oder die zu bestimmten Zwecken benutzt werden.

Wenn zwei Kräfte in verschiedenen Richtungen auf einen frei beweglichen Körper wirken, so kann man sie ihrer Richtung und Größe nach durch gerade Strecken zeichnerisch darstellen. Jede Kraft für sich allein würde den Punkt in ihrer Richtung fortbewegen; unter der gleichzeitigen Einwirkung beider Kräfte erfolgt die Bewegung in einer mittleren Richtung und zwar nach der Diagonale RU des aus den Einzelkräften RS und RT gemäß Abb. 39 zusammengesetzten Parallelogramms.

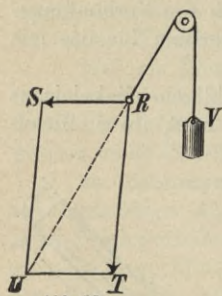


Abb. 39

Das sogenannte Parallelogramm der Kräfte giebt also in seiner Diagonale die Richtung und Größe einer Mittelkraft, welche ganz ebenso wirkt wie die beiden Seitenkräfte zusammengenommen.

Beispiel. In Abb. 39 wirkt in dem Ringe R eine Zugkraft RS in wagerechter und eine zweite Zugkraft RT in schiefer Richtung. Die Diagonale RU giebt die Richtung und Größe der Mittelkraft an. Ist nun von R aus in der Verlängerung von UR eine Gegenkraft V angebracht (in unserer Abbildung ein über eine Rolle geführter und mit dem Gewichte V gespannter Faden), so wird zwischen den drei Kräften S, T und V Gleichgewicht sein, wenn V gleich der Mittelkraft RU ist.

In gleicher Weise kann man auch mehr als zwei Kräfte zusammensetzen, indem man zuerst von zwei Einzelkräften die Mittelkraft bildet, dann diese als neue Einzelkraft ansieht und mit einer dritten zusammensetzt usw. Aehnlich erfolgt das Zerlegen einer Kraft nach mehreren Richtungen in Theilkräfte.

Als Angriffspunkt einer Kraft kann bei der Zusammensetzung oder Zerlegung jeder Punkt ihrer Richtungslinie angesehen werden, also auch der Schnittpunkt mit einer zweiten Kraft. Die beiden an einem Stabe in zwei verschiedenen Punkten und in beliebiger Richtung angreifenden Kräfte können folglich ebenso zusammengesetzt werden, als wenn sie un-

mittelbar auf den Schnittpunkt ihrer Richtungslinien wirkten. Sind aber die beiden Richtungen gleichlaufend, so haben sie keinen wirklichen Schnittpunkt (dieser liegt, wie man zu sagen pflegt, in der Unendlichkeit). Man findet alsdann die Lage der Mittelkraft nach dem Hebelprincip (vergl. den folgenden Artikel).

Wenn ein Körper nicht frei beweglich ist, sondern sich nur auf einer bestimmten Bahn, z. B. längs einer Linie oder einer Ebene bewegen kann, so muß die auf ihn einwirkende Kraft in zwei Seitenkräfte, und zwar rechtwinklig zur Bahn der Bewegung und gleichlaufend mit dieser zerlegt werden. Die Leistung der erstgenannten Seitenkraft geht alsdann für die Bewegung verloren.

47. Der Hebel. Für das Gleichgewicht gilt als Grundgesetz, daß, wenn eine Kraft mit einer anderen ihr entgegenwirkenden im Gleichgewichte sein soll, beide Kräfte sich umgekehrt zueinander verhalten müssen wie die Wege, welche ihre Angriffspunkte im Sinne der Kraft-richtung bei einer kleinen Bewegung gleichzeitig zurücklegen oder:

Das Product aus Kraft mal Weg muß auf beiden Seiten gleich groß sein.

Jede unbiegsame Stange, welche nur in einem Punkte unterstützt ist und sich um ihn drehen läßt, ist ein Hebel.

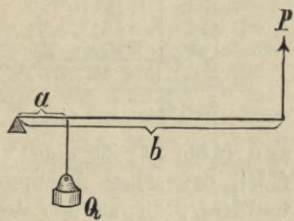


Abb. 40

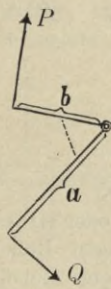


Abb. 41

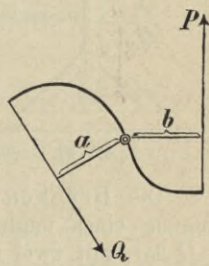


Abb. 42

Bei dem zweiarmigen Hebel wirken Kraft und Last auf verschiedenen Seiten vom Unterstützungspunkte; sind beide Arme gleich lang, so ist der Hebel gleicharmig. Ungleicharmige Winkelhebel sind in Abb. 41 und 42 dargestellt. In Abb. 41 muß man sich die Arme a und b starr miteinander verbunden denken, sodafs sich der eine nicht ohne den anderen drehen kann, was durch die punktierte Verbindungsstrecke angedeutet ist.

Die wichtigste Anwendung des gleicharmigen Hebels ist die gewöhnliche Wage. Diese besteht aus dem Wagebalken, der Achse mit scharfer Schneide, der Zunge und den Wageschalen. Sie ist im Gleichgewichte, wenn Kraft und Last einander gleich sind.

Mittels des gleicharmigen Hebels kann die Größe der Kraft nicht verändert werden, wohl aber die Krafrichtung.

An einem ungleicharmigen und ebenso an einem einarmigen Hebel sind Kraft und Last im Gleichgewichte, wenn die Leistungen der Kraft (Kraft mal Hebelarm) und der Last (Last mal Hebelarm) einander gleich sind. Je länger also der eine Arm ist, desto weniger Kraft wird an ihm erfordert, um die an dem anderen Arme wirkende Last zu heben.

In den Abb. 40 bis 42 ist Q die Last und a ihr Hebelarm, P die Kraft und b ihr Hebelarm. Die Gleichgewichtsbedingung lautet:

$$Q \cdot a = P \cdot b.$$

Abb. 43 zeigt die Verbindung eines zweiarmigen Hebels abc mit einem um d drehbaren einarmigen dfe ; die Stange ae ist an beiden Enden drehbar. Wenn $ab = bc$, so ist der Zug Z in der Stange ae gleich dem Gewichte der Kraft P , und wenn beispielsweise $fd = \frac{1}{3}ed$, so gilt für den Gleichgewichtszustand an dem einarmigen Hebel die Gleichung

$$Z \cdot ed = Q \cdot fd = \frac{1}{3} Q \cdot ed,$$

also $Q = 3Z$ und da $Z = P$ ist, so ist auch $Q = 3P$.

Ungleicharmige Hebel sind der Schlagbaum, das Brecheisen; doppelte ungleicharmige Hebel sind die Scheeren und Zangen; einarmige Hebel der Nufsknacker, der Hebebaum, die Schiebkarre usw.

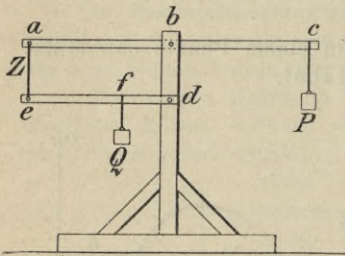


Abb. 43

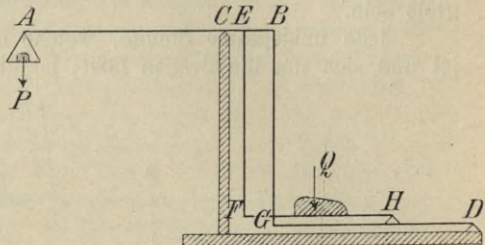


Abb. 44

Die Brückenwaage oder Decimalwaage (Abb. 44) ist eine Vereinigung eines ungleicharmigen Hebels ($ACEB$), der seinen Drehpunkt in C hat, mit zwei einarmigen Hebeln FH und GD , die an den drehbaren Stangen EF und BG hängen. Es ist hierbei

$$AC = 10 CE \text{ und}$$

$$CB:CE = DG:DH.$$

Liegt nun auf der Brücke FH eine Last Q von beispielsweise 200 kg, so mögen davon auf die Unterstützungspunkte F und H die Antheile 120 kg und 80 kg entfallen (die Vertheilung richtet sich nach den Schwerpunktsabständen QF und QH). Auf den Punkt E des oberen Hebels wirken dann 120 kg und diese werden des zehnmal größeren Hebelarmes AC wegen in der Wageschale A durch ein Gewicht von $\frac{120}{10} = 12$ kg ausgeglichen. Die in H angreifenden 80 kg wirken an der Stange BG mit der Zugkraft

$$x = 80 \cdot \frac{DH}{DG} \text{ kg,}$$

und der Zug x erfordert in A zum Gleichgewicht die Kraft

$$y = x \cdot \frac{CB}{CA} = x \cdot \frac{CE}{CA} \cdot \frac{CB}{CE}.$$

Nun ist aber $\frac{CB}{CE} = \frac{DG}{DH}$ (siehe oben) und $\frac{CE}{CA} = \frac{1}{10}$; daher erhält man

$$y = x \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{DG}{DH} = 80 \cdot \frac{DH}{DG} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{DG}{DH} = 8 \text{ kg,}$$

und das in A erforderliche Gesamtgewicht ist

$$P = 12 + 8 = 20 \text{ kg} = \frac{Q}{10}.$$

An der Decimalwage ist also die zu wiegende Last Q stets zehnmal so groß als das in die Wageschale zu legendes Gewicht P .

An den Armen eines Hebels greifen häufig mehrere Kräfte an und es muß alsdann die Summe der Producte aus Kraft und Hebelarm für beide Drehrichtungen gleich groß sein. Als Hebelarm gilt stets der senkrechte Abstand des Drehpunktes von derjenigen Linie, in welcher die Kraft wirkt (vergl. Abb. 40 bis 42).

Da die Arme eines Hebels in Wirklichkeit nicht gewichtslos sind, so darf auch deren Eigengewicht nicht unberücksichtigt bleiben. Man hat vielmehr das Eigengewicht jedes Hebelarmes als ein in dessen Schwerpunkt wirkendes Gewicht anzusehen und seine Arbeitsleistung entsprechend in Ansatz zu bringen.

Die Wagen werden so construirt, daß der Einfluß des Eigengewichtes sich aufhebt und die unbelastete Wage einspielt.

Beispiel. Ein Schlagbaum hat einen quadratischen Querschnitt von 12 cm Seite, das rechte Ende (Abb. 45) ist 5 m, das linke 1,2 m lang. Das Gewicht Q hat einen Hebelarm von 0,90 m. Wie groß muß Q sein, damit der Schlagbaum im Gleichgewichte gehalten wird?

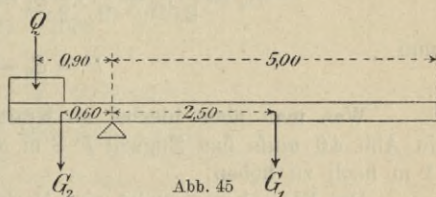


Abb. 45

Man muß zunächst die Eigengewichte G_1 und G_2 berechnen und hierzu das Gewicht von 1 cbm des Schlagbaummaterials kennen. Nun wiegt 1 cbm

trockenes Kiefernholz 470 kg. 1 lfd. m Schlagbaum enthält

$$1,0 \cdot 0,12 \cdot 0,12 = 0,0144 \text{ cbm}$$

und wiegt

$$470 \cdot 0,0144 = 6,77 \text{ kg.}$$

Es ist also

$$G_1 = 5 \cdot 6,77 = 33,85 \text{ kg}$$

$$G_2 = 1,2 \cdot 6,77 = 8,12 \text{ „}$$

Nun lautet die Gleichgewichtsbedingung:

$$Q \cdot 0,90 + 8,12 \cdot \frac{1,20}{2} = 33,85 \cdot \frac{5,0}{2}$$

$$Q \cdot 0,90 + 4,872 = 84,625,$$

und man erhält daraus

$$Q = \frac{84,625 - 4,872}{0,90} = 88,6 \text{ kg.}$$

48. Rolle und Flaschenzug. An dem gewöhnlichen Hebel kann die Kraft nur mit Unterbrechungen wirken. Will man eine ununterbrochene Wirkung erzielen, so muß man Rollen oder ein Rad an der Welle anwenden.

Die feste Rolle (Abb. 46, Rolle 4) dreht sich um einen festen Zapfen und bildet einen gleicharmigen Hebel, dessen Drehpunkt im

Mittelpunkte des Zapfens liegt. Sie ist im Gleichgewicht, wenn die Kraft der Last gleich ist.

Bei der losen Rolle (Abb. 46, Rolle 1 bis 3) hängt die Last an dem Zapfen, welcher sich auf- und abwärts bewegen läßt. Die lose Rolle ist ein einarmiger Hebel und die Kraft beträgt an jeder Rolle nur die Hälfte der Last. In Abb. 46 ist das Seil, an welchem die Kraft P wirkt, zuerst über eine feste Rolle geführt, wodurch das Verhältniß zwischen Kraft und Last nicht verändert wird. Das Seil 1 ist auf seine ganze Länge

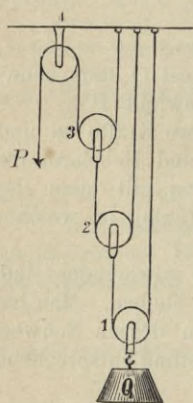


Abb. 46

mit der Kraft $\frac{Q}{2}$ gespannt. Denn denkt man sich das Seil über der Rolle 1 durchgeschnitten, so erhält man zwei nach oben wirkende Zugkräfte, welche zusammen der Last Q das Gleichgewicht halten. Auch ist leicht zu ersehen, wie die Rolle als ein ungleicharmiger Hebel wirkt und die Last Q nur halb so hoch gehoben wird als die Rolle 2. In gleicher Weise findet man bei der Rolle 2 die Seilspannung $S_2 = \frac{1}{2} S_1$ und bei der Rolle 3 die Seilspannung S_3 halb so groß als bei der Rolle 2, mithin ist

$$S_3 = \frac{1}{2} S_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} S_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot Q = \frac{Q}{8}$$

und

$$P = S_3 = \frac{Q}{8}.$$

Was man aber hierbei an Kraft gewinnt, verliert man an Weg; in Abb. 46 muß das Zugseil P 8 m angezogen werden, um die Last Q 1 m hoch zu heben.

Der Flaschenzug ist eine Verbindung mehrerer festen und losen Rollen. Das Seil oder die Kette wird abwechselnd um eine lose und eine feste Rolle geführt und die Kraft beträgt alsdann bei einem n fachen Flaschenzuge, d. i. einem solchen mit n festen und n losen Rollen, $\frac{1}{2n}$ der Last:

$$P = \frac{Q}{2n}.$$

In Wirklichkeit muß jedoch die Kraft nicht unerheblich größer sein, weil Reibungswiderstände in den Rollen zu überwinden sind.

49. Das Rad an der Welle. Wenn die Last an einer Welle oder Trommel angreift und die Kraft an einem mit jener um dieselbe Achse drehbaren Rade, so erhält man ein Rad an der Welle. Das Wellrad stellt einen ungleicharmigen Hebel dar, dessen Arme die Halbmesser der Welle und des Rades sind. Gleichgewicht ist vorhanden, wenn die Kraft ebenso oft in der Last enthalten ist, wie der Halbmesser der Welle in dem des Rades.

Das Wellrad findet ausgedehnte Anwendung bei den Räderwerken aller zusammengesetzten Maschinen. Häufig sind statt des Rades nur einzelne Speichen vorhanden, z. B. bei dem Göpel, bei welchem die Welle

lothrecht, und bei dem Haspel, wo sie wagerecht steht. Bisweilen ist auch nur eine mit einem Handgriffe versehene Speiche vorhanden, eine Kurbel, wie z. B. bei der Winde, der Kaffeemühle, dem Schleifstein usw.

Mit dem Rad an der Welle kann ein einfaches oder mehrfaches Rädervorgelege verbunden werden, wie z. B. bei den Winden. Die beiden ineinander greifenden Zahnräder eines Vorgeleges bewegen sich mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit und die Welle des größeren Rades macht daher weniger Umdrehungen als diejenige des kleineren; das Uebersetzungsverhältniß ist

$$\text{bei einem einfachen Vorgelege} = \frac{r}{R}$$

$$\text{und bei einem mehrfachen} = \frac{r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \dots}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \dots}$$

Statt der Halbmesser kann man auch die Anzahl der Radzähne z bzw. Z setzen.

Beispiel. Bei einer Winde mit doppeltem Vorgelege (Abb. 47) sei $z_1=7$, $Z_1=30$, $z_2=11$ und $Z_2=34$, ferner sei der Kurbelarm $a=0,40$ m und der Halbmesser der Seiltrommel $R=0,10$ m, $Q=\text{Last}=600$ kg und $P=\text{Kraft}$ an der Kurbel. Das Uebersetzungsverhältniß der Zahnräder ist

$$\frac{z_1}{Z_1} \cdot \frac{z_2}{Z_2} = \frac{7}{30} \cdot \frac{11}{34} = \frac{77}{1020} = 0,0755$$

und die Gleichgewichtsbedingung lautet:

$$P \cdot a = \frac{z_1}{Z_1} \cdot \frac{z_2}{Z_2} \cdot Q \cdot R \text{ oder}$$

$$P \cdot 0,40 = 0,0755 \cdot 600 \cdot 0,10 = 4,53.$$

Hieraus erhält man
$$P = \frac{4,53}{0,40} = 11,3 \text{ kg.}$$

Das Verhältniß zwischen Kraft und Last ist

$$P : Q = 11,3 : 600 = 1 : 53.$$

Ebenso groß muß auch das Verhältniß der Wege sein, d. h. wenn die Last um 1 m niedersinkt, muß der an der Kurbel zurückgelegte Weg $s=53$ m sein. Man kann diesen Weg wie folgt finden: Während Q um 1,0 m gehoben wird, ist der Weg des Zahnkranzes von R_2 in dem Verhältniß der Hebelarme oder Halbmesser $R_2 : R$ größer, also $=1,0 \cdot \frac{R_2}{R}$. Ebenso groß ist der Weg des Zahnkranzes von r_3 . Der Weg des Zahnkranzes von R_1 und von r_1 ist im Verhältniß $\frac{R_1}{r_2}$ größer als der vorige, also

$$= 1,0 \cdot \frac{R_2}{R} \cdot \frac{R_1}{r_2}$$

und der Weg von P ist

$$s = 1,0 \cdot \frac{R_2}{R} \cdot \frac{R_1}{r_2} \cdot \frac{a}{r_1} = 1,0 \cdot \frac{a}{R} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{r_1 \cdot r_2}.$$

Wenn man statt der Halbmesser der Zahnräder die Anzahl ihrer Zähne, sowie für a und R ihre Zahlenwerthe einsetzt, so erhält man

$$s = \frac{0,40}{0,10} \cdot \frac{30 \cdot 34}{7 \cdot 11} = 53.$$

Um die Last Q zu heben, muß die Kraft P an der Kurbel noch größer sein als vorstehend berechnet wurde, weil ein Theil der Kurbelkraft durch Reibungswiderstände in der Winde verloren geht.

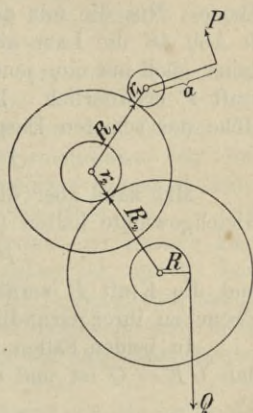


Abb. 47

50. Die schiefe Ebene. Legt man eine Last auf eine schiefe Ebene, so trägt die letztere nur einen Theil der Last und man findet den Antheil durch Zerlegung in Seitenkräfte, senkrecht und gleichlaufend zur Ebene. Nur die mit der Ebene gleich gerichtete Seitenkraft GD' zieht in Abb. 48 die Last abwärts. Um das Hinabgleiten zu verhindern, ist daher auch nur eine jener Seitenkraft gleiche und entgegengesetzte Gegenkraft P erforderlich. Diese Gegenkraft verhält sich zur Last wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge:

$$P : Q = GD : GE = BC : AC.$$

Man kann aber die Last Q auch durch eine wagerechte Kraft P im Gleichgewichte halten (Abb. 49). Alsdann ist:

$$P : Q = GD : GE = BC : AB,$$

und die Kraft P verhält sich zur Last Q wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Grundlinie.

In beiden Fällen ist das Parallelogramm der Kräfte so zu zeichnen, das $GE = Q$ ist und GF senkrecht zur schiefen Ebene AC steht. Wenn

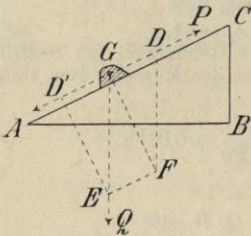


Abb. 48

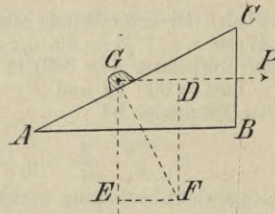


Abb. 49

die Last von A bis C gehoben wird, so legt sie in der Richtung der Schwerkraft den Weg BC zurück, während die Wegelänge der Kraft P , in ihrer Richtung gemessen, bei Abb. 48 gleich AC und bei Abb. 49 gleich AB ist. Es gilt also für beide Fälle die allgemeine Regel des Gleichgewichts

$$\text{Kraft} \cdot \text{Weg} = \text{Last} \cdot \text{Weg}.$$

Schiefe Ebenen sind z. B. Rampen und Schrotleitern. Der Keil kann als eine doppelte schiefe Ebene angesehen werden und die Schraube ist eine um einen Cylinder gewundene schiefe Ebene. Bei der Schraube verhält sich die Kraft zur Last wie die Höhe eines Schraubenganges zu dem Umfange der Schraubenspindel, sie erfordert also um so weniger Kraft, je niedriger im Vergleich zu ihrem Umfange die Schraubengänge sind.

Rückblick. Der Hebel und die schiefe Ebene sind die Grundformen der Maschinen und zwar beruhen auf dem Gesetze des Hebels auch die Rolle und das Wellrad, auf demjenigen der schiefen Ebene der Keil und die Schraube.

51. Die Reibung. Kein Körper hat eine vollkommen glatte Oberfläche, sondern überall, wo ein Körper sich über einen anderen bewegt, greifen die vorhandenen Unebenheiten der Berührungsflächen ineinander und es entsteht Reibung, d. h. ein der Bewegung entgegenwirkender Widerstand.

Die Reibung ist überall vorhanden und für viele Zwecke sehr nützlich. Ohne sie würden die auf einer Tischplatte ruhenden Gegenstände bereits bei der geringsten Neigung oder Erschütterung der Platte in Bewegung gerathen, man würde kaum feststehen und sich aufrecht erhalten können, kein Nagel würde in der Wand halten usw.

Man unterscheidet gleitende und wälzende oder rollende Reibung, ferner die Reibung ruhender und bewegter Körper.

Die Gröfse der Reibung ist stets abhängig von dem Drucke der einen reibenden Fläche auf die andere, also beispielsweise von dem Gewichte und der Belastung eines in einem Zapfenlager ruhenden Rades und bei einem Schlitten von dem Gewichte des Schlittens.

Die Reibung wirkt stets der Bewegung entgegen und letztere kann erst eintreten, wenn die bewegende Kraft grofs genug ist, um die Last im Gleichgewichte zu halten und außerdem noch die Reibungswiderstände zu überwinden. So lange die Kraft hierzu nicht ausreicht, tritt keine Bewegung ein, sondern der Körper bleibt trotz der auf ihn einwirkenden Kraft in Ruhe.

Die Reibung ist bei mäfsigem Drucke unabhängig von der Gröfse der Berührungsflächen, sie ist ferner, bevor die Bewegung eintritt, gröfser als während der Bewegung. Man vermindert die Reibung durch Schmiermittel.

Die rollende Reibung ist erheblich geringer als die gleitende Reibung; man legt deshalb, um schwere Gegenstände zu bewegen, gerne Rollen unter.

Reibungscoefficienten siehe Art. 64 (S. 71).

52. Mechanische Arbeit. Das Product Kraft · Weg

ist das Mafs für mechanische Arbeiten. Wenn man ein Gewicht von 1 kg 1 m hoch hebt, so leistet man eine mechanische Arbeit von 1 mkg (Meterkilogramm), und wenn ein Wagen unter Anwendung einer Zugkraft von 150 kg um 1000 m fortbewegt wird, so entspricht dies einer Arbeitsleistung von 150 000 mkg. Nun kommt es bei der Vergleichung verschiedener Arbeiten auch auf die Zeit an, in welcher sie geleistet werden. Als Zeiteinheit wählt man in der Regel die Secunde, und eine Arbeitsleistung von 75 mkg in der Secunde wird eine Pferdestärke genannt. Wenn also in dem genannten Beispiele 10 Minuten = 600 Secunden gebraucht werden, um den Wagen 1 km weit fortzuziehen, so kommt auf eine Secunde eine Arbeit von

$$\frac{150\,000}{600} = 250 \text{ mkg oder}$$

$$\frac{150\,000}{600 \cdot 75} = 3,33 \text{ Pferdestärken.}$$

Es verdient hervorgehoben zu werden, dafs durch die Anwendung von Hebeln, Winden, Schrauben oder anderen maschinellen Vorrichtungen an aufzuwendender Arbeit nichts gespart werden kann; denn überall gilt die Regel: „Was man an Kraft gewinnt, verliert man an Weg.“

53. Bewegung. Ein Körper, der seine Lage zu ruhenden Körpern ändert, ist in Bewegung. Der Raum, den er durchläuft, ist sein Weg und die Geschwindigkeit der Bewegung wird durch den in der Zeiteinheit (gewöhnlich eine Secunde) zurückgelegten Weg ausgedrückt.

Jeder Körper hat das Bestreben, den Zustand der Ruhe oder der Bewegung, in welchem er sich befindet, unverändert beizubehalten. Dies ist das Beharrungsvermögen, auch Gesetz der Trägheit genannt. Der einmal vorhandene Bewegungszustand kann nur durch die Arbeit antreibender oder hemmender Kräfte verändert werden.

Die Bewegung eines Körpers ist beschleunigt oder verzögert, je nachdem seine Geschwindigkeit gröfser oder kleiner wird. Die Beschleunigung wird durch den in einer Secunde eintretenden Zuwachs der Geschwindigkeit ausgedrückt (die Verzögerung ist negative Beschleunigung).

Ein frei fallender Körper erhält durch die Schwerkraft im luftleeren Raume (also beim Fortfall des Luftwiderstandes) eine durch Versuche ermittelte Beschleunigung von 9,81 m. Diese wird gewöhnlich mit dem Buchstaben g bezeichnet, sodass $g = 9,81$ m ist. Ein solcher Körper hat folglich nach einer Secunde, von dem Beginne des Fallens an gerechnet, die Geschwindigkeit g , nach zwei Secunden die Geschwindigkeit $2g$, nach drei Secunden $3g$ usw. Der Weg, den er in einer Secunde zurücklegt, ist gleich der mittleren Geschwindigkeit in derselben, also in der ersten Secunde

$$\frac{0 + g}{2} = \frac{g}{2} = \text{rd. } 4,9 \text{ m,}$$

in der zweiten Secunde $1,5 \cdot g$, in der dritten $2,5 \cdot g$ usw. Die ganze Fallhöhe ist, wie man leicht erkennt, nach zwei Secunden $= g(1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}) = 2g$, nach drei Secunden $g(2 + 2,5) = 4,5g$ usw.

Wenn die auf einen Körper einwirkenden Kräfte und Widerstände miteinander im Gleichwichte stehen, so ist die Bewegung gleichmäfsig. Dies ist der gewöhnliche Fall bei regelmäfsigem Maschinenbetriebe. Sobald aber bei unverändertem Kraftantriebe die Widerstände abnehmen, z. B. beim Leergange einer Dampfmaschine, tritt beschleunigte Bewegung ein. Der Kraftüberschufs wird dann dazu verbraucht, den bewegten Massen eine gröfsere Geschwindigkeit zu geben. Andererseits nimmt die Geschwindigkeit ab, wenn die Widerstände gröfser werden als die antreibenden Kräfte, und vermöge dieser Geschwindigkeitsabnahme der bewegten Massen kann der vermehrte Widerstand noch eine Zeit lang überwunden werden.

54. Lebendige Kraft. Bei der beschleunigten Bewegung ist die Kraft gröfser als der Widerstand, bei der verzögerten Bewegung ist dagegen die Arbeitsleistung gröfser als die Kraftleistung. Hieraus erklärt sich der Begriff der lebendigen Kraft.

Jede bewegte Masse besitzt eine bestimmte lebendige Kraft und zwar steht diese im Verhältnifs zu dem Gewichte des Körpers und zu dem Quadrate seiner Geschwindigkeit; die Formel für die lebendige Kraft lautet:

$$L = \frac{M}{g} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{M \cdot v^2}{19,62},$$

worin M das Gewicht der bewegten Masse in kg, v die Geschwindigkeit in m, L die lebendige Kraft in mkg bedeutet und $g = 9,81$ m ist.

Aus dem vorstehenden ergibt sich der Nutzen der Schwungräder bei Maschinen und der Grund, warum man sie aus schweren Eisenmassen herstellt. Denn die Geschwindigkeit v der Maschine bleibt um so gleichmäfsiger, je gröfser die bewegte Masse ist.

Vermöge der lebendigen Kraft schwingt das Pendel über den tiefsten Punkt hinaus, wobei die beschleunigte Bewegung beim Fallen in eine verzögerte beim Ansteigen übergeht. Ein senkrecht in die Höhe geworfener Körper steigt mit verzögerter Geschwindigkeit so lange, bis die ihm beim Wurf ertheilte lebendige Kraft durch die beim Steigen zu überwindende Arbeit der Schwerkraft verbraucht ist.

Lebendige Kraft kann in mechanische Arbeit und letztere in lebendige Kraft umgesetzt werden, und zwar gilt dafür der Ausdruck

$$L = P \cdot s,$$

d. h. die lebendige Kraft ist gleich dem Producte aus Kraft und Weg.

Beispiel. Ein Eisenbahnzug hat ein Gewicht $G = 200\,000$ kg und eine Geschwindigkeit $v = 10$ m, die Maschine wird abgestellt und der Zug gebremst, wobei der Reibungswiderstand $W = 4000$ kg beträgt. Wie groß ist der Weg, den der Zug noch durchläuft, bis er zur Ruhe kommt?

Die lebendige Kraft ist

$$L = \frac{200\,000 \cdot 10^2}{19,62} = 1\,020\,000 \text{ mkg.}$$

Daher gilt für den gesuchten Weg die Gleichung:

$$W \cdot s = L \text{ oder } 4000 \cdot s = 1\,020\,000,$$

woraus man erhält

$$s = \frac{1\,020\,000}{4000} = 255 \text{ m.}$$

Die Zunahme der lebendigen Kraft eines Körpers ist gleich der Summe der während derselben Zeit verrichteten mechanischen Arbeiten aller auf ihn einwirkenden Kräfte, wobei die Widerstände als negative Kräfte anzusehen sind. Es ist daher:

$$M \cdot \frac{v^2}{2g} - M \cdot \frac{v_0^2}{2g} = K \cdot s,$$

wenn K die Mittelkraft aller Kräfte und s den in ihrer Richtung zurückgelegten Weg, ferner v_0 die Anfangsgeschwindigkeit und v die Endgeschwindigkeit bedeutet.

Wenn also die Locomotive des Eisenbahnzuges in dem vorigen Beispiele eine Zugkraft entwickelt, die um 500 kg größer als der zu überwindende Widerstand ist, so erhält man den Weg, auf welchem die Geschwindigkeit von 10 m bis auf 12 m anwächst, aus der Gleichung:

$$\frac{200\,000}{19,62} \cdot (12^2 - 10^2) = 500 \cdot s,$$

und die Ausrechnung ergibt

$$s = \frac{200\,000 \cdot (144 - 100)}{19,62 \cdot 500} = \text{rd. } 900 \text{ m.}$$

Für jeden gegebenen Weg s kann man ferner aus der vorstehenden Formel die erlangte Geschwindigkeit berechnen, z. B. ist für $s = 3000$ m in dem vorigen Falle

$$\frac{200\,000}{19,62} \cdot v^2 = \frac{200\,000}{19,62} \cdot 10^2 + 500 \cdot 3000,$$

$$v^2 = 100 + \frac{500 \cdot 3000 \cdot 19,62}{200\,000} = 247$$

$$\text{und } v = \sqrt{247} = 15,72 \text{ m.}$$

Wäre aber das Gewicht des Eisenbahnzuges nur halb so groß, alles andere wie vorhin, also $M = 100\,000$ kg, der Kraftüberschuss $K = 500$ kg, $s = 3000$ m und $v_0 = 10$ m, so würde die Endgeschwindigkeit sich ergeben aus

$$v^2 = 100 + \frac{500 \cdot 3000 \cdot 19,62}{100\,000} = 394,$$

$$v = \sqrt{394} = 19,85 \text{ m.}$$

Die Zeit t , innerhalb deren der Eisenbahnzug die betreffende Wegstrecke zurücklegt, lässt sich annähernd unter der Annahme einer gleichmäßigen mittleren Geschwindigkeit

$$v_m = \frac{v + v_0}{2}$$

an stelle der wirklich vorhandenen ungleichmäßigen Geschwindigkeit berechnen. In Secunden ausgedrückt ist nämlich

$$t = \frac{s}{v_m} \left(\text{Zeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Geschwindigkeit}} \right),$$

also ist die Zeit, in welcher vorstehend die Geschwindigkeit von 10 m auf 12 m anwuchs und die Wegstrecke von 900 m Länge zurückgelegt wurde, wegen $v_m = \frac{10 + 12}{2} = 11$ m:

$$t = \frac{900}{11} = 81,8 \text{ Secunden.}$$

55. Die Schwingkraft. Schwingt man eine an einen Faden befestigte Kugel, so wird der Faden gespannt. Die Spannung wird um so größer, je schwerer die Kugel und je größer ihre Geschwindigkeit ist; bei gleichbleibender Geschwindigkeit nimmt sie mit der Länge des Fadens ab. Die Schwingkraft lässt sich aus dem Beharrungsvermögen der Körper erklären. Denn indem der schwingende Körper stets bestrebt ist, die augenblickliche Bahn beizubehalten und sich demgemäß in der Richtung der Tangente fortzubewegen, woran er aber durch den Faden verhindert wird, muss dieser gespannt werden.

Die Schwingkraft tritt bei jeder krummlinigen Bewegung ein, also z. B. in den Eisenbahncurven, beim Fahren um eine Ecke usw.

Wenn M das Gewicht des Körpers, v die Geschwindigkeit und r der Krümmungshalbmesser der Curve ist, in welcher sich der Körper bewegt, so ist die Schwingkraft

$$N = \frac{M \cdot v^2}{g \cdot r} = \frac{M \cdot v^2}{9,81 \cdot r}.$$

Diese Kraft greift in dem Schwerpunkte des Körpers an und sucht beispielsweise einen in scharfem Bogen um die Ecke fahrenden Wagen umzuwerfen. Die Gefahr des Kippens ist hierbei um so größer, je schärfer die Curve ist, je schneller der Wagen fährt und je höher sein Schwerpunkt über dem Boden liegt.

Bei Eisenbahnen wird in den Krümmungen die äußere Schiene überhöht und zwar in solcher Weise, dass bei der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit die Mittelkraft aus dem Eigengewichte eines Wagens und seiner Schwingkraft senkrecht zur Schienenebene steht (vergl. Abb. 49).

Anmerkung. Die vorstehende Formel für die Schwingkraft N lässt sich wie folgt ableiten.

In Abb. 18 (Art. 20) sei OP der in einer Secunde von dem schwingenden Körper zurückgelegte Weg. Es ist dann $OP = v$, und wenn es sich nur um ein sehr kleines Bogenstück handelt, so ist hinreichend genau $OP = OA = x$ und

$$OB = y = \frac{x^2}{2r} \quad (\text{s. S. 30 unten}).$$

Die Strecke $OB = y$ ist aber der Weg, um welchen der Körper in einer Secunde durch die Fadenspannung aus der Tangentenrichtung abgelenkt wird, den er also unter der alleinigen Wirkung der Fadenspannkraft N in einer Secunde zurücklegen würde. Nach S. 60 ist die Beschleunigung gleich dem doppelten Wege in der ersten Secunde, hier also gleich $2y$; da nun die Beschleunigungen eines Körpers sich wie die auf ihn einwirkenden Kräfte verhalten und die Schwerkraft M dem Körper die Beschleunigung g ertheilt, so ist

$$2y : g = N : M$$

und folglich die Fadenspannkraft oder die Schwungkraft des M kg schweren Körpers

$$N = \frac{2y \cdot M}{g} = \frac{M}{g} \cdot \frac{x^2}{r} = \frac{M \cdot v^2}{g \cdot r}.$$

56. Flüssige Körper. Den einzelnen Theilchen eines flüssigen Körpers fehlt zwar nicht jeder Zusammenhang, jedoch ist er so gering, daß die Flüssigkeit stets die Form ihres Behälters annimmt und keine selbständige Gestalt hat.

Die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit bildet stets eine wagerechte Ebene, und in mehreren Gefäßen, welche miteinander in Verbindung stehen, stellt sich die Oberfläche überall gleich hoch. Auf diesem Gesetze beruht die Wasserwaage; auch der Springbrunnen läßt sich daraus erklären, denn indem das von einem hochgelegenen Becken durch eine Rohrleitung zugeführte Wasser das Bestreben hat, sich bis zur Oberfläche des Beckens zu erheben, steigt es aus dem tiefer liegenden Mundstücke als Wasserstrahl empor.

Aus der leichten Verschiebbarkeit der Wassertheilchen erklärt sich die eigenthümliche Fortpflanzung und Vertheilung des Druckes, durch welche sich die Flüssigkeiten von den festen Körpern sehr unterscheiden. Es wird nämlich der auf eine Stelle der Flüssigkeit ausgeübte Druck nach allen Richtungen hin gleichmäÙig fortgepflanzt. In Gefäßen mit freier Oberfläche ist der Druck nur von der Tiefe unter der Oberfläche abhängig, der Druck ist ferner überall normal (d. h. winkelrecht) zur Wandung des Gefäßes gerichtet.

Der Bodendruck ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, die den Boden des Gefäßes zur Grundfläche und die Höhe des Wasserspiegels zur Höhe hat. Dieser Satz gilt allgemein. Ist der Boden keine wagerechte ebene Fläche, sondern gekrümmt oder geneigt, so ist der Druck nicht überall gleich groß, sondern entspricht an jeder Stelle der Tiefe unter dem Wasserspiegel. Ein entsprechender Druck wird auch auf die Wandungen ausgeübt.

Bemerkenswerth ist die Steigerung des Druckes, welche durch die Anbringung eines Standrohres und dessen Füllung mit Wasser hervorgerufen werden kann. Wenn nämlich ein geschlossenes Gefäß A mit einem hohen Standrohre in Verbindung gebracht und in dieses Wasser gegossen wird, wie Abb. 50 veranschaulicht, so kommt das Gefäß unter hohen Druck, welcher überall der Tiefe unter dem Wasserspiegel in dem

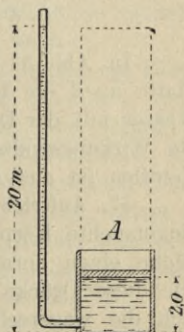


Abb. 50

Standrohre entspricht. Es sei die Grundfläche von $A = 1$ qm und der Querschnitt des Standrohres $= 0,005$ qm, ferner die Höhe des Gefäßes $= 2$ m und die Höhe des Standrohres $= 20$ m über dem Boden. Wenn das Gefäß soeben gefüllt ist, also der Wasserspiegel im Standrohre 2 m über dem Boden steht, so beträgt der Bodendruck

$$1,0 \cdot 2,0 = 2 \text{ cbm Wasser,}$$

oder da 1 cbm Wasser 1000 kg wiegt, $= 2000$ kg, und der Druck auf den Deckel des Gefäßes ist $= 0$.

Dadurch, daß nun das Standrohr bis zur Höhe von 20 m gefüllt wird, wozu nur $0,005 \cdot (20 - 2) \cdot 1000 = 90$ kg

Wasser erforderlich sind, erhöht sich der auf den Gefäßsboden wirkende Wasserdruck auf $1,0 \cdot 20 \cdot 1000 = 20\,000$ kg.

Wenn der Deckel ein beweglicher Kolben ist, so muß er, um nicht gehoben zu werden, mit 18000 kg belastet werden und der Boden, auf welchem das Gefäß steht, hat alsdann natürlich auch diese Belastung zu tragen.

Wenn aber das Gefäß A statt des beweglichen Kolbens einen fest aufgeschraubten Deckel hat oder der Kolben wie in Abb. 51 gegen einen festen, mit dem Gefäße verbundenen Bügel abgespreizt werden kann, so ist eine Belastung nicht nöthig. Die Auflagerfläche des Gefäßes erleidet alsdann nur einen Druck gleich dem Eigengewichte von A und dem Gewichte seines Wasserinhaltes von 2,09 cbm, während dem stärkeren Drucke auf den Gefäßsboden der aufwärts gerichtete Deckeldruck entgegenwirkt. Auch die Wirkungsweise der hydraulischen Presse ist aus dem vorstehenden zu erkennen. Statt des offenen Standrohres wird hierbei eine Druckpumpe angewandt (vergl. Abb. 51); die Pressung der Druckleitung überträgt sich auf den Presscylinder in gleicher Weise wie bei der Füllung des offenen Standrohres.

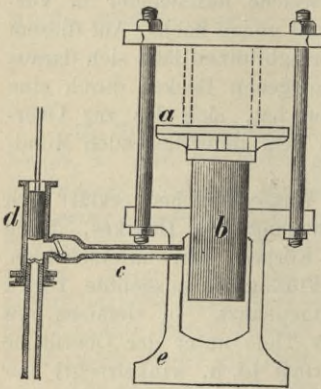


Abb. 51

In Abb. 51 ist e der Presscylinder, b der Presskolben mit der Platte a , d die Druckpumpe und c das Druckrohr, durch welches das Wasser mit der Druckpumpe in den Cylinder hineingepresst wird. Auch die Wirkungsweise der Druckpumpe mit ihrem Kolben und den beiden Ventilen ist aus Abb. 51 zu erkennen.

57. Auftrieb des Wassers. Jeder in das Wasser ganz oder theilweise eingetauchte Körper erleidet an jeder Stelle seiner eingetauchten Oberfläche einen normal zu dieser gerichteten Wasserdruck. Zerlegt man alle diese Drücke nach lothrechter und wagerechter Richtung, so heben sich die wagerechten Seitenkräfte auf und die lothrechten ergeben eine aufwärts gerichtete Mittelkraft, die dem Gewichte des von dem Körper verdrängten Wassers gleich ist und durch den Schwerpunkt des verdrängten Wasserkörpers geht. Auf den Körper wirken also in lothrechtem Sinne zwei Kräfte ein, nämlich die Schwerkraft, welche in dem Schwer-

punkte des ganzen Körpers angreift und nach unten gerichtet ist, und anderseits der nach oben gerichtete und durch den Schwerpunkt des eingetauchten Körpertheiles gehende Auftrieb.

So lange der Auftrieb kleiner ist als das Gewicht des Körpers, sinkt der letztere tiefer ein, und wenn sein spezifisches Gewicht größer ist als das des Wassers, so taucht er unter und sinkt zu Boden. Uebertrifft aber der Auftrieb das Gewicht des Körpers, so steigt er empor, bis beide Kräfte gleich sind, und alsdann schwimmt er auf dem Wasser.

Jeder schwimmende Körper taucht also so tief ein, bis das Gewicht der von ihm verdrängten Wassermenge seinem Gewichte gleich kommt. Er nimmt ferner stets eine solche Lage an, daß Schwerkraft und Auftrieb in eine Lothrechte (die Schwimmachse) fallen.

In Abb. 52 ist S der Schwerpunkt eines schwimmenden Körpers und SM die bei normaler Lage lothrecht stehende Schwimmachse. Es sei nun der Körper durch irgend einen Zufall aus seiner Gleichgewichtslage gekommen, wobei sich der Schwerpunkt des verdrängten Wassers von S nach dem Punkte W verschoben hat. WM ist dann die Richtung des Auftriebes, und wenn der Schwerpunkt S tiefer als M liegt, so wird sich der Körper unter der Einwirkung des in der Richtung WM wirkenden Auftriebes und der gleich großen, von S nach G wirkenden Schwerkraft aufrichten und seine Gleichgewichtslage wieder einzunehmen bestrebt sein. Läge dagegen der Schwerpunkt des Körpers in S' , d. h. höher als der Punkt M , in welchem die durch W gelegte Lothrechte die Schwimmachse schneidet, so würde sich der Körper noch schief stellen und umkippen. Der Punkt M wird das Metacentrum genannt und aus dem vorstehenden ergibt sich der Satz:

Ein Körper schwimmt standsicher (stabil) oder nicht, je nachdem sein Schwerpunkt unter oder über dem Metacentrum liegt.

Je leichter eine Flüssigkeit ist, desto tiefer sinkt in ihr ein Körper ein. Aus der Tiefe des Einsinkens einer eingetheilten Glasröhre, deren unterer Theil cylindrisch erweitert und mit Quecksilber oder Schrot belastet ist, läßt sich daher das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten feststellen (Senkwagen oder Aräometer). Hierbei hat man bei genauen Untersuchungen auch auf die Temperatur der Flüssigkeit zu achten, indem die Flüssigkeiten ebenso wie alle anderen Körper durch die Wärme ausgedehnt werden und beim Erkalten sich zusammenziehen, wodurch das spezifische Gewicht etwas kleiner beziehungsweise größer wird (vgl. Art. 59 und 60).

58. Luftförmige Körper. Die Luftarten, deren wichtigste die atmosphärische Luft ist, sind noch bedeutend leichter und beweglicher als das Wasser. Ihre einzelnen Massentheilchen haben gar keinen Zusammenhang, sie stoßen sich vielmehr gegenseitig ab und suchen sich nach allen Richtungen hin voneinander zu entfernen.

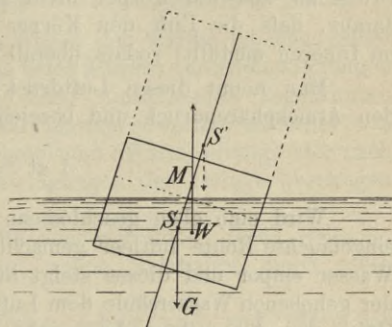


Abb. 52

Die Luft sucht jeden ihr dargebotenen Raum ganz auszufüllen; wird dieser Raum vergrößert, ohne dafs ein weiterer Zutritt von Luft stattfinden kann, so dehnt sie sich aus und wird leichter; wird der Raum kleiner, so läfst sie sich zusammendrücken und wird dichter.

Die Luft ist daher elastisch.

Wenn man eine Literflasche durch Auspumpen luftleer macht, so wiegt sie 1,3 g weniger, als wenn sie mit gewöhnlicher Luft angefüllt ist. 1 cbm Luft wiegt daher an der Erdoberfläche durchschnittlich 1,3 kg. In höheren Luftschichten wird die Luft mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel immer dünner und leichter. Hierbei wird auch ihre Spannung, oder der Luftdruck, d. i. das Bestreben sich auszudehnen, immer geringer. Denn je dichter die Luft ist, desto gröfser ist ihre Spannkraft.

Die Spannkraft der Luft beträgt an der Erdoberfläche 1 kg auf jedes qcm, also 10 000 kg auf 1 qm. Wenn wir diesen sehr gewaltigen Druck an unserem Körper nicht gewahr werden, so erklärt sich dies daraus, dafs die Luft den Körper ausen vollständig umgiebt und auch im Inneren ausfüllt, sodafs überall Druck und Gegendruck stattfindet.

Man nennt diesen Luftdruck von 1 kg auf 1 qcm der Oberfläche den Atmosphärendruck und bezeichnet ihn mit at, also

$$1 \text{ at} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}.$$

Wird eine oben geschlossene und unten in ein Gefäfs mit Wasser eingetauchte Röhre luftleer gemacht, so treibt der äufsere Luftdruck das Wasser empor und dieses steigt in der Röhre so hoch, bis das Gewicht der gehobenen Wassersäule dem Luftdrucke das Gleichgewicht hält. Diese Höhe des Atmosphärendrucks ist 10 m (genauer 10,3 m). Wird die Röhre aber in ein Quecksilbergefäfs eingetaucht, so wird die Quecksilbersäule nur 76 cm hoch, weil Quecksilber 13,6 mal schwerer als Wasser ist.

Ein Druck von 5 at bewirkt eine 5 mal gröfsere Höhe der Quecksilbersäule.

Instrumente zum Ablesen des Luftdrucks heifsen Barometer. Man kann mit einem solchen Instrumente beispielsweise die Höhe eines Berges über der Ebene oder über dem Meeresspiegel berechnen.

Von grossem Einflufs auf die Spannkraft der luftförmigen Körper ist ferner ihr Wärmegrad. Durch die Wärme wird die Luft oder der Wasserdampf ausgedehnt und, wenn eine Ausdehnung nicht möglich ist, wie z. B. in einem Dampfkessel, so vergrößert sich die Spannkraft oder der Druck. Hierauf beruht die Wirkung des Wasserdampfes in den Dampfmaschinen.

Die Instrumente zum Ablesen der Dampfspannung heifsen Manometer, die Wärmegrade werden mit dem Thermometer gemessen.

Auf dem Luftdruck beruhen der Heber (Saug- und Stechheber), der Blasebalg, die Saug- und Druckpumpen, der Windkessel, die Feuerspritze und andere Vorrichtungen, um Flüssigkeiten durch Luftverdünnung anzusaugen oder durch geprefste Luft fortzutreiben.

Die Saughöhe darf nicht gröfser als der Atmosphärendruck sein, weil bei gröfserer Höhe die gehobene Wassersäule abreifst. Da eine

vollkommene Luftleere praktisch schwer zu erreichen ist, sondern statt deren nur eine Luftverdünnung, so liegt die praktische Grenze der Saughöhe bei etwa 8 m.

Die Wirksamkeit des Windkessels bei der Feuerspritze beruht darauf, daß die Druckpumpen das Wasser in den mit Luft gefüllten Behälter hineinpumpen, wobei die Luft zusammengedrückt wird. Beim Öffnen des Ausflußventils treibt der starke Luftdruck das Wasser in ununterbrochenem Strahle hinaus, während es durch die Pumpen nur stoffsweise in den Kessel hineingedrückt wird.

Hervorzuheben ist noch die gegenseitige Durchdringung verschiedener Luftarten. Diese lagern sich nämlich bei der Vermischung in einem Behälter nicht neben- oder übereinander ab wie die Flüssigkeiten, sondern sie durchdringen und vermischen sich vollständig, und jede Luftart verbreitet sich dabei in dem Raume genau ebenso, als wenn die anderen gar nicht darin vorhanden wären. Ein mit Luft angefülltes Gefäß kann z. B. Wasserdampf in gleicher Weise aufnehmen wie ein luftleerer Raum.

59. Die Wärme. Das eigentliche Wesen der Wärme ist nicht sicher bekannt. Man nimmt an, daß die Wärme eines Körpers durch Schwingungen seiner einzelnen Theilchen und des diese umhüllenden sogenannten Aethers entsteht. Die (unsichtbaren) Schwingungen werden entweder von einem Körpertheilchen zum anderen fortgepflanzt (Wärmeleitung) oder nach einem entfernten Körper durch die Schwingungen des Aethers übertragen (Wärmestrahlung).

Die Wärme wird erregt durch die Sonnenstrahlen, durch Reibung, Zusammenpressen, durch Verbrennung, sowie überhaupt durch viele chemische Vorgänge.

Manche Körper nehmen die Wärme schnell auf und leiten sie schnell weiter (gute Wärmeleiter, z. B. Metalle); andere Körper sind schlechte Wärmeleiter (Wolle, Federn, Asche, Stroh, Schnee, Wasser und Luft). Die schlechten Wärmeleiter werden sowohl angewandt, um vorhandene Wärme zurückzuhalten (Schutz gegen Ausstrahlung der Wärme), als auch zur Abhaltung eindringender Wärme oder Kälte.

Kalt erscheint uns jeder Gegenstand, welcher weniger warm ist als unser Körper und deshalb uns bei der Berührung Wärme entzieht.

Durch Ausstrahlung erkaltet ein warmer Körper. Die einen Körper treffenden Wärmestrahlen werden theils aufgenommen, wodurch sich der Körper erwärmt, theils zurückgeworfen, wie die Lichtstrahlen von einer spiegelnden Fläche zurückgeworfen werden. Die Wärmestrahlen werden von Körpern mit dunkler und rauher Oberfläche besser aufgenommen, aber auch leichter wieder ausgestrahlt als von hellen und glatten Oberflächen.

Durch die Wärme werden alle Körper ausgedehnt, bei dem Erkalten ziehen sie sich zusammen. Diese Eigenschaft ist nicht bloß für die Bauconstructions sehr wichtig, sondern es beruhen auf ihr auch die Strömungen in der Luft und im Wasser. Denn die warme Luft wird durch die Ausdehnung leichter und steigt in die Höhe, während die kalte Luft niedersinkt. Hierdurch entstehen die Luftströmungen, der Luftzug, die Winde usw., und ebenso erklären sich die Strömungen im Wasser.

Bei der Luftheizung und der Warmwasserheizung wird eine Circulation durch Erwärmung der Luft in einer Heizkammer beziehungsweise des Wassers in einem Kessel künstlich herbeigeführt.

Zum Messen der Wärme dient das Thermometer, bestehend aus einer luftleer gemachten Glasröhre mit einer Kugel am unteren Ende. Die Kugel ist mit Quecksilber gefüllt und dieses steigt je nach seiner Temperatur in der Röhre mehr oder weniger hoch empor. Man bezeichnet nun den Stand der Quecksilbersäule beim Gefrieren und beim Sieden des Wassers und theilt den Zwischenraum in 100 gleiche Theile oder Grade, die auch unter den Gefrierpunkt noch weiter abwärts fortgesetzt werden. Dies ist das sogenannte hunderttheilige oder Celsius'sche Thermometer, neben welchem bei uns noch das 80theilige (nach Réaumur) in Gebrauch ist.

60. Eisbildung. Eine bemerkenswerthe Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze der Ausdehnung durch die Wärme findet bei dem nahezu bis auf den Gefrierpunkt erkalteten Wasser statt. Sobald nämlich das Wasser nur noch 4° Wärme nach dem 100theiligen Thermometer (4° Celsius oder 4° C.) hat, ist es am dichtesten und bei weiterer Abkühlung zieht es sich nicht weiter zusammen, sondern wird leichter. Dieser Umstand ist sehr wichtig. Denn er bewirkt, daß das an der Luft bis unter 4° abgekühlte Wasser der oberen Schicht nicht niedersinkt, sondern an der Oberfläche bleibt und schließlich dort eine Eisdecke bildet, die als schlechter Wärmeleiter das darunter befindliche Wasser vor Abkühlung schützt.

Das Eis bildet sich in ruhendem Wasser nur an der Oberfläche.

In den Flüssen ist der Vorgang der Eisbildung jedoch etwas anders. Die Wirbelbewegungen in dem Wasser bringen nämlich die Wassertheilchen so durcheinander, daß ziemlich alles Wasser bis auf den Gefrierpunkt erkaltet. Da nun die Strömung der Erstarrung entgegenwirkt, so beginnt die Eisbildung in fließenden Gewässern gewöhnlich zuerst am Boden, wo die Strömungsgeschwindigkeit am kleinsten ist. In solcher Weise entsteht das Grundeis; dieses bleibt aber nicht am Boden, sondern schwimmt auf, weil das Eis leichter als Wasser ist, und sammelt sich an der Oberfläche.

61. Das Schmelzen und Sieden. Bei der Eisbildung geht das flüssige Wasser in einen festen Körper über. Aehnliche Zustandsänderungen können bei den meisten Körpern vorkommen. Durch Erwärmung werden feste Körper flüssig und durch Abkühlung erstarren die flüssigen Körper. Der Wärmegrad, bei welchem diese Umwandlung vor sich geht, ist der Schmelzpunkt beziehungsweise Gefrierpunkt. In gleicher Weise gehen durch Erwärmung Flüssigkeiten in den luftförmigen Zustand über; das Wasser z. B. kocht oder siedet bei 100° C. und verwandelt sich dabei in Wasserdampf. Durch Abkühlung wird der Dampf wieder zu Wasser.

Die Wirkungen der Wärme sind daher außerordentlich groß und vielseitig. Man kann einen flüssigen Körper ansehen als die Vereinigung des festen Körpers mit derjenigen Wärmemenge, die zum Schmelzen erforderlich war und die man gebundene Wärme nennt. Ebenso enthält der Dampf gebundene Wärme, denn beim Verdampfen des Wassers wird Wärme verbraucht.

Die gebundene Wärme wird bei dem Uebergange des Dampfes in den tropfbar-flüssigen Zustand wieder frei, und ebenso verhält es sich allgemein, wenn ein luftförmiger Körper flüssig wird oder ein flüssiger erstarrt.

Die gebundene Wärme ist von großem Einfluß auf das Klima. Beispielsweise wird im Frühjahr beim Schmelzen des Schnees viel Wärme gebunden, wodurch die Luft sich abkühlt, während beim Schneefall Wärme frei und das Wetter wärmer wird.

62. Wärmeeinheit. Um die Wärmemenge und den Wärmeverbrauch zu messen oder zu bezeichnen, hat man eine Wärmeeinheit eingeführt und versteht darunter diejenige Wärmemenge, mit welcher 1 kg Wasser um 1° C. erwärmt werden kann. Nachstehend sind einige Wärmeangaben zusammengestellt. Zur Erwärmung von 1 kg um 1° C. sind an Wärmeeinheiten erforderlich

für Wasser	1,00
„ Gips	0,20
„ Backstein und Quarz . . .	0,19
„ Glas	0,19
„ Gußeisen	0,13
„ Schmiedeisen	0,11
„ Blei	0,03
„ Wasserdampf	0,36
„ Luft	0,24.

Man ersieht hieraus, daß das Wasser von allen Stoffen am schwersten zu erwärmen ist, d. h. die größte Wärmemenge zur Erhöhung des Wärme-grades erfordert.

Die Schmelzwärme des Wassers ist gleich 80 Wärmeeinheiten, d. h. bei dem Schmelzen von 1 kg Schnee oder Eis von 0° wird so viel Wärme verbraucht, als zur Erwärmung von 1 kg Wasser um 80° C. oder von 80 kg Wasser um 1° C. erforderlich ist. 1 kg Wasser von 80° C. und 1 kg Eis von 0° geben dementsprechend 2 kg Wasser von 0°.

Noch größer ist die Verdampfungswärme des Wassers, man braucht nämlich ungefähr 540 Wärmeeinheiten, um 1 kg Wasser von 100° C. in Dampf zu verwandeln, und die gleiche Wärmemenge wird frei, wenn der Dampf condensirt, d. h. zu Wasser wird. Durch Zuleitung von Dampf kann daher Wasser schnell warm gemacht werden; beispielsweise werden 30 kg Wasser von 20° C. durch Zuführung von 2 kg Wasserdampf von 100° in folgender Weise erwärmt. Innere Wärmemenge des Dampfes $2 \cdot 540 = 1080$ Wärmeeinheiten. Hierzu 30 kg von 20° = 600 und 2 kg von 100° = 200 Einheiten. Ganze Wassermenge $30 + 2 = 32$ kg.

$$\text{Wärmegrad} = \frac{1080 + 600 + 200}{32} = 58\frac{3}{4}^{\circ}.$$

63. Kraftleistungen. Was man unter mechanischer Arbeit zu verstehen hat, ist in Art. 52 erläutert worden. Die Kraftleistung wird durch die mechanische Arbeit gemessen und ist gleich dem Producte aus Kraft mal Weg, und wenn man zwei Kraftleistungen miteinander vergleichen will, so muß man sie noch mit der Arbeitszeit multipliciren. Kraftanstrengungen, die keine mechanische Wirkung haben, wie z. B. das

Ziehen mit ungenügender Kraft an einem schweren Gegenstande, ohne diesen bewegen zu können, werden als Kraftleistungen nicht angesehen.

Zur Berechnung der erforderlichen Arbeitskräfte, Zugthiere oder der anzuwendenden Maschinen sind nachstehende Angaben nützlich.

- a) Menschenkraft an der Kurbel bei 8stündiger Arbeitszeit und 0,9 m Geschwindigkeit 7 bis 8 kg, Tagesleistung etwa 180 000 mkg. Am Haspel oder an der Zugkette ist die Kraft $P = 25$ bis 30 kg und die Geschwindigkeit $v = 0,3$ bis 0,4 m. Am Hebel ist die Kraft = 5 kg und die Geschwindigkeit = 1,1 m anzunehmen. Dies sind die möglichen Arbeitsleistungen, die wirklichen sind stets geringer und zwar sind für 1 Pferdestärke = 75 mkg in der Secunde etwa 22 Mann erforderlich.
- b) Pferde am Göpel oder Wagen leisten 50 bis 80 kg Zugkraft bei 8stündiger Arbeitszeit und 0,9 bis 1,25 m Geschwindigkeit. Für Frachtfuhrwerke kann die Zugkraft = $\frac{1}{5}$ des Gewichtes der Pferde angenommen werden und die Geschwindigkeit = 0,80 m. Die secundliche Leistung beträgt alsdann für ein 350 kg schweres Pferd

$$\frac{350}{5} \cdot 0,80 = 56 \text{ mkg.}$$

Auf ansteigender Strafe ist aber die Zugkraft geringer, weil alsdann bereits die eigene Fortbewegung des Zugthieres eine gröfsere Arbeit erfordert als auf ebener Strafe. Die aufzuwendende Zugkraft wächst dagegen mit der Steigung der Strafe und zwar ist bei dem Steigungsverhältnifs 1:n aufser dem Reibungswiderstande noch ein Zug = $\frac{1}{n}$ des Gewichtes von Fuhrwerk und Ladung erforderlich.

Beispiel. Leergewicht des Frachtwagens = 1800 kg, Ladung = 4000 kg. Der Reibungswiderstand des Wagens sei auf guter Pflasterbahn = 1:40, also

$$= \frac{1}{40} \cdot (1800 + 4000) = 145 \text{ kg.}$$

Auf ebener Strafe ist daher eine Zugkraft von 145 kg erforderlich, für welche eine Bespannung mit 2 starken Pferden ausreicht. Wenn jedoch die Strafe mit 1:30 ansteigt, so beträgt die erforderliche Zugkraft

$$145 + \frac{1}{30} \cdot (1800 + 4000) = 338 \text{ kg.}$$

Hierbei würden 4 Pferde bereits sehr angestrengt werden, zumal schon die eigene Aufwärtsbewegung die Zugkraft jedes Pferdes mit einem Zuge von $\frac{1}{30}$ des Eigengewichtes gleich etwa 12 kg in Anspruch nimmt. Daher ist es zweckmäfsig, 6 Pferde vorzuspannen.

Wenn eine bestimmte Arbeit in einer bestimmten Zeit geleistet werden soll, mufs man dieser Nutzleistung noch die verlorene Arbeit, insbesondere diejenige aller zu überwindenden Reibungswiderstände hinzufügen. Es würde aber sehr mühsam und unübersichtlich sein, wollte man die letzteren jedesmal einzeln genau ermitteln, und es müfsen für eine derartige genaue Berechnung auch die zu verwendenden Kraftmaschinen schon gegeben sein. Die Rechnung wird dagegen sehr vereinfacht, wenn man die wirkliche Arbeitsleistung in einem entsprechend

zu wählenden Verhältnisse größer als die Nutzarbeit annimmt. Das Verhältniß der Nutzleistung zu dem wirklichen Arbeitsaufwande läßt sich für die einzelnen Maschinen, sowie für ihre einzelnen Bestandtheile erfahrungsmäßig feststellen und wird ihr Wirkungsgrad genannt. Den Wirkungsgrad bezeichnet man gewöhnlich mit dem griechischen Buchstaben η (Eta). Zur Erläuterung möge das nachfolgende Beispiel dienen.

Beispiel. Es soll eine Baugrube ausgepumpt werden, wobei einschliesslich des während des Pumpens zufließenden Grundwassers schätzungsweise 500 cbm Wasser zu fördern sind. Hubhöhe durchschnittlich 4 m. Wie muß die Pumpe angeordnet werden, wenn die Arbeit in 3 Stunden geleistet werden soll?

Nutzleistung = $500 \cdot 4 = 2000$ mt (Metertonnen) = $2000 \cdot 1000$ mkg in $3 \cdot 60 \cdot 60 = 10800$ Sekunden, also in einer Secunde

$$\text{Nutzleistung} = \frac{2\,000\,000}{10\,800} = 185 \text{ mkg.}$$

Der Wirkungsgrad der Centrifugalpumpe sei $\eta_1 = 0,60$, dann ist die Arbeitsleistung der Pumpe

$$A_1 = \frac{1}{0,60} \cdot 185 = 308 \text{ mkg.}$$

Die Centrifugalpumpe möge von einer Locomobile mit Riemenscheiben angetrieben werden. Der Wirkungsgrad dieses Riemenscheibenantriebes sei $\eta_2 = 0,95$. Dann ist die an der Kurbelwelle der Locomobile zu leistende Arbeit

$$A_2 = \frac{1}{0,95} \cdot 308 = 324 \text{ mkg,}$$

oder in Pferdestärken, da eine Pferdestärke = 75 mkg ist,

$$N = \frac{324}{75} = 4,32 \text{ Pferdestärken.}$$

Es ist daher eine Locomobile zu wählen, welche mindestens 4,32, besser 5 bis 6 Pferdestärken an der Kurbelwelle (sogenannte gebremste Pferdestärken) zu leisten imstande ist.

64. Reibungcoefficienten.

Gegenstand	Reibungcoefficient der	
	Ruhe	Bewegung
Stein auf Stein im Mittel	0,70	—
Mauerwerk auf Erde im Mittel	0,60	—
Stein auf Holz im Mittel	0,60	—
Stein auf Eisen im Mittel	0,45	—
Holz auf Holz im Mittel (trocken)	0,55	0,35
Metall auf Holz im Mittel	0,55	0,45
Schweißeisen auf Gulßeisen oder Bronze, trocken	0,19	0,18
Schweißeisen auf Gulßeisen oder Bronze, geschmiert (Zapfenreibung)	—	0,08
Leder auf Gulßeisen	0,28	—
Holz oder Schweißeisen auf Kies	0,45	—
	Reibungcoefficient der Bewegung	
Schiebekarre auf Karrdielen	0,04	bis 0,06
Handkippkarren auf Bohlenbahn	0,03	„ 0,04
Kippwagen auf Arbeitsgleisen	0,008	„ 0,012
Fuhrwerke auf schlechtem Wege (Sandboden)	0,1	„ 0,2
Fuhrwerke auf schlammiger Chaussee	0,03	„ 0,04
Fuhrwerke auf guter Chaussee	0,02	„ 0,03
Fuhrwerke auf gutem Pflaster	0,015	„ 0,025
Eisenbahnwagen in Güterzügen	0,003	„ 0,004
Ganze Eisenbahnzüge, je nach der Geschwindigkeit	0,003	„ 0,010

65. Zusammenstellung spezifischer Gewichte.

Gegenstand	Spec. Gewicht	Gegenstand	Spec. Gewicht
Feste Körper		Flüssigkeiten	
Aluminium	2,60	Aether	0,74
Asphalt	1,15	Alkohol, wasserfrei . . .	0,79
Basalt	2,7—3,2	Anilin	1,04
Beton	1,8—2,4	Bier	1,03
Blei	11,35	Glycerin, wasserfrei . . .	1,26
Braunkohle	1,2—1,5	Kochsalzlauge, gesättigt .	1,21
Eis	0,88—0,92	Leinöl, gekochtes	0,94
Erde	1,35—2,0	Meerwasser . im Mittel	1,025
Fett	0,92—0,94	Milch	1,03
Flußeisener	7,85	Olivenöl	0,92
Gips, gebrannt	1,81	Petroleum	0,80
Gips, gegossen	0,97	Quecksilber	13,60
Gneis	2,4—2,7	Rüböl	0,91
Gold	19,3	Salpetersäure	1,50
Granit	2,5—3,0	Salzsäure	1,20
Gußeisener	7,25	Schwefelsäure	1,80
Holz:		Steinkohlentheer	1,20
Buche	grün 1,0 lufttr. 0,75		
Eiche	1,0 0,85		
Esche	0,85 0,65		
Kiefer	0,85 0,50		
Kork	— 0,24		
Pockholz	— 1,25		
Kalkbrei	1,3		
Kalk, gebrannt	1,6—1,8		
Kalkstein	2,4—2,8		
Kies	1,8—2,0		
Kochsalz	2,1—2,2		
Kupfer	8,8		
Lehm	1,5—2,8		
Mergel	2,3—2,5		
Messing	8,5		
Porphyr	2,4—2,8		
Porzellan	2,45		
Preßkohle	1,25		
Quarz	2,5—2,8		
Sand	1,4—1,9		
Sandstein	2,2—2,5		
Schiefer	2,65		
Schnee	0,10—0,12		
Schweißeisener	7,80		
Silber	10,5		
Stahl	7,86		
Steinkohle im Stück	1,2—1,5		
Thon	1,8—2,6		
Torf	0,64—0,84		
Trafs, gemahlen	0,95		
Ziegel	1,4—2,0		
Zink, gegossen	6,86		
Zink, gewalzt	7,15		
Zinn	7,30		
		Gase und Dämpfe	
		bezogen auf trockene Luft =	1,00
		Aetherdampf	2,59
		Alkoholdampf	1,60
		Ammoniak	0,59
		Grubengas	0,56
		Kohlensäure	1,53
		Leuchtgas	0,35—0,45
		Quecksilberdampf	6,94
		Sauerstoff	1,11
		Schwefeldampf	6,62
		Stickstoff	0,97
		Wasserdampf	0,62
		Wasserstoff	0,069
		Gewichte	
		geschichteter Mengen	in kg/cbm
		Braunkohlen	700
		Steinkohlen	750
		Koks	400
		Holzkohlen	180
		Torf, trocken	360
		feucht	600
		Nadelholz in Scheiten	330
		Eichenholz desgl.	420
		Kartoffeln	700
		Rüben	600
		Roggen	730
		Weizen	750

Fünfter Abschnitt.

Festigkeitslehre.

66. Ausdehnung und Zusammenziehung. Die festen Körper haben die Eigenschaft, daß ihre einzelnen Theilchen (Moleküle) mit größerer oder geringerer Kraft aneinandergehalten werden, sodafs sie einer Trennung Widerstand leisten. Man nennt diese Eigenschaft die Festigkeit der Materialien und unterscheidet die Festigkeit gegen Zerreißen, Zerdrücken, Brechen und Verdrehen oder Abscheeren. So lange die trennende Kraft kleiner als die Festigkeit des Körpers ist, bleibt der Zusammenhang des letzteren erhalten, nichtsdestoweniger findet aber eine Längenänderung statt. Wird ein Stab in seiner Längenrichtung einem Zug oder Druck ausgesetzt, so wird er in dem ersten Falle länger, in dem zweiten kürzer. Diese Längenänderungen wachsen in nahezu geradem Verhältnisse mit der Belastung P und mit der Länge l des Stabes und in umgekehrten Verhältnisse mit seinem Querschnitt F . Es gilt also für

die Verlängerung oder Verkürzung Δl die Grundgleichung $E \cdot \Delta l = \frac{P}{F} \cdot l$,
 worin E die sogenannte Elasticitätsziffer bedeutet, welche für jedes Material durch Versuche ermittelt werden kann.

Gewöhnlich wird der Querschnitt F des Stabes in qcm ausgedrückt und es empfiehlt sich, auch die Längen l in cm auszudrücken. Die Elasticitätsziffer E ist in cm und kg

für Schweifs- und Flufseisen, Eisendraht und Stahl	$E = 2\,000\,000$
„ Gufseisen	1 000 000
„ Kupfer	1 160 000
„ Blei	50 000
„ hartes Holz in der Faserrichtung	120 000
„ weiches „ „ „ „	100 000
„ Glas	800 000
„ Granit	300 000.

Beispiel. An eine 4 m lange eiserne Stange von quadratischem Querschnitt mit 30 mm oder 3,0 cm Seitenlänge soll eine Last von 6000 kg gehängt werden, wie groß ist die Verlängerung? Es gilt die Gleichung:

$$2\,000\,000 \cdot \Delta l = \frac{6000 \cdot 400}{3,0^2 = 9},$$

und man erhält daraus

$$\Delta l = \frac{2400000}{18000000} = 0,13 \text{ cm,}$$

oder

$$\Delta l = 1,3 \text{ mm.}$$

Wäre die Länge der Stange nur halb so groß, so würde auch die Verlängerung bei gleichbleibender Belastung nur halb so groß sein.

Im Anschluss an das vorstehende möge noch erwähnt werden, dass Längenänderungen auch durch Aenderung des Wärmegrades entstehen. Wenn aber ein Körper so gelagert ist, dass er sich nicht entsprechend ausdehnen oder zusammenziehen kann, so wird seine Widerstandsfähigkeit gegen Druck oder Zug ebenso stark in Anspruch genommen, als wenn die natürliche Längenänderung durch eine entsprechende Belastung wieder aufgehoben worden wäre.

Nachstehend ist die Längenänderung, die bei der Wärmeänderung um 1° C. eintritt, für einige Körper angegeben. Sie beträgt

für Schweisseisen und harten Stahl	1 : 81000
„ Gufseisen und weichen Stahl	1 : 93000
„ Blei und Zink	1 : 35000
„ Zinn	1 : 51600
„ Holz in der Längsrichtung	1 : 100000 bis 1 : 300000.

Ferner ist die räumliche Ausdehnung bei der Erwärmung um 1° C.

für Wasser von 10° C.	1 : 11000
„ „ „ 20° C.	1 : 5000
„ „ „ 30° C.	1 : 3000
„ luftförmige Körper durchschnittlich	1 : 273.

Beispiel. Die 4 m lange Eisenstange des vorigen Beispiels sei mit den Enden durch zwei Mauern gesteckt und nach Erwärmung auf 40° C. mit Splintankern so eingespannt, dass sie sich nicht zusammenziehen kann. Wie stark wird sie gespannt, wenn sie auf 10° erkaltet? Bei freier Lage würde die Verkürzung infolge der Wärmeabnahme von 40° auf 10° betragen

$$\Delta l = \frac{l(40 - 10)}{81000} = \frac{400 \cdot 30}{81000} = 0,148 \text{ cm.}$$

Die Spannung der Stange ist folglich ebenso groß, als wenn sie durch ein angehängtes Gewicht P um 0,148 cm ausgereckt würde. Es ist nun gemäß der vorstehenden Grundgleichung

$$P = E \cdot F \cdot \frac{\Delta l}{l} = 2000000 \cdot 9 \cdot \frac{0,148}{400}$$

$$= \frac{18 \cdot 1480}{4} = 6660 \text{ kg,}$$

und dies ist die auf jede Mauer ausgeübte wagerechte Schubkraft. Da die Stange 9 qcm Querschnitt hat, so entfällt auf 1 qcm Querschnittsfläche die Spannung

$$s = \frac{P}{F} = \frac{6660}{9} = 740 \text{ kg.}$$

67. Zulässige Beanspruchung. Kein Material darf so stark beansprucht werden, dass die Gefahr der Zerstörung des Zusammenhanges (Zerreißen, Zerbrechen usw.) eintreten könnte. Es sei k die Last in kg, welche jedes Quadratcentimeter (qcm) des Querschnitts eines Körpers noch mit genügender Sicherheit tragen kann, dann ist k die zulässige Beanspruchung, die in Wirklichkeit, selbst bei der ungünstigsten Beanspruchungsweise des Körpers, nicht überschritten werden darf. Ist die wirkliche Beanspruchung = s , so muss folglich s kleiner als k oder höchstens = k sein.

Wenn ein Körper in seinen Querschnitten veränderlich ist, so muss diese Bedingung noch für den schwächsten Querschnitt erfüllt sein, weshalb es genügt, die Berechnung für diesen anzustellen. In ähnlicher

Wenn die freie Höhe eines gedrückten Stabes im Verhältniß zu seinem Querschnitte größer ist als vorstehend angegeben wurde, so nimmt seine Knickfestigkeit ab, d. h. er kann nur noch eine kleinere Belastung mit Sicherheit tragen als der Druckfestigkeit entsprechen würde. Die Knickfestigkeit wird häufig als Bruchtheil der Druckfestigkeit angegeben; man kann für einen rechteckigen Querschnitt das Verhältniß $\frac{\text{Knickfestigkeit}}{\text{Druckfestigkeit}} = n$ annehmen wie folgt:

für $\frac{l}{e} =$	10	20	30
ist $n =$	0,9	0,60	0,30.

Hierbei bedeutet l die freie Länge und e die kleinste Querschnittsseite des Stabes. Ein kieferner Stiel von 20×12 cm Querschnitt und 3,60 m Höhe hat daher die Knickfestigkeit von nur etwa $0,30 \cdot 75 = 22,5 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$, und die größte zulässige Belastung ist

$$22,5 \cdot F = 22,5 \cdot 20 \cdot 12 = 5400 \text{ kg.}$$

69. Biegungsfestigkeit. Wenn ein Balken nur an den Enden unterstützt ist und zwischen den Auflagern frei liegt, so hat er sein Eigengewicht und die auf ihm ruhende Last zu tragen. Hierbei findet eine Durchbiegung statt, die mit der Belastung wächst, und es ist leicht zu erkennen, daß der gebogene Balken oben kürzer, unten länger geworden ist (Abb. 53). Denken wir uns nun den Balken an einer beliebigen Stelle durchschnitten, so sind die einzelnen Theile des Querschnitts in verschiedenem Sinne beansprucht, die oberen Fasern werden zusammengedrückt, die unteren durch Zugbeanspruchung ausgedehnt. An den Kanten des Querschnitts sind diese Beanspruchungen am größten, während die mittlere Faser weder gedrückt noch gezogen wird, sondern neutral bleibt. Für die Spannungsvertheilung innerhalb des Querschnitts gilt der folgende Satz:

Die Faserpressungen wachsen in geradem Verhältniß mit dem Abstände von der neutralen Schicht und die letztere geht durch den Schwerpunkt des Querschnitts.

Zur Veranschaulichung der Art und Weise, wie die an dem Balkenquerschnitte wirkenden inneren Kräfte den äußeren das Gleichgewicht halten, diene Abb. 54 bis 56. Ein Balken von l cm Länge zwischen den Stützen sei gleichmäßig belastet und zwar betrage die Last einschließlich des Eigengewichtes p kg auf jedes Centimeter der Länge. Es ist dann jeder Auflagerdruck $= \frac{1}{2} pl$ kg. Wir wollen nun den Balken in der Mitte durchgeschnitten und das linke Ende um die neutrale Achse O des Schnittes drehbar denken wie einen einarmigen Hebel. Dann

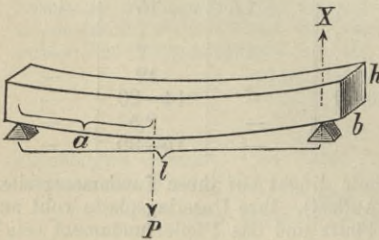


Abb. 53

wirken auf die Balkenhälfte als äußere Kräfte der Gegendruck des Auflagers $A = \frac{pl}{2}$ und die gleichmäßig vertheilte Last $\frac{pl}{2}$. Die letztere können wir durch die in ihrem Schwerpunkte angreifende Mittel-

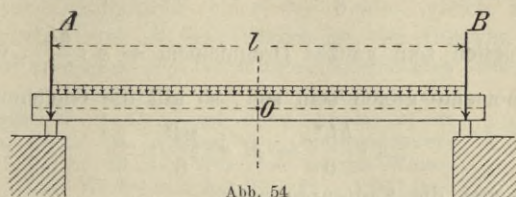


Abb. 54

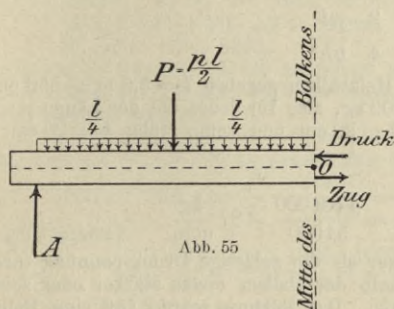


Abb. 55

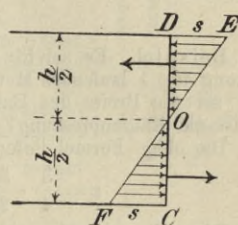


Abb. 56

kraft P ersetzen. Durch die Auflagerkraft A wird der Hebel aufwärts, oder wie der Zeiger einer Uhr, durch P in entgegengesetzter Richtung gedreht. Das verbleibende Drehmoment ist

$$M = A \frac{l}{2} - P \frac{l}{4} = \frac{pl}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{pl}{2} \cdot \frac{l}{4}$$

$$M = \frac{pl^2}{8}$$

Diesem Drehmomente der äußeren Kräfte muß nun das in der Querschnittsfläche auftretende Moment der inneren Kräfte das Gleichgewicht halten. Und in der That ersehen wir aus der Abbildung 55, daß sowohl die Faserpressungen der oberen als die Faserpressungen der unteren Querschnittshälfte für den Drehpunkt O ein linksherum drehendes, also dem Angriffsmomente entgegenwirkendes Drehmoment liefern.

Der Querschnitt sei b cm breit und h cm hoch, wie in Abb. 53. Die Kantenpressung sei $= s$ kg auf 1 qcm. Abb. 56 zeigt die Druckfigur. Die Mittelkraft der Druckspannungen entspricht für einen Querschnittsstreifen von 1 cm Breite dem Inhalte des Dreiecks ODE

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2} \cdot s = \frac{h \cdot s}{4}$ und ihr Angriffspunkt geht durch den Schwerpunkt von ODE . Es ist also der Schwerpunktsabstand von $O = \frac{2}{3} OD = \frac{2}{3} \cdot \frac{h}{2} = \frac{h}{3}$ und das Drehmoment aller Druckspannungen ist

$$\frac{h}{3} \cdot \text{Dreieck } ODE = \frac{h}{3} \cdot \frac{h \cdot s}{4} = s \frac{h^2}{12}$$

Ein gleich großes Drehmoment liefern auch die auf den unteren Querschnittstheil wirkenden Zugspannungen; da nun beide in gleichem Sinne wirken, so ist das gesamte Drehmoment des 1 cm breiten Streifens gleich ihrer Summe $= s \cdot \frac{h^2}{6}$. Da der ganze Querschnitt b cm breit

ist, so ist folglich sein ganzes Drehmoment $= s \cdot \frac{bh^2}{6}$, und da dieses dem Angriffsmomente gleich sein soll, so gilt die Gleichung:

$$s \cdot \frac{bh^2}{6} = M = \frac{pl^2}{8};$$

hieraus erhält man die Kantenpressung

$$s = \frac{3}{4} \frac{pl^2}{bh^2}.$$

Beispiel. Es sei für einen Holzbalken gegeben $l = 5,6 \text{ m} = 560 \text{ cm}$, die Belastung für 1 laufendes Meter $= 500 \text{ kg}$, also für jedes cm der Länge $p = 5 \text{ kg}$, ferner sei die Breite des Balkens $b = 20 \text{ cm}$ und seine Höhe $h = 26 \text{ cm}$. Wie groß ist die Kantenpressung?

Die obige Formel liefert

$$s = \frac{3}{4} \cdot \frac{5 \cdot 560^2}{20 \cdot 26^2} = \frac{4704000}{54080} = 87 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}.$$

Diese Beanspruchung ist größer als die zulässige Druckspannung (nach der Zusammenstellung in Art. 67), weshalb der Balken etwas stärker oder seine Belastung kleiner gemacht werden muß. Das letztere würde für eine Balkenlage dadurch zu erreichen sein, daß die Balken näher aneinander gelegt werden.

70. Widerstandsmoment. Die in der Gleichung

$$M = s \cdot \frac{bh^2}{6}$$

des vorigen Artikels vorkommende Größe $\frac{bh^2}{6}$ ist das sogenannte Widerstandsmoment des Balkenquerschnitts. Man bezeichnet das Widerstandsmoment gewöhnlich mit W und es gilt dann ganz allgemein die Gleichung

$$M = s \cdot W,$$

d. i. Angriffsmoment = Kantenpressung \cdot Widerstandsmoment.

Für den rechteckigen Balkenquerschnitt ist $W = \frac{bh^2}{6}$, für andere

Querschnittsformen gelten andere Formeln. Wenn nun das Angriffsmoment M , dem ein Träger zu widerstehen hat, ermittelt worden ist, so hat man den Querschnitt so zu wählen, daß die Kantenpressung

$$s = \frac{M}{W}$$

die zulässige Beanspruchung des Materials nicht überschreitet, sondern unter jenem Grenzwerthe bleibt.

Das Widerstandsmoment hängt von der Größe und Form des Trägerquerschnitts ab. Im allgemeinen wird es um so größer, je mehr die Masse des Trägers in der Nähe der Ober- und Unterkante zusammengehäuft ist. Deshalb giebt man den eisernen Trägern starke Gurtungen, die nur durch einen dünnen Steg (Stehblech der Walzträger) oder gar

nur durch ein Gitterwerk miteinander verbunden sind (wie in Abb. 57). Wäre die Masse des Trägers ganz in seinen Gurtungen vereinigt, so würde das Widerstandsmoment sein

$$W = F \cdot h,$$

wenn F die Querschnittsfläche einer der beiden gleich groß vorausgesetzten Gurtungen und h die Trägerhöhe von Gurtung zu Gurtung beziehungsweise zwischen den Gurtungsschwerpunkten bedeutet.

Beispiel. Ein Gitterträger hat zwei Gurtungen von je zwei Winkeleisen $8 \cdot 8 \cdot 1$ cm und einer Lamelle 20 cm breit und 1,2 cm stark. Der Abstand der Gurtungsschwerpunkte beträgt ungefähr 60 cm. Wie groß ist das Widerstandsmoment? Jedes Winkeleisen hat $[8 + (8 - 1)] 1,0 = 15$ qcm Querschnitt

$$F = 2 \cdot 15 + 20 \cdot 1,2 = 54 \text{ qcm}$$

und $W = 54 \cdot 60 = 3240$.

Für die gezogene Gurtung müßte allerdings noch ein Abzug wegen der Nietlöcher gemacht oder ein etwas stärkeres Gurtungsblech gewählt werden.

Der genannte Träger sei zwischen den Stützpunkten 10 m lang und mit $P = 16000$ kg gleichmäßig belastet. Es ist alsdann $l = 1000$ cm und $p = \frac{P}{l} = \frac{16000}{1000} = 16$ kg, mithin

das Angriffsmoment

$$M = \frac{pl^2}{8} = \frac{16 \cdot 1000 \cdot 1000}{8} = 2000000,$$

und die größte Materialbeanspruchung

$$s = \frac{M}{W} = \frac{2000000}{3240} = 618 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}.$$

Da diese Beanspruchung unter dem zulässigen Höchstwerthe von 750 kg für Schweißisen bleibt, so hat der Träger ausreichende Tragfähigkeit.

Würde in dem obigen Beispiele die Belastung P nicht gleichmäßig über die Länge des Trägers vertheilt sein, sondern als eine Einzellast in der Mitte des Trägers aufliegen, so würde gemäß Abb. 58, nur der Auflagerdruck $A = \frac{P}{2} = 8000$ kg

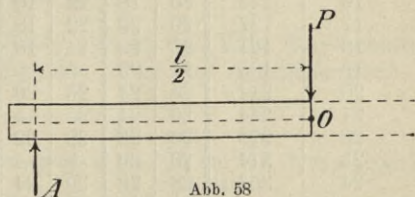


Abb. 58

als äußere Kraft auf das Trägerstück AO wirken, da das Moment von P für den Drehpunkt $O = 0$ ist. Das Angriffsmoment würde sein

$$M = A \frac{l}{2} = 8000 \cdot \frac{1000}{2} = 4000000,$$

mithin doppelt so groß als vorhin. Demnach würde auch die Kantenpressung doppelt so groß werden, also $= 2 \cdot 618 = 1236 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$, und da das nicht zulässig ist, muß der Träger ein größeres Widerstandsmoment, also einen stärkeren Querschnitt erhalten.

Für die häufig vorkommenden **I**-Eisen sind die Widerstandsmomente nachstehend angegeben. Die folgenden Spalten der Zusammenstellung enthalten die Breiten und Höhen der Holzbalken, die ungefähr

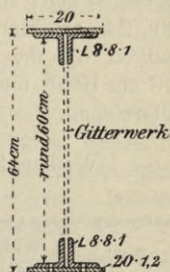


Abb. 57

ein 10mal so großes Widerstandsmoment und somit, da ihre zulässige Beanspruchung $= \frac{1}{10}$ derjenigen von Schweifeseisen ist $\left(75 \text{ bzw. } 750 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}\right)$, die gleiche Tragfähigkeit haben. Endlich sind für verschiedene Belastungen die zulässigen Längen jener Träger angegeben.

Wenn beispielsweise $p = 5,0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ ist und die Stützweite 650 cm betragen soll, so findet man aus der Zusammenstellung, daß ein **I**-Eisen Nr. 24 erforderlich ist. Anstatt des letzteren würde auch ein Holzbalken von den auf gleicher Zeile angegebenen Abmessungen, also von 28 cm Höhe und 28 cm Breite oder von 30 cm Höhe und 24 cm Breite ausreichen.

Widerstandsmomente und Stützweiten für Träger
und Balken.

I-Eisen Normal- profil Nr.	Wider- stands- moment <i>W</i> in cm	Holzbalken von ungefähr 10fachem Widerstandsmoment				Zulässige Stützweite in cm, wenn die Belastung <i>p</i> kg auf 1 cm der Länge beträgt				
		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>p</i> =1,0	<i>p</i> =2,0	<i>p</i> =3,0	<i>p</i> =5,0	<i>p</i> =10,0
8	19	12	10	—	—	338	239	195	151	107
9	26	12	12	14	10	395	279	228	177	125
10	34	14	12	—	—	452	320	261	202	143
11	43	14	14	16	12	508	359	294	227	161
12	55	16	14	—	—	574	406	332	257	182
13	67	16	16	18	14	634	446	366	284	200
14	82	18	16	20	14	701	493	405	314	222
15	98	18	18	20	16	767	542	443	343	242
16	117	20	18	22	16	838	592	484	375	265
17	137	20	20	22	18	907	641	523	405	287
18	161	22	20	24	18	983	695	567	440	311
19	185	24	20	—	—	1054	745	608	469	334
20	214	24	24	26	20	1133	801	654	507	358
21	244	26	24	—	—	1210	856	699	541	383
22	278	26	26	28	22	—	913	746	578	408
23	314	28	26	—	—	—	971	792	614	434
24	353	28	28	30	24	—	1029	840	651	460

Balkenquerschnitte
nach den deutschen
Normalprofilen

Belastung *p* gilt einschließlich
des Eigengewichts der Träger
und der Decke.

71. Ausgekrigte Balken. Wenn ein Balken an einem Ende fest eingemauert und sonst nicht weiter unterstützt wird, so biegt sich das freie Ende durch, und es ist leicht zu ersehen, daß jetzt, anders als in dem früheren Falle eines an beiden Enden aufliegenden Balkens, die oberen Fasern ausgedehnt, die unteren zusammengedrückt werden. Das Angriffsmoment ist am größten dicht an dem eingemauerten Ende und zwar ist daselbst nach Abb. 59:

$$M = P \cdot \frac{l}{2} + Q \cdot a = \frac{pl^2}{2} + Q \cdot a,$$

wo P die Mittelkraft der gleichmäßig vertheilten Belastung und Q eine im Abstände a von der Mauer wirkende Einzellast bedeutet.

Der weitere Gang der Rechnung ist ganz ebenso wie in Art. 69 und 70.

Man erhält die Kantenpressung

$$s = \frac{M}{W} = \frac{\text{Angriffsmoment}}{\text{Widerstandsmoment}}$$

Wenn $Q = 0$ ist, so wird $M = \frac{pl^2}{2}$ und

mithin 4mal so groß als bei einem an beiden Enden frei aufgelagerten Balken

oder auch ebenso groß als bei einem solchen von doppelter Länge. Es kann noch der Fall vorkommen, daß ein Balken an beiden Enden fest eingemauert ist. Alsdann ergibt die Rechnung eine größere Tragfähigkeit, als wenn die Enden auf den Lagerflächen frei beweglich sind. Indessen ist dieser Fall bei Bauconstructions ungewöhnlich, und man muß vielmehr aus praktischen Gründen, insbesondere wegen der Längenänderungen durch Temperaturwechsel, eine ganz feste Einmauerung vermeiden.

Häufiger sind dagegen

Träger mit überstehenden Enden (Kragträger); diese lassen sich unter den Bezeichnungen der Abb. 60 wie folgt berechnen. Der Träger sei gleichmäßig mit p kg auf 1 cm Länge belastet. Die Stützendrücke A und B sind

alsdann gleich groß und zwar $= P = p \frac{l}{2}$.

Betrachten wir die rechte Hälfte des in der Mitte durchschnitten gedachten Trägers mit O als Drehpunkt, so ist das Angriffsmoment

$$M = B \cdot b - P \cdot \frac{l}{4}$$

Für $p = 16$ kg, $b = 300$ cm und $a = 200$ cm ist beispielsweise $l = 2(a + b) = 1000$ cm und $B = P = 16 \cdot \frac{1000}{2} = 8000$ kg, also $M = 8000 \cdot 300 - 8000 \cdot \frac{1000}{4} = 400000$ in cm und kg.

Außer diesem Moment in der Mitte des Trägers muß aber noch das Moment an den Stützen, z. B. bei A untersucht werden, da dieses möglicherweise größer als das erste ausfallen könnte. Man findet in bekannter Weise, indem A als Drehpunkt für das daselbst durchschnitten gedachte freischwebende Ende gewählt wird:

$$M_A = pa \cdot \frac{a}{2} = 16 \cdot 200 \cdot \frac{200}{2} = 320000$$

und somit kleiner als M_0 ; letzteres ist daher für die Wahl des Querschnitts maßgebend. Für ein I-Eisen ist das erforderliche Widerstandsmoment

$$W = \frac{M}{750} = \frac{400000}{750} = 533,$$

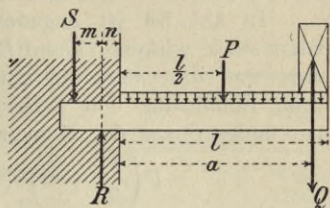


Abb. 59

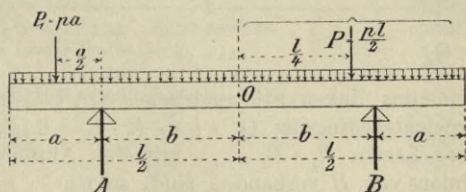


Abb. 60

und die Tafel der Widerstandsmomente zeigt, dafs das Profil Nr. 28 ausreichend ist, sowie ferner, dafs auch ein Holzbalken von 36 cm Höhe und 26 Breite die genügende Tragfähigkeit hat.

In Abb. 59 ist angedeutet, welche Kräfte auf das eingemauerte Balkenstück wirken. Wenn R und S die Mittelkräfte der auf die Unterkante und die Oberkante entfallenden Drücke sind, so kann man nach deren Einführung den Balken als bei R frei aufliegend ansehen, und man findet S aus der Momentengleichung (Drehpunkt in R)

$$P\left(\frac{l}{2} + n\right) + Q(a + n) - S \cdot m = 0.$$

72. Stützendrücke. Wenn man einen ungleichmäfsig belasteten Träger berechnen will, so mufs man zunächst die Stützendrücke, welche

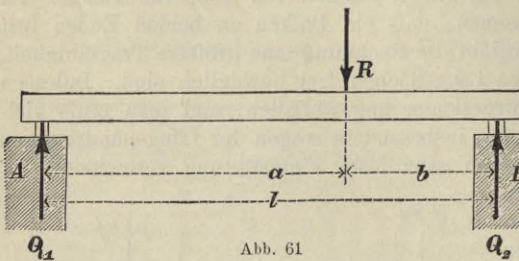


Abb. 61

bei unsymmetrischer Belastung verschieden groß sind, ermitteln. Hierzu dient das Hebelprincip. Nimmt man nämlich einen der beiden Auflagerpunkte, z. B. B in Abb. 61 als Drehpunkt, so ist der Hebelarm der Last R gleich b und der Hebelarm

des linken Stützendruckes Q_1 gleich l , es lautet also die Gleichgewichtsbedingung $Q_1 \cdot l - R \cdot b = 0$ oder $Q_1 \cdot l = R \cdot b$. Wenn mehrere Lasten $R_1, R_2 \dots$ mit den Abständen $b_1, b_2 \dots$ ihrer Schwerlinien von B vorhanden sind, so ist

$$Q_1 \cdot l = R_1 \cdot b_1 + R_2 \cdot b_2 + \dots$$

In diesen Gleichungen ist der Stützendruck Q_1 die einzige Unbekannte. In entsprechender Weise findet man für den rechten Stützendruck Q_2 die Gleichung:

$$Q_2 \cdot l = R_1 \cdot a_1 + R_2 \cdot a_2 + \dots$$

Nach erfolgter Berechnung der Stützendrücke sind alle Kräfte ihrer Größe und Richtungslinie nach bekannt und es kann für jeden beliebigen Querschnitt das Drehmoment M nach dem Hebelprincip gefunden werden. Die sogenannte Momentengleichung ist in der erläuterten Weise aufzustellen und die neutrale Faser des zu untersuchenden Querschnitts als Drehachse zu wählen.

73. Belastungen. Um die Festigkeit der Bauconstructions zu berechnen, mufs man die vorkommenden Belastungen kennen und zwar sind die dauernden Belastungen von den veränderlichen zu unterscheiden. Zu den letzteren gehören u. a. die Verkehrsbelastung der Brücken, der Winddruck usw. Es ist am einfachsten, die Festigkeitsberechnung für die verschiedenen Belastungen getrennt auszuführen und die einzelnen Ergebnisse in richtiger Weise zu addiren. Wenn z. B. der Balken einer Chausseebrücke durch das Eigengewicht der Fahrbahn ein Biegemoment $= M_1$ und durch die Belastung der (jetzt als gewichtslos gedachten) Fahrbahn mit Menschengedränge ein Biegemoment $= M_2$ erleidet, so ist die volle Beanspruchung $= \frac{M_1 + M_2}{W}$.

gramms, so erhält man in den Strecken AF und AG die in den Streben AB und AC auftretenden inneren Kräfte, nämlich $AF = 1800$ kg und $AG = 1430$ kg. Die Last P wird hierbei auf die Auflagerpunkte B und C übertragen, ohne daß die beiden Streben auf Biegung beansprucht werden, denn es tritt in Abb. 62 nur Druck in der Längsrichtung der Strebe ein. So verhält es sich allgemein auch in mehrtheiligen Stabwerken. Ueberall werden die in den Knotenpunkten angreifenden Lasten nach den Stabrichtungen zerlegt und die einzelnen Stäbe nur in der Längsrichtung entweder auf Zug oder auf Druck beansprucht. Wenn dagegen ein Stab auch noch zwischen den Knotenpunkten belastet wird, so ist er für diese Belastungsart als ein an den Knotenpunkten frei aufliegender Träger auf Biegezugfestigkeit zu berechnen. Die hieraus

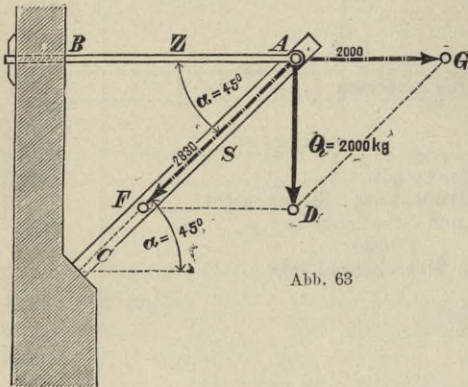


Abb. 63

entstehenden Beanspruchungen sind sodann mit den von den Knotenpunktlasten herrührenden Zug- oder Druckspannungen zusammenzusetzen.

In Abb. 63 wird eine als Ausleger dienende schräge Strebe durch einen Zuganker gehalten. Die in A wirkende Last Q ist nach den Richtungen AC und AB zu zerlegen und man erhält die Seitenkräfte AF und AG . Das Kräfteparallelogramm zeigt, daß die Strebe AC auf Druck, dagegen der Stab AB auf Zug beansprucht wird. Die Zugspannung $Z = AG$ kann aus der Zeichnung abgegriffen werden. Man kann sie aber auch durch Rechnung finden. Denkt man sich nämlich die Stange AB durchgeschnitten und nimmt den Punkt C als Drehpunkt für das Gleichgewicht der Strebe, so muß der Zug Z mit der Last Q im Gleichgewichte sein, da der Druck $S = AF$ für C als Drehpunkt keinen Hebelarm liefert. Wenn die Strebe unter 45° geneigt ist, so sind die Hebelarme von Z und Q gleich groß und man erhält $Z = Q$.

gegen der Stab AB auf Zug beansprucht wird. Die Zugspannung $Z = AG$ kann aus der Zeichnung abgegriffen werden. Man kann sie aber auch durch Rechnung finden. Denkt man sich nämlich die Stange AB durchgeschnitten und nimmt den Punkt C als Drehpunkt für das Gleichgewicht der Strebe, so muß der Zug Z mit der Last Q im Gleichgewichte sein, da der Druck $S = AF$ für C als Drehpunkt keinen Hebelarm liefert. Wenn die Strebe unter 45° geneigt ist, so sind die Hebelarme von Z und Q gleich groß und man erhält $Z = Q$.

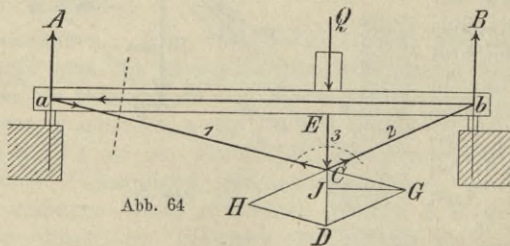


Abb. 64

75. Armirte Balken. In Abb. 64 ist ein an den Enden frei auflagerter Balken mit der Strebe 3 und den Zugstangen 1 und 2 in Verbindung gebracht. Ueber der Strebe 3 liegt die Last Q und es sei sonst keine Auflast vorhanden, auch sei das Eigengewicht als gering gegenüber

der bedeutenden Last Q zu vernachlässigen. Durch die Armirung des Balkens wird bewirkt, daß dieser nicht mehr auf Biegung, sondern nur noch auf Druck (in seiner Längenrichtung) beansprucht wird. Denn die Last Q wird durch die Strebe 3 nach C übertragen und hier durch die Zugstangen 1 und 2 aufgenommen. Denken wir uns die im Punkte C zusammenlaufenden Stäbe durchschnitten, so müssen die drei Stabkräfte S_1 , S_2 und S_3 sich im Gleichwichte halten. Da nun S_3 der Größe und Richtung nach bekannt ist, nämlich $=Q$ und als Druck wirkend, so lassen sich die beiden unbekanntenen Stabkräfte S_1 und S_2 durch Zerlegung nach dem Kräfteparallelogramm ermitteln.

Man erhält $S_1 = CG$ und $S_2 = CH$, wenn $CD = S_3$ gemacht ist.

Beispiel. Es sei $Q = 1200$ kg und die Strecke $CD = 60$ mm gemacht, sodafs 1 mm in dem Kräfteplan eine Kraft von $\frac{1200}{60} = 20$ kg vorstellt. Durch Abmessen sei gefunden $CG = 84$ mm, $CH = 90$ mm. Dann ist

$$S_1 = 20 \cdot 84 = 1680 \text{ kg und} \\ S_2 = 20 \cdot 90 = 1800 \text{ kg.}$$

Es sei ferner von G aus GJ gleichlaufend mit der Mittellinie ab des Balkens gezogen. CJG ist dann das Kräftedreieck für das Gleichgewicht des Punktes a , und es entspricht die Strecke CJ dem Auflagerdrucke A , die Strecke GJ der in der Längenrichtung ab des Balkens auftretenden Kraft. Wenn $CJ = 20$ mm und $GJ = 80$ mm ist, so betragen die entsprechenden Kräfte 400 bzw. 1600 kg.

Die vorhin auf zeichnerischem Wege ermittelten inneren Kräfte lassen sich aber auch durch Rechnung finden. Es ist nämlich, wenn b als Drehpunkt genommen wird, nach dem Hebelgesetze:

$$A \cdot l - Q \cdot r = 0, \text{ also } A = \frac{Q \cdot r}{l},$$

und ebenso findet man für a als Drehpunkt:

$$B \cdot l - Q(l - r) = 0, \text{ also } B = Q \frac{l - r}{r}.$$

Hierin bedeutet $l =$ Länge AB , $r =$ Länge BQ .

Man erkennt, daß $A + B = Q$ ist, wie es auch sein muß, da die Summe der Stützdrücke der Summe der Lasten gleich sein muß. Auf die in dem Balken und den Stäben vorhandenen inneren Kräfte kommt es bei der Berechnung der Auflagerkräfte nicht an.

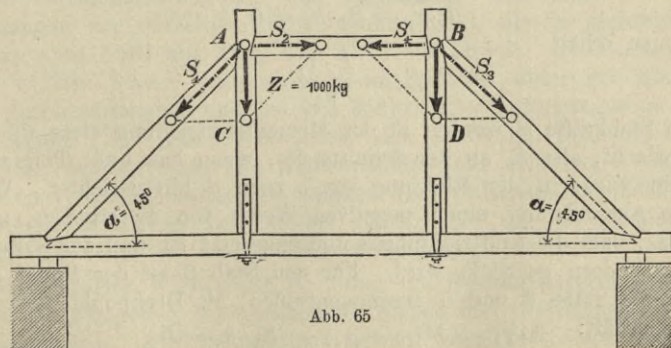


Abb. 65

Aehnlich wie der armirte Balken sind die Hängewerke und Sprengwerke zu berechnen. Beide haben gedrückte Streben, deren Schub bei

Für den Stützendruck A erhält man, wenn nur die Knotenpunktlasten P , Q und R vorhanden sind, die Momentengleichung (für B als Drehpunkt):

$$A \cdot l - P(l - r_1) - Q(l - r_2) - R \cdot r_3 = 0.$$

77. Ungleichmäßige Belastungen. Um die Tragfähigkeit und Festigkeit einer Bauconstruction vollständig beurtheilen zu können, genügt es nicht, die bei einer gegebenen Belastung auftretenden inneren Kräfte und Beanspruchungen zu berechnen, sondern man muß auch wissen, bei welcher Lage und Vertheilung der Lasten jeder Constructionstheil am stärksten beansprucht wird. Im Anschlusse an Art. 73, wo die am häufigsten vorkommenden Belastungsarten angegeben sind, folgen nachstehend einige Angaben über die Wirkungen der Lasten auf die Festigkeit.

Das Biegemoment eines Trägers wird am größten, wenn der ganze Träger belastet ist und die schwersten Lasten dem zu untersuchenden Querschnitte am nächsten stehen. Ein Brückenbalken von geringer Länge ist also am ungünstigsten belastet, wenn eine schwere Einzellast, z. B. das Rad eines Frachtwagens oder eine Chausseewalze gerade über seiner Mitte steht. Wenn er aber im Verhältniß zu dem Radstande des Wagens ziemlich lang ist, so ist diejenige Stellung des letzteren am ungünstigsten, bei welcher der Schwerpunkt des ganzen Wagens über der Mitte liegt. Will man nun sehr genau rechnen, so müssen jedesmal die ungünstigsten Laststellungen durch besondere Rechnungen untersucht und festgestellt werden. Indessen sind kleine Lastverschiebungen nicht von großem Einflusse auf die Momente, weshalb man sich mit der allgemeinen Regel: „die schwersten Lasten gehören in die Nähe des zu untersuchenden Querschnitts“ begnügen und die Belastung dementsprechend nach Belieben einschätzen kann. Häufig wird sogar bei der Berechnung eines Brückenträgers statt der Einzellasten eine stellvertretende gleichmäßig vertheilt gedachte Verkehrsbelastung in Rechnung gestellt. Die Biegemomente sind maßgebend für die Gurtungen eines Trägers, weshalb diese bei voller Belastung am stärksten beansprucht werden. Etwas anders verhält es sich dagegen hinsichtlich der Zwischenglieder eines Fachwerkträgers, nämlich der zwischen den Gurtungen vorhandenen Streben und Zugbänder. Bei diesen wirken die Belastungen der einzelnen Knotenpunkte nicht alle in gleichem Sinne, sondern zum Theil auf Zug, zum Theil auf Druck. Die Beanspruchung eines solchen Stabes wird alsdann am größten unter der Einwirkung aller gleich wirkenden und bei dem Fehlen aller entgegengesetzt wirkenden Lasten. Für jeden Stab lassen sich bestimmte Belastungsscheiden ermitteln, derartig, daß alle Knotenpunkte links oder rechts von diesem Scheidungspunkte belastet, die anderen aber unbelastet anzunehmen sind. Natürlich handelt es sich hierbei immer nur um die veränderlichen Lasten und nicht um die dauernd vorhandenen.

Von großer Wichtigkeit ist ferner die Spannungsvertheilung innerhalb eines gezogenen oder gedrückten Stabes und die Beanspruchung der Auflagerflächen. Die Belastungen sollten womöglich stets derartig angreifen, daß ihre Mittelkraft in die Schwerlinie des Stabes oder der Auflagerfläche fällt. Denn nur in diesem Falle findet eine gleich-

mäßige Spannungsverteilung statt, während bei abweichender Belastungsart, der sogenannten excentrischen Belastung, die Vertheilung ungleichmäßig ausfällt.

Bei der excentrischen Belastung des Pfeilerfundamentes in Abb. 67 ist beispielsweise der Druck auf den Baugrund in *B* stärker als in *A* und zwar müssen sich die einzelnen Drücke so vertheilen, daß ihre Mittelkraft *R* in die Schwerlinie der Last *Q* fällt. *ABED* ist die Druckfigur und man findet sie wie folgt.

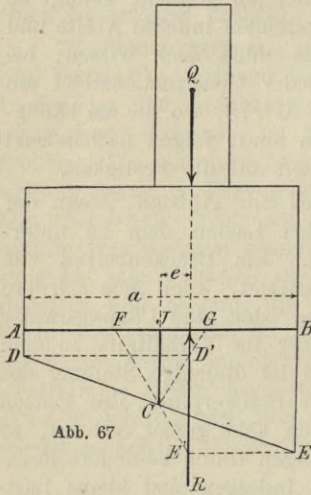


Abb. 67

Es sei $AB = a$ die Länge und b die Breite der Grundfläche des Fundamentes, ferner p die mittlere Höhe der Druckfigur, also

$$p = \frac{Q}{a \cdot b}.$$

Man mache nun in der Mitte *J* von *AB* die Strecke $JC = p$, ferner $AF = FG = \frac{1}{3} AB$ und ziehe die Linien *CF* und *CG*. Diese oder ihre Verlängerungen schneiden auf der Schwerlinie *R* die Kantenpressungen ab; zieht man also von den Schnittpunkten *D'* und *E'* zwei Linien gleichlaufend mit *AB*, so erhält man in den Strecken *AD*

und *BE* die Kantenpressungen und *ABED* ist die Druckfigur.

Um die Kantenpressungen durch Rechnung zu finden, kann man der Mittelkraft *R* zwei gleiche und entgegengesetzt gerichtete Kräfte *R* in dem Mittelpunkte *J* hinzugefügt denken. Denn da diese sich gegenseitig aufheben, so wird durch ihre Hinzufügung an dem Gleichgewichtszustande nichts geändert. Auf *AB* wirken dann drei gleich große Kräfte *R*, von denen die zwei entgegengesetzt gerichteten in dem Mittelpunkte *J* angreifen und die dritte den Hebelarm *e* in Bezug auf *J* hat. Die ersteren liefern den gleichmäßig vertheilten Druck und Gegen-
druck p , die dritte aber das Moment $M = R \cdot e$, welches gewissermaßen auf Biegung wirkt und in ähnlicher Weise wie in den auf Biegung beanspruchten Balkenquerschnitten auf der einen Seite Druckspannungen, auf der anderen Zugspannungen hervorruft. Die hierdurch entstehenden antheiligen Kantenpressungen sind (vergl. Art. 69 u. 70) $s = \frac{M}{W}$.

Wegen $M = R \cdot e$ und $W = \frac{b \cdot a^2}{6}$ erhält man

$$s = \pm R \cdot \frac{6 \cdot e}{b \cdot a^2}.$$

Es war aber $R = Q$ und $\frac{Q}{a \cdot b} = p$, demnach ist auch

$$s = \pm \frac{6 \cdot p \cdot e}{a}.$$

Die vollen Kantendrucke sind gleich der Summe der einzelnen Theilkräfte p und s , wobei diese in B gleich gerichtet sind und sich addiren, in A aber entgegengesetzt gerichtet sind und sich theilweise aufheben. Demnach ist

$$\text{der Kantendruck in } B \text{ gleich } p \left(1 + \frac{6 \cdot e}{a} \right)$$

$$\text{und der Kantendruck in } A \text{ gleich } p \left(1 - \frac{6 \cdot e}{a} \right).$$

Wenn e größer ist als $\frac{a}{6}$, so würde der Kantendruck in A negativ ausfallen, also bei A gar kein Druck, sondern rechnungsmäßig sogar ein Zug auftreten und der Baugrund angehoben werden. Da das letztere aber beim Fehlen einer künstlichen Verankerung nicht möglich ist, so kann man die vorstehenden Formeln nur so lange anwenden, als $e < \frac{a}{6}$ ist, und es ergibt sich die Regel: Die Mittelkraft der Last darf nicht aus dem mittleren Drittel des Querschnitts heraustreten.

Excentrische Belastungen oder Beanspruchungen kommen häufig vor. Jeder Stab, der aufser in seiner Längenrichtung (also gleichmäßig auf Zug oder Druck) auch noch auf Biegung beansprucht ist, kann als ein excentrisch belasteter Träger angesehen werden und seine größten Kantenbeanspruchungen lassen sich in der vorstehend angedeuteten Weise feststellen. Andererseits kann jede excentrische Belastung in eine gleichmäßig vertheilte Zug- oder Druckbelastung und in ein Biegemoment zerlegt werden.

Sechster Abschnitt.

Baumaterialien.

78. Holz. Die Hölzer gehören zu den wichtigsten Baustoffen. Sie sind von sehr verschiedener Dauer sowohl an sich, ihrer Gattung nach, als nach der Art und Weise, wie sie angewendet werden.

Verbleiben sie stets unter dem Wasser, sodafs sie nie an die Luft gelangen, so scheint ihre Dauer am bedeutendsten zu sein und mag vielleicht Jahrtausende betragen. Sie dauern ferner in der gewöhnlichen, uns umgebenden Luft sehr lange, wohl Jahrhunderte, wenn sie vor wiederkehrendem Nafwerden geschützt, also z. B. unter Dach verwendet sind. Auch halten sie ohne Dach in freier Luft immer noch ziemlich lange (12 bis 20 Jahre) aus, wenn sie nach jedem Regen, vermöge ihrer freien Lage leicht wieder austrocknen können. Am kürzesten ist ihre Dauer, wenn sie dem beständigen Wechsel von Luft und Wasser oder einer beständigen Feuchtigkeit ausgesetzt sind, die nicht so bedeutend ist, dafs sie das ganze Holzstück völlig mit Wasser durchdringt. In den letzteren Fällen werden weichere Holzgattungen oft schon innerhalb 4 bis 5 Jahre und noch früher, härtere nach wenig längerer Zeit zerstört.

Der Zerstörung ist am ersten immer der der Rinde zunächst belegene Theil, der Splint, ausgesetzt; dagegen hält sich der um den Mittelpunkt befindliche Theil des Stammes, der Kern, in der Regel viel länger. Splint und Kern unterscheiden sich in vielen Holzarten ziemlich deutlich im Querschnitte schon durch die Farbe, und es ist die Farbe des Kerns gewöhnlich dunkler. Der Kern ist gegen Einwirkungen von Druck, Hieb und Stofs fester als der Splint.

Hierin liegen die Gründe, warum man zu den Bauten gern kernige Hölzer verwendet. Insofern der Kern aber bei vielen Holzgattungen, insbesondere bei alten Bäumen, spröde ist, Höhlungen, Risse und somit Mangel an Sicherheit gegen Brechen zeigt, ist er nicht unbedingt und nicht in allen Fällen der vorzüglichste Theil des Stammes, und es wird z. B. beim Wagenbau das sogenannte Herz des Holzes, der innerste Theil des Kernes, gern vermieden.

Es ist eine bekannte Regel, dafs man die Bauhölzer wo möglich nicht fällen soll, während sie im Saft stehen, also nicht in den Monaten März bis October. Denn der darin sitzen bleibende Saft fördert die Vergänglichkeit.

Man mufs aber auch in dem Falle, dafs das Holz zur Fällzeit (Wadelzeit) gewonnen ist, für Entfernung des Saftes sorgen. Dies ge-

schiebt z. B. durch Liegenlassen im Wasser, was aber eine Abtrocknung vor dem Gebrauche erfordert. Die Abtrocknung erfolgt zunächst durch Abschälen der Rinde, Beschlagen oder Zerschneiden auf die zum Gebrauche erforderlichen Abmessungen und durch Liegenlassen an freier Luft, wenn möglich unter Dach. Der Sonnenschein ist dem Holze nicht zuträglich; er befördert zwar das Zusammentrocknen, aber auch das Aufspringen und Reissen der Holzfasern, und beeinträchtigt schon hiermit die Festigkeit und, insofern sich die Feuchtigkeit später in den Rissen ansammelt, auch die Dauerhaftigkeit. So ist es z. B. ein großer Fehler, hölzerne Arbeitsgeräte, wie Erdkarren u. dergl., lange dem freien Sonnenscheine auszusetzen. Sehr bald werden die Brettstücke dann zerrissen, die Leisten zusammengetrocknet und die Eisenbeschläge lose sein.

Ist man in die Nothwendigkeit versetzt, in Ermangelung trockener Hölzer nasse zu verwenden, so muß es möglichst so geschehen, daß die Austrocknung noch im Bauwerke erfolgen kann; die Hölzer müssen also möglichst freie, luftige Lage erhalten, feuchte Fußbodenbalken dürfen z. B. nicht auf den Sand, sondern müssen vorerst über einen hohlen, luftigen Raum gelegt und dürfen erst nach völliger Austrocknung unterfüllt werden; auch muß man dafür sorgen, daß aus dem Zusammentrocknen oder Schwinden des Holzes keine Nachtheile entstehen. Feuchte Bretter müssen also, wenn sie eine dichte Wand herstellen sollen, breite Uebergriffe erhalten, weil man sonst später durch alle Fugen durchsehen könnte.

Sollen Bauhölzer vollständig im Wasser liegen, so gelten natürlich nicht die vorstehenden Vorschriften bezüglich der Austrocknung, sondern die Verwendung kann in nassem Zustande geschehen, und in den Fällen, wo eine starke Ausdehnung des Holzes durch das Ansaugen des Wassers nachtheilig erscheint, darf man sogar ganz trockene Hölzer nicht im Wasser verwenden.

Fehlerhaft ist ein Bauholz, wenn zwischen Kern und Splint eine Fuge entstanden ist; es löst sich dann der Splint mit der Zeit vollständig ab (man nennt das Holz kernschällig); ferner wenn es stark rissig ist, im Inneren oder im Aeußeren, da dann ebenfalls Trennungen nach der Länge zu befürchten sind; wenn es Masern enthält, wie sie der Tischler zu Fournieren für Möbel zerschneidet, da solches maseriges Holz keine Festigkeit besitzt, sondern an der maserigen Stelle leicht zerbricht, wogegen parallel- und geradfaseriges Holz am sichersten zu verwenden ist. Krumm gewachsenes Holz kann man mit Sicherheit nur in seiner krummen Gestalt verwenden, nicht aber darf man daraus gerade Bauhölzer herstellen wollen; solche aus krummen Hölzern gerade geschnittenen Verbandstücke nennt man: „über den Span geschnitten“. Bei ihrer Belastung entstehen leicht Trennungen in den schief durchgehenden Faserfugen.

Einzelne Löcher mit festen Wänden, wo entweder der Wurm durchgegangen ist oder ein vertrockneter Ast gesessen hat, auch Löcher, worin beim Flößen hölzerne Nägel eingesetzt waren, schaden in der Regel wenig. Man spundet sie nur recht dicht aus, damit sich Feuchtigkeit darin nicht ansammeln kann. — Kommt es aber auf ein schönes Aussehen an, wie z. B. bei Fußbodenbrettern, so gelten nicht nur jene

Löcher, selbst wenn sie sorgfältig ausgespundet sind, als Fehler, sondern man verlangt dann die Bretter auch wohl frei von Astdurchwüchsen, also durchaus parallel- und geradfaserig.

Auflsere Kennzeichen eines guten gesunden Holzes, so lange es nicht gefällt ist, sind: lebhaftes Laub, Mangel dürrer Zweige, glatte Rinde, heller Klang beim Anschlagen.

Werden dünnere oder schwächere Baustücke einseitig nass, so dehnt sich diese nasse Seite aus und bewirkt eine Krümmung des Holzes. Das Werfen entsteht aber auch, wenn das Holz in einem nicht gleichmälsig trockenen Zustande geschnitten ist. Denn wenn die nassere Seite des Stückes ihre Feuchtigkeit verloren hat, ist sie kürzer, als sie gleich nach dem Schnitte war, und es bildet sich eine Höhlung. Da nun die Kernseite zerschnittenen Holzes gewöhnlich nasser ist als die Rindenseite, so wird bei dünneren Brettern, die im Trockenen verlegt sind, nach dem Eintrocknen die Kernseite hohl werden, was zu beachten bei manchen Constructionen nicht unwesentlich ist.

Um den Bauhölzern eine gröfsere als ihre natürliche Dauer zu geben, trinkt man sie in besonderen Anstalten mit fäulnißwidrigen Flüssigkeiten, z. B. mit Kreosot. Dafs auch Kochsalzlösungen das Holz gut conserviren, bemerkt man z. B. in den sogenannten Gradirwerken an der langen Dauer der Hölzer.

79. Nadelhölzer. Die Kiefer wird im nördlichen Deutschland am häufigsten angebaut.

Ihr Holz hat stark ausgeprägte harzige Jahresringe, ist in der Jugend des Baumes hellgelb mit hellem Splint, älter mehr röthlich gefärbt. Ihre Nadeln wachsen paarweise unregelmälsig rund um den Zweig. Die Bäume sind in der Regel gerade, werden haubar als Bauhölzer allenfalls mit 50 bis 60 Jahren, besser erst mit 80 bis 100 Jahren. Sie erlangen bei ansehnlich geradem Wuchse eine Höhe von 25 bis 40 m. Aelter als 130 bis 150 Jahre fangen sie an überständig zu werden und kein so festes dauerhaftes Holz mehr zu liefern.

Man macht aus Kiefernholz alle Arten von Verbandstücken für Land- und Wasserbau, auch Bohlen und Dielbretter. Die Dauerhaftigkeit ist unter ungünstigen Umständen, namentlich im Feuchten, nicht bedeutend und steht der des Eichenholzes weit nach. Auch die Abnutzung durch Reibung, Stofs und Schlag ist erheblich, da das Kiefernholz keine grofse Härte besitzt und auch in dieser Beziehung dem Eichenholze nachsteht. Nichtsdestoweniger ist es unter den Nadelhölzern eines der vorzüglichsten.

Die Fichte oder Rothtanne ist der Kiefer in ihren Eigenschaften im allgemeinen sehr ähnlich und wird 25 bis 30 m hoch; die Jahresringe sind noch dunkler und stärker; ihre Nadeln wachsen einzeln, aber dicht rund um den Zweig. Die Verwendung geschieht gerne ganz im Trockenen oder ganz im Nassen. Die Dauerhaftigkeit ist im allgemeinen geringer als die des Kiefernholzes.

Die Weifstanne unterscheidet sich von den vorigen Nadelbäumen durch die hell-silbergraue Rinde, indem die Rinde der Kiefern und Fichten mehr ins bräunliche oder röthliche fällt; ferner durch ihren Nadelwuchs, der an jedem Zweige nur zwei gegenüberstehende Reihen oder

Kämme zeigt. Ihr Stamm ist wohl der geradeste und höchste unter den Nadelbäumen; sie erreicht 45 bis 55 m Höhe und bis 1,6 m Durchmesser in 100 bis 130 Jahren.

Man gebraucht sie aufser zu Masten hauptsächlich nur im Trockenem; ihr Holz ist wenig harzig, weich und weiß, hat aber am wenigsten Neigung zum Krümmwerden.

Der Lärchenbaum wächst außerordentlich schlank und gerade. Sein Holz ist dicht und harzig. Er erreicht schon in 40 bis 50 Jahren 20 bis 30 m Höhe. Er verliert im Winter seine Nadeln. Wegen seines bedeutenden Harzgehaltes hält sein Holz auch im Wechsel von Luft und Wasser sehr lange aus.

80. Laubhölzer. Sie unterscheiden sich außer durch ihren Blattwuchs von den Nadelhölzern noch dadurch, daß ihre Stämme, abgehauen, in der Regel von neuem wieder ausschlagen, wogegen die Stücke der Nadelbäume absterben. Bei sehr vielen Laubhölzern ist der Trieb sogar so lebendig, daß jeder im Herbst oder Frühjahr davon geschnittene und in die Erde gesetzte Zweig (Steckling) Wurzeln und Blätter treibt und einen neuen Baum oder Strauch entwickelt. Namentlich thun dies die Weidenarten, und auf dieser Eigenschaft beruht großentheils ihre vielfache Anwendung beim Strombau, insbesondere zur Befestigung der Ufer.

Das festeste und härteste Holz hat unter den bei uns gewöhnlichen Laubhölzern die Steineiche. Dieses Holz wird daher zunächst überall da verwendet, wo es eine starke Abnutzung oder einen bedeutenden Druck auszuhalten hat. Das Eichenholz widersteht außerdem dem Wechsel von Trockenheit und Nässe viel besser als das Nadelholz. Die Eiche erlangt ein Alter von mehreren Jahrhunderten und mitunter einen sehr großen Durchmesser im Stamme. Der letztere ist dann in der Regel im Kerne hohl und faul. Das junge Eichenholz zeichnet sich durch große Zähigkeit aus und wird deshalb gern zu Schirrarbeiten (insbesondere zu Leitersprossen) verwendet. Stärkere Eichenhölzer besitzen in der Regel wenig Elasticität und sind selten so geradwüchsig, daß man daraus längere Stücke schneiden kann, ohne über den Span zu schneiden. Auch ist es viel schwieriger, das Eichenholz in größeren Längen frei von einzelnen fehlerhaften Stellen, z. B. faulen Aesten, Klüften, Rissen zu erhalten als das Nadelholz.

Wenig verschieden von der Steineiche ist die sogenannte Stiel- oder Sommereiche. Ihr Holz ist ein wenig milder und etwas hellfarbiger.

Die Rothbuche und die Weißbuche kommen als eigentliche Bauhölzer wohl nur selten in Gebrauch, mehr als Schirrhölzer und im Mühlen- und Maschinenbau.

Dasselbe gilt noch mehr von der Birke, der Ulme oder Rüster, die in Rücksicht ihrer Elasticität hauptsächlich im Wagenbau Anwendung finden. Auch die übrigen Laubhölzer werden in großen Stücken selten verwendet, weil sie nicht fest genug oder zu kostbar sind. Nicht fest genug sind namentlich die Pappel- und Weidenarten; doch benutzt man die ersteren zuweilen wegen ihres weißen Holzes zu zierlichen Arbeiten und wegen ihres Gefüges als Bremsklötze. Auch das Lindenholz wird wegen seiner weißen Farbe und seines reinen Wuchses geschätzt, und

beim Ahorn ist dies um so mehr der Fall, als dieser auch erhebliche Festigkeit besitzt. Ferner muß die Akazie als ein sehr nützlicher Baum bezeichnet werden, dessen Holz große Festigkeit und Brauchbarkeit besitzt.

Handelt es sich nicht um Verbandhölzer, sondern um Strauchholz zu Wasserbauten, so dienen dazu mehr oder weniger alle Laub- und Nadelhölzer, insbesondere schätzt man aber für diesen Zweck die Weiden.

Die Korbweide mit sehr langen, dicht und abwechselnd stehenden Blättern, welche schmal, an den Enden zugespitzt und fein gezähnt, an der Oberfläche hellgrün und glatt, an der Unterseite mit erhabener Rippe und Adern versehen und mit silberglänzender, feiner Wolle überzogen sind. Rinde grau, haarig, das Holz zähe und weich. Wächst sehr rasch zu großer Länge und ist zu Packwerkbauten, Faschinenlagen, Zäunen und Flechtarbeiten ganz besonders, wohl mehr als jede andere Holzart, brauchbar; ebenso zur Anlage von Büschen, welche die Verlandung der Ufer befördern sollen, da der Wuchs sehr dicht und geschlossen ist.

Die Bachweide oder Rosenweide. Blätter länglich mit abgerundeter Spitze und zum Theil mit fein gezähntem Rande, am Stiel schmaler als am Ende, Stiel kurz. Oberfläche hellgrün, unten bläulichgrün. Rinde der jungen Zweige gelb- und grünröthlich, der älteren rau und dunkler. Zweige dünn und sehr biegsam. Wächst nur als Strauch, nicht sehr in die Höhe (1,2 bis 1,6 m), wird vom Vieh wenig angegriffen und kommt selbst auf Flugsand fort. Hauptsächlich zu Flechtwerk gebraucht.

Die rothe Bandweide. Blätter lang und schmal, lang zugespitzt, mit fein gezähntem Rande, immer mit Drüsen besetzt, obere Fläche schön grün und glatt, untere weißlich. An den kurzen Stielen der oberen Blätter stehen unten zwei zugespitzte, zackige Nebenblätter, die den Stiel mit umfassen und nach der Spitze zu immer größer sind, aber an den unteren Blättchen sich nicht mehr vorfinden. Rinde roth. Zweige schlank, dünn, äußerst biegsam und zähe.

Von dieser Weidenart giebt es eine Abart mit breiten Blättern und mit weniger rothen Trieben.

Verwendet wird die rothe Bandweide ebensowohl als Kopf- wie als Strauchweide und sehr vortheilhaft zu sogenannten Rauhwehren und Spreutlagen beim Strombau, insbesondere zum Binden der Würste und Faschinen, auch zu Flechtzäunen.

Die Salweide. Blätter eiförmig, oben zugespitzt, 6,5 bis 8 cm lang, 2,5 cm breit mit 6 mm langen Stielen. Oberfläche glatt, dunkelgrün, unten mit feiner, weißer Wolle bezogen. Beim Ausbruche des Laubes finden sich gewöhnlich unter jedem Blatte zwei halbrunde, gezahnte, den Stiel umfassende Nebenblätter, die aber leicht abfallen. Die Rinde ist an den jungen Zweigen grau und wollig, an den älteren glatt. Die Zweige sind schlank und biegsam, ihr Holz jedoch sehr zum Spalten geneigt, dabei aber gleichwohl zähe. — Besonders zu hohen Sträuchern wächst diese Weidenart leicht an und wird zu Faschinen und Pfählen, zu sogenannten Würsten und Flechtzäunen gebraucht.

Die Werftweide ist der Salweide sehr ähnlich; die Blätter sind mehr länglich, oval zugespitzt und am oberen Ende breiter als nach dem Stiele zu; Rinde der jungen Zweige röthlich, der älteren grau. — Findet

sich häufig wildwachsend in Rohrbüschchen, ist übrigens in der Anwendung ziemlich gleichstehend mit der Salweide. Außerdem finden die Lorbeerweide, die gelbe Bandweide, die Mandelweide hier und da noch Anwendung.

81. Lieferung und Abnahme von Bauholz. Man unterscheidet Rundhölzer, beschlagene und geschnittene Hölzer, Bohlen, Bretter, Latten und Baumstangen. Rundhölzer werden nach ihrem mittleren, d. i. dem in der Mitte ihrer Länge ohne Rinde vorhandenen Durchmesser berechnet, in den Lieferungsbedingungen wird außerdem bisweilen eine Mindeststärke am Zopfende vorgeschrieben. Die Verjüngung vom Stamme bis zum Zopfe ist etwa gleich $1\frac{1}{2}\%$ anzunehmen. Kanthölzer müssen möglichst nach der Faserrichtung gerade geschnitten sein und scharfe Kanten zeigen, jedoch wird an einer der Kanten eine sogenannte Wahnkante von etwa 3 cm Breite gewöhnlich als zulässig angesehen. Baumkantig geschnittene und beschlagene Hölzer dürfen auf $\frac{1}{3}$ ihrer Länge Baum- oder Wahnkanten von 4 bis 5 cm Breite haben, wenn nichts anderes vorgeschrieben ist.

Die vorstehend genannten Hölzer werden nach dem Rauminhalte in cbm (Product aus Querschnittsfläche in qm und Länge in m) bezahlt. Es wird also die wirkliche feste Masse der einzelnen Hölzer berechnet (Festmeter) im Gegensatze zu Brennholz, welches nach Länge, Breite und Höhe der aufgestapelten Haufen (Raummeter) berechnet wird.

Bohlen und Bretter werden nach vorgeschriebenen Längen und Stärken geliefert und nach qm bezahlt. Sie müssen durchaus vollkantig sein und auf die ganze Länge gleiche Breite haben; gewöhnlich wird gefordert, daß die Breite ein bestimmtes Maß (z. B. 30 cm) nicht überschreiten darf.

Ueblich ist die Kennzeichnung der Hölzer mit Zeichen und Nummern in Oelfarbe.

Trotz der Einführung des Metermaßes hat sich im Holzhandel leider noch vielfach der Verkauf nach den früheren oder gar ausländischen Maßen erhalten. Um diesem Unfug zu steuern, sind folgende Normalabmessungen von dem Innungsverbande Deutscher Baugewerksmeister aufgestellt worden.

a) Schnittholz (Bretter, Bohlen, Pfosten, Latten)

in Längen von $3\frac{1}{2}$; 4; $4\frac{1}{2}$; 5; $5\frac{1}{2}$; 6; 7 und 8 m;

in Stärken von 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 120 und 150 mm.

Besäumte Bretter in Breite von cm zu cm steigend.

b) Bauholz in Stärken von

Höhe in cm . . .	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Breite in cm . . .	8	8 10	10 12	10 12 14	12 14 16	14 16 18	14 16 18 20	16 18 20	18 20 24	20 24 26	22 26 28	24 28

82. Natürliche Steine. Man unterscheidet zunächst, ohne Rücksicht auf die mineralischen Stoffe, aus denen sie bestehen, Hau- und Bruch-

steine einerseits und Feld- oder Lesesteine anderseits. Die ersteren werden nämlich von den in oder über der Erde anstehenden Felsmassen losgebrosen und in die zum Verbauen tauglichen Formen geschlagen. Die Feldsteine dagegen werden auf den Feldern und aus der Erde in der abgerundeten Form, in der wir sie hauptsächlich zu gewöhnlichen Pflasterungen benutzt sehen, aufgefunden und je nach ihrer Gröfse zu den verschiedenen Zwecken des Bauwesens sortirt. Indem man große Feldsteine in Stücke schlägt oder sprengt, die eine mehr zum Vermauern geeignete Form, namentlich lagerhafte Flächen haben, erhält man die sogenannten Sprengsteine.

Das Sprengen der Steine mittels Schießpulvers geschieht in der Art, dafs man vorerst mit einem scharfen stählernen Meißel ein Loch von etwa 2 bis 2½ cm Durchmesser und einer Tiefe einarbeitet, die etwa einem Drittel der Steindicke entspricht, übrigens aber mit Vortheil tiefer ausgearbeitet wird. Ist das Loch fertig, so wird es ausgetrocknet und etwa auf $\frac{1}{3}$ seiner Höhe mit grobem Schießpulver angefüllt. Hierauf setzt man eine lange kupferne*) Nadel von etwa 5 mm Durchmesser in das Loch, sodafs sie noch ein wenig ins Pulver eingreift, und stopft das Loch mit einer trockenen, aber consistenten Erdmasse voll, die man mit einem Ladestocke gehörig festrammt, sodafs, wenn man nun die kupferne Nadel herauszieht, ein senkrechter oder schiefer Canal von oben bis zum Pulver hinabführt. Diesen Canal füllt man mit feinerem Pulver an und schüttet es oben reichlich auf. Legt man nun einen angezündeten Zündschwammstreifen mit dem noch nicht brennenden Ende auf das Pulver, so springt der Stein nach Verlauf kurzer Zeit, während deren man sich entfernt, in Stücke. Mit Vortheil steckt man auch fertige Zündpatronen in die Canäle. — Benutzt man die Wirkung des Schießpulvers zum Absprengen einzelner Stücke eines mächtig anstehenden Felsens, so mufs man die Anordnung so treffen, dafs man immerfort Abtreppungen und Zickzacke behält, da sich große vorspringende Zacken schon mit einem einzigen zweckmäfsig angelegten Schießloche sprengen lassen.

In neuerer Zeit wendet man statt des Schießpulvers auch andere, noch wirksamere Sprengmittel an, wie Nitroglycerin und Dynamit. Ihr Gebrauch erfordert besondere Vorsicht und weicht von den Verfahren bei Anwendung des Schießpulvers wesentlich ab. Man erhält dafür Gebrauchsanweisungen von den Fabrikanten und Lieferanten.

Viele Gesteine trennt man auch, indem man die Trennungsfuge mit einem Meißel rings umher mit schrägen Wänden einarbeitet und sodann in diese Fugen Holzkeile einsetzt, die man, einen nach dem andern, allmählich immer tiefer eintreibt, bis der Stein gespalten ist.

Was die innere Beschaffenheit der Bausteine anlangt, so ist hauptsächlich erforderlich: Widerstand gegen Druck und gegen die Einflüsse der Temperatur und der Nässe. Die Steine dürfen also nicht leicht zerbröckelt, zerrieben oder zerschlagen werden können und müssen außerdem den Wechsel der Jahreszeiten vollkommen aushalten, ohne zu zerspringen oder abzublättern. Steine, die so porig sind, dafs sie Feuchtigkeit ansaugen, füllen sich damit in der nassen Jahreszeit an;

*) Durch eine eiserne Nadel erhält man leicht Feuer und Explosion zur Unzeit.

kommt dann der Frost, so gefriert das Wasser im Steine und da es sich beim Erstarren ausdehnt, wird der Stein zersprengt. Man erkennt die Festigkeit und Wetterbeständigkeit der Steine nicht immer gleich an der äußeren Erscheinung, welche oft täuscht. Aber das kann man für bestimmt annehmen, daß Steine, die keine glatte, feste Oberfläche haben, die abfärben und sich leicht mit einem scharfen Werkzeuge ritzen lassen, nicht zu den festen und dauerhaften gehören. Haben sie gehörige Festigkeit, widerstehen aber den Einflüssen der Witterung nicht, so kann man sie höchstens innerhalb starker Mauern verwenden, in die der Frost nicht eindringt. Viele Steine scheinen sehr fest, wenn sie eben aus dem Bruche kommen, und zerfallen später; andere werden mit der Zeit an der Luft fester, während sie beim Brechen weich sind und sich leicht bearbeiten lassen.

Ob Steine, die dem Anscheine nach gut sind, sich in der Wirklichkeit bewähren, muß man möglichst aus der Erfahrung entnehmen, indem man darüber sachkundige und unparteiische Personen hört, insbesondere aber, indem man Bauwerke in Augenschein nimmt, die daraus errichtet wurden. Sind aber gewisse Steine neu aufgedeckt und ist deren Verhalten noch gar nicht bekannt, so wird die Verwendung im großen bedenklich sein, so lange nicht einzelne Steinstücke während eines recht harten Winters beobachtet oder in anderer Weise, z. B. in einer Prüfungsanstalt für Baumaterialien, auf ihre Wetterbeständigkeit untersucht worden sind.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß keineswegs alle Steine, welche Wasser lebhaft ansaugen, den Frost nicht ertragen. Namentlich giebt es Sandstein- und Schieferarten, die sehr begierig Wasser ansaugen und dennoch nicht ausfrieren.

Viele Steine dagegen leiden auch schon durch das bloße Wasser ohne Zutritt des Frostes.

Im Falle über die Wetterbeständigkeit einer Steinart aus der Erfahrung ein Urtheil nicht zu entnehmen ist, läßt sich ein solches durch künstliche Proben, die ähnlich wie die Witterungswechsel auf den Stein wirken, gewinnen. Unter anderem ist folgendes Verfahren vorgeschlagen worden. Man arbeitet aus der Steinart regelmässige Würfel von 5 cm Kantenlänge und kocht sie eine halbe Stunde lang in einer Auflösung von Glaubersalz, die vor dem Kochen sich in gesättigtem Zustande befand (sodafs sich also das Glaubersalz in der betreffenden Menge Wasser nicht mehr auflöste, sich auch nicht unaufgelöst darin befand). Alsdann hängt man die Würfel über Wasser auf und taucht sie, sobald daran Krystalle sichtbar werden, fünf bis sechs Tage lang von Zeit zu Zeit wieder ein, wobei eine Zimmertemperatur von etwa 12 bis 15° vorausgesetzt wird. Je nachdem nun nach Ablauf einer gewissen Zeit die verschiedenen Steinarten durch diesen Proceß mehr oder weniger gelitten haben, soll man auf ihre geringere oder gröfsere Frostbeständigkeit schliessen dürfen.

Sind diese Proben auch nicht zuverlässig, so wird doch anzunehmen sein, daß ein Stein, der sie nicht aushält, im großen und, wo es auf Haltbarkeit wesentlich ankommt, nicht eher verwendet werden darf, als bis die Erfahrung seine Brauchbarkeit nachgewiesen hat.

Für die Haltbarkeit der Steine ist es wichtig, daß das natürliche Lager im Bruche auch das Lager des bearbeiteten Werksteins im Bauwerke wird.

Die Stoffe, aus denen die Steine zusammengesetzt sind, entscheiden über ihren Namen und Platz in der Mineralogie; dieser allein aber giebt nicht die Gewähr ihrer Brauchbarkeit; man findet unfeste Steine in einzelnen Stücken und ganzen Felslagen fast unter allen Steingattungen, wenn auch die eine im allgemeinen brauchbarere Steine liefert als die andere.

Am bekanntesten und häufigsten im Gebrauche sind die Granite, die Schieferarten, die Sandsteine, Kalksteine und Marmorarten.

Die Herkunft dieser Steine ist bei allen Lieferungen von Wichtigkeit und pflegt deshalb vereinbart beziehungsweise vorgeschrieben zu werden.

83. Ziegel. Die Ziegel werden aus Lehm geformt und entweder nur an der Luft getrocknet (Luftziegel) oder in Oefen gebrannt. Das Trocknen der Luftsteine muß im Schatten geschehen und darf nicht übereilt werden; mindestens gehören dazu zwei Monate. Der Lehm darf nicht zu fett sein, d. h. nicht zu viel Thonerde und zu wenig Sand enthalten. Sehr fette Lehmsteine werden beim Trocknen rissig, sehr magere gewinnen keine Festigkeit. Der Lehm muß gleichmäßig durchgearbeitet werden und frei von Steinchen und sonstigen Beimengungen sein. Ob er aber zur Ziegelbereitung brauchbar ist oder nicht, läßt sich in der Regel nur durch einen Probebrand feststellen.

Bei den Luftsteinen dauert das Schwinden in der Regel sehr lange. Gebrannte Steine schwinden beim Brennen; das Schwindmaß beträgt für das Trocknen und Brennen zusammen durchschnittlich $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Längen und muß sorgfältig ausgeprobt werden, damit die Steine die richtigen Abmessungen erhalten.

Man läßt den gegrabenen Thon über Winter in Haufen liegen und ausfrieren, wonach er sich im Frühjahr in der Regel besser bearbeiten läßt und die Masse an Reinheit gewinnt. Alsdann wird diese in Behältern mit Wasser gemischt, durchgestampft oder durchgetreten, und alle fremden Beimischungen an Steinen, Kalkmergelbrocken und Pflanzentheilen werden daraus entfernt. Besonders sind Kalktheile insofern nachtheilig, als sie sich, wenn sie im Ofen nicht völlig verglast sind, im fertigen Ziegel an der Luft ablöschen und hierbei den Stein zersprengen. Der gereinigten Lehmmasse setzt man nach Bedürfnis $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Sand zu. Will man die Steine recht leicht haben, so nimmt man statt dessen Torf- oder Steinkohlengrus, die sich im Ofen herausbrennen (wobei allerdings die Steine weniger fest werden). Zum Durcharbeiten der Lehmmasse gebraucht man in bedeutenderen Ziegeleien auch Messermaschinen.

Die hölzernen Ziegelformen werden in Wasser getaucht und durch Sand gezogen, damit der Lehm nicht anhaftet. Sie müssen um den Betrag des Schwindmaßes, welches der gebrannte Stein zeigt, größer sein als dessen beabsichtigtes Format. Die Formen haben keinen Boden und stehen auf den Streichtischen; sie werden mit Lehm vollgedrückt und dann mit einem Streichholz abgestrichen, sodann gefüllt auf den Trockenplatz getragen und dort vom Steine sorgfältig abgehoben. Ein Ziegelstreicher nebst Handlangern zum Abtragen der Steine nach dem Trockenplatze kann täglich an 9000 Steine fertigen.

Zum besseren Trocknen kantet man die Steine, sobald man sie ohne Gefahr, sie zu zerbrechen, anfassen kann, auf die hohe Kante um oder setzt sie wohl auch hochkantig auf Bretter und trägt sie nach der Trockenscheune. Langsames Trocknen ist auch hier die Hauptsache. Zutritt des Sonnenscheins bewirkt Reissen der Oberfläche, ohne die innere Feuchtigkeit rasch genug zu entfernen.

Sind die Steine völlig lufttrocken, so werden sie gebrannt, entweder in Feldöfen oder in gemauerten Ziegelöfen. Beim Brennen in Feldöfen wendet man Steinkohlen, Braunkohlen, Torf oder Holz an. Man führt aus gebrannten Steinen den Unterbau des Ofens aus, der aus mehreren parallelen, wagerechten, langen Bänken besteht, welche schmale Feueranäle zwischen sich lassen. Diese werden mit Holz oder mit Kohlengrus oder Torf, auf Rosten, ausgefüllt; neben und über den Canälen werden die Steine hochkantig mit Spielräumen aufgestellt, so zwar, daß die Flamme dazwischen durchschlagen kann. Ueber die so gebildeten Feueranäle stellt man weiter die zu brennenden Steine so auf, daß dem Feuer gehörig Zug verbleibt, um überall durchzudringen; bei Kohlen- und Torffeuerung schüttet man auch zwischen je zwei oder drei Ziegelschichten wieder Brennmaterial. Man umgiebt den ganzen Einsatz mit starken Mauern aus den zu brennenden Luftsteinen und diese wieder mit einer Lehmanschüttung. Die äusseren Steine werden natürlich nicht gar gebrannt und kommen im nächsten Brande zu unterst in den Ofen. Zweckmäßiger ist das Brennen der Ziegel in gemauerten festen Oefen, da in diesen dem Feuer eine bessere Leitung gegeben werden kann, jenes besser zusammengehalten und so an Brennmaterial gespart wird. Die Dauer eines Brandes ist bei den Feldöfen sehr verschieden nach der Trockenheit der Steine und der Art des Brennmaterials, sowie nach den äusseren Witterungsverhältnissen und beträgt durchschnittlich 16 bis 24 Tage. Schwach gebrannte, zu mürbe Steine kann man noch einmal brennen. Zu stark gebrannte, verglaste Steine haben den Nachtheil, daß sie den Mörtel nicht so gut ansaugen. Durch die Hoffmann'schen Ringöfen sind die älteren Ziegelöfen vielfach verdrängt worden.

Die Farbe der Ziegel entscheidet nicht über ihre Güte. Festigkeit gegen Zerstoßen und Zerreiben, heller Klang, gleichmäßiges, feinkörniges Gefüge im Bruche sind dagegen Zeichen eines guten Steines. Außerdem tauche man die Steine in Wasser, um zu bemerken, ob sie Kalktheile enthalten, die sich löschen und ein baldiges Springen bewirken würden. Stark gebrannte, selbst glasierte Steine sind besonders brauchbar zu Mauern, welche der Feuchtigkeit ausgesetzt sind; sie werden Klinker genannt.

Dachsteine und Dachpfannen macht man ähnlich wie die Ziegelsteine, man nimmt jedoch zu ihnen einen etwas fetteren Lehm.

Chamottesteine werden aus feuerfestem Thon unter Zusatz von zerriebenen Porzellan- oder Steingutscherben gefertigt und in besonderen Oefen gebrannt. Sie sehen in der Regel weiß aus; man verwendet sie zur inneren Auskleidung von Feuerungsanlagen der Schmelzöfen, Dampfkessel u. dergl. Zum Vermauern wird ebenfalls feuerfester Thon genommen.

Verblendsteine werden aus besonders gut vorbereitetem Ziegelgut hergestellt. Sie müssen scharfkantig sein, glatte Ansichtsflächen von gleichmäßiger Farbe und genau die vorgeschriebenen Abmessungen haben.

Loch- oder Hohlziegel erfordern weniger Material und sind leichter als Vollsteine; sie trocknen schnell und gleichmäßig und lassen sich billig brennen, auch in großen Stücken herstellen.

Pflasterklinker von sehr bedeutender Härte werden aus besonders geeignetem Material (ziemlich reinem Thon) hergestellt, jedoch gibt es für sie nur wenige Bezugsquellen. Sie müssen eben und scharfkantig, fest und hellklingend sein.

Für die Abnahme werden die Ziegel jeder Sorte für sich in regelmäßige Haufen von je 200 Stück aufgesetzt. Der zulässige Bruch (etwa 5%) muß in besondere Haufen gesetzt werden.

84. Kunststeine. Zu diesen sind eigentlich auch die Ziegel zu rechnen, gewöhnlich versteht man aber unter künstlichen Steinen nur die bei gewöhnlicher Temperatur, also ohne Brennen, hergestellten Bausteine. Am wichtigsten ist der Beton, der aus einer Mischung von Wassermörtel (siehe Art. 87) und geschlagenen Steinen (Steinschlag) besteht. Dem mit möglichst wenig Wasser angefertigten Mörtel werden die staubfreien und angehäften Steinbrocken hinzugefügt, dann wird das Ganze tüchtig durchgearbeitet und sogleich verwendet. Im Trockenen füllt man die Masse zwischen Verschalungen ein und stampft sie tüchtig fest (Stampfbeton), während der unter Wasser herzustellende Beton einfach mit Trichtern oder Kästen versenkt und, so gut es geht, lagenweise abgeglichen wird.

Cementsteine werden aus reinem Cement oder aus Cement mit Sand angefertigt.

Kalksandziegel bestehen aus dicker Kalkmilch mit der sechs- bis zwölffachen Menge von grobem Sande gemischt und in einer Ziegelpresse geformt, dann an der Luft drei bis vier Wochen lang getrocknet.

Außerdem gibt es noch zahlreiche andere künstliche Steinproducte, als Schlackensteine, die aus langsam abgekühlter Hochofenschlacke bestehen, Schwemmsteine: ein aus Trachytsand und Kalk geformtes leichtes Baumaterial, künstlicher Sandstein: aus Kalkpulver und Portlandcement mit Sand und Wasser gemischt und in Formen eingestampft, Xylolith: Sägespäne mit Magnesiakitt gemischt und unter starkem Druck geprefst, als Ersatz für Dielen und Fliesen, ferner Gipsdielen usw.

85. Kalk. Man hat zwischen Kalk und Kalkstein zu unterscheiden. Kalk ist das Hauptmaterial für den Mörtel, er wird aus den in der Natur vorkommenden Kalksteinen durch „Brennen“ gewonnen, wodurch die in dem Kalksteine enthaltene Kohlensäure ausgetrieben wird.

Das Brennen geschieht in den Kalköfen, woselbst die Steine einer großen Feuerhitze ausgesetzt werden. Sie verlieren dadurch ihren Gehalt an Wasser und Kohlensäure und fast die Hälfte (nämlich 40 bis 45%) an Gewicht. Der gebrannte Kalk wird auch Aetzkalk genannt. Er hat die Eigenschaft, begierig Wasser aufzunehmen, und indem er dieses aus der Luft anzieht, zerfällt er unter bedeutender Wärmeentwicklung, welche leicht feuergefährlich wird, zu Kalkpulver. Das gleiche ist der Fall, wenn die zu Eigröße zerschlagenen Stücke Aetzkalk mit etwas Wasser getränkt (überbraust) werden. Wird aber eine reichlichere Wassermenge zugeführt, so entsteht statt des trockenen Pulvers eine milchfarbige Schläupe, Kalkmilch genannt, die man in eine tiefe, am besten nicht

ausgemauerte Grube ausfließen läßt. Hier wirkt das überschüssige Wasser auf die noch unaufgelösten Kalkstückchen ein und versickert; nach einigen Tagen entsteht eine zarte breiartige Masse (Kalkbrei).

Das Löschen muß mit Sorgfalt und Sachkenntniß geschehen. Bei zu geringem Wasserzufluß löscht sich ein Theil des Kalkes trocken (er verbrennt), bei zu großem Wasserzufluß löscht er sich träge und ersäuft; beides ist nachtheilig. Regen- und Flußwasser ist zum Kalklösen besser geeignet als Brunnenwasser.

Der frisch gebrannte Aetzkalk muß sofort vor Luftzutritt geschützt und in Fässern verpackt, trocken und unzerfallen — lebendig — auf die Baustelle geliefert werden. Auch der gelöschte Kalk ist vor Luftzutritt zu schützen und wird in der Grube, sobald er beginnt Risse zu bekommen, mit einer Lage Mauersand überdeckt. Er kann alsdann Jahre lang aufbewahrt werden; auch das in Fässern verpackte Kalkpulver bleibt sehr lange brauchbar.

Man unterscheidet fetten oder Weißkalk und mageren oder hydraulischen Kalk. Der fette Kalk enthält nur wenig fremde Beimischungen, etwa 5 bis 6%, magerer Kalk aber 15 bis 30% und zwar namentlich Kieselsäure und Thonerde. Gebrannter Kalk mit 30 bis 50% Kieselsäure und Thonerde heißt Cement (vergl. Art. 87).

Der fette Kalk wird gewöhnlich nafs gelösch (als Sumpfkalk), der magere trocken (als Kalkpulver).

Beim Löschen des Aetzkalkes nimmt seine Masse und sein Raumgehalt zu und zwar um so mehr, je fetter der Kalk ist. Durchschnittlich giebt 1 cbm Aetzkalk bei fettem Kalk 2 bis $2\frac{1}{2}$ cbm Kalkbrei und bei magerem Kalk $1\frac{1}{2}$ cbm Kalkpulver.

Aetzkalk wird nach Gewicht gehandelt, Kalkbrei oder kurzweg Kalk nach Hektoliter.

86. Luftmörtel. Mörtel ist eine zwischen die Steine gebrachte weiche Masse, welche die einzelnen Steine des Mauerwerks miteinander verbinden, die Zwischenräume ausfüllen und das Lager jeder neuen Schicht so abgleichen soll, daß der Druck der oberen Schichten die ganze Fläche trifft und nicht etwa nur einzelne hervorragende Punkte. Außerdem dient der Mörtel zum Verputzen der Ansichtsflächen des Mauerwerks.

Lehmmörtel, aus nassem Lehm mit Häcksel oder Spreu hergestellt, giebt warm haltende, trockene Wände und wird für ländliche Wirthschaftsgebäude vielfach verwendet. Er giebt aber keinen festen Zusammenhang zwischen den Steinen und kann vom Wasser ausgewaschen werden, weshalb die Außenwände vor Regen geschützt sein müssen.

Kalkmörtel ist die wichtigste Mörtelart für alle Bauausführungen über Wasser. Er wird durch Mischung von Kalkbrei und Mauersand unter Wasserzusatz hergestellt. Das Mischungsverhältniß von Sand und Kalk richtet sich nach der Beschaffenheit des ersteren; es ist mindestens so viel Kalk zu verwenden, daß dieser die Hohlräume zwischen den Sandkörnchen gerade ausfüllt, ohne daß die Mischung einen größeren Raum einnimmt als der trockene Sand. Dies ist durchschnittlich der Fall bei Mischungen von zwei bis drei Raumtheilen Sand auf einen Raumtheil Kalkbrei. Das Mischungsverhältniß muß vorgeschrieben werden.

Der Kalkmörtel erhärtet an der Luft, indem er Kohlensäure aus ihr aufnimmt und dadurch wieder zu einem festen Körper wird wie vor dem Brennen des Kalkes. Zur Erhärtung ist also Luftzutritt erforderlich, deshalb erhärtet der Kalkmörtel nicht unter Wasser, vielmehr löst sich der Kalkbrei in dem Wasser auf, während er durch Aufnahme von Kohlensäure unlöslich wird. Zur Erhärtung ist aber ein gewisser Wassergehalt erforderlich, weshalb die Steine nicht zu trocken vermauert werden dürfen.

Der Sandzusatz macht den Kalkbrei leichter durchdringlich für die Luft, wodurch die Erhärtung befördert wird. Letztere schreitet viele Jahre lang fort und so erklärt sich die grofse Festigkeit von altem Mauerwerk. Der Sand mufs rein und scharfkantig sein; am besten ist ausgewaschener Quarzsand.

Gipsmörtel wird zu Deckenputz und anderen feinen Putzarbeiten im Inneren der Gebäude verwendet. Der Gips wird ähnlich wie der Kalk gebrannt und in gepulvertem Zustande aufbewahrt. Durch langes Liegen verliert er seine Bindekraft und durch Feuchtigkeit wird er zersetzt, auch dehnt er sich dabei aus.

Das aus Gipsmörtel hergestellte Mauerwerk trocknet schnell aus, erlangt jedoch nicht so grofse Festigkeit als Kalkmörtelmauerwerk. Dagegen wird Gips für den Decken- und Wandputz vielfach dem Kalkmörtel zugesetzt. Er bewirkt eine viel schnellere Erhärtung des Mörtels.

Reiner Gipsmörtel wird ohne Sandzusatz nur durch Mischung von Wasser und fein gemahlenem Gips hergestellt; 1 hl des letzteren giebt etwa 0,75 hl Gipsmörtel und wiegt etwa 90 kg.

87. Wassermörtel. Durch Zusatz von gebrannter Thonerde (Ziegelmehl, Trafs, Cement und ähnlichen thonhaltigen Stoffen) zum Fettkalk wird dieser hydraulisch, d. h. er erlangt die Fähigkeit, im Wasser zu erhärten, während der reine Fettkalk nur unter Luftzutritt erhärtet, im Wasser aber sich auflöst. Der hydraulische Kalk ist als sogenannter magerer Kalk vielfach von Natur vorhanden; er wird dann wie der fette Kalk gebrannt, aber nicht nafs, sondern trocken gelöscht (Art. 85).

Wassermörtel kann übrigens auch zu Bauten über Wasser verwendet werden. Dem natürlichen hydraulischen Kalk überlegen ist der Portland-Cement. Dieser wird in besonderen Fabriken dadurch hergestellt, dafs eine innige Verbindung von kalk- und thonhaltigen Stoffen bis zur Sinterung gebrannt und dann fein zermahlen wird. Er bindet, mit Wasser angemacht, in kurzer Zeit ab, weshalb der Mörtel immer nur in kleinen Mengen bereitet werden darf und schnell verarbeitet werden mufs. Er verträgt ziemlich grofsen Sandzusatz und zwar um so mehr, je besser der Sand ist. Es ist deshalb wichtig, auf die Auswahl des Sandes und seine Reinigung von erdigen Theilen grofse Sorgfalt zu verwenden.

Verlängerter Cementmörtel besteht aus einer Mischung von Cement und Kalk mit Sand. Wenn der Kalk in Pulverform vorhanden ist, so werden alle Stoffe zuerst trocken gemischt und dann unter Wasserzusatz gut durchgearbeitet. Kommt dagegen, wie üblich, Kalkteig zur Verwendung, so wird zunächst dieser mit dem Cement oder Trafs unter

Wasserzusatz durchgearbeitet und dann erst der Sand und das weiter erforderliche Wasser zugesetzt.

Trafs ist ein natürlicher Cement, ein Bimssteintuff, der zu Pulver gemahlen und, ähnlich wie der Cement, zur Mörtelbereitung verwendet wird. Es ist üblich, den Trafs in Stücken zu beziehen und erst auf der Baustelle zu mahlen. Lange an der Luft liegend, verliert er an Güte. Trafs und Cement sind in verschleißbaren Schuppen trocken aufzubewahren. Der Trafsmörtel wird mit weniger Sand als der Cementmörtel, dagegen stets mit Kalk (Fettkalk oder Wasserkalkpulver) zubereitet, da er ohne Kalk nicht erhärtet. Der sogenannte starke Trafsmörtel besteht sogar nur aus Trafs und Kalk ohne Sandzusatz.

88. Mörtelmischungen. Wenn über die Zusammensetzung des Mörtels und die Berechnung der Mörtelmaterialien keine anderweitigen Vorschriften gegeben sind, kann die nachstehende Zusammenstellung benutzt werden.

Laufende Nr.	Bezeichnung und Verwendungsart des Mörtels	Mischungsverhältn. nach Raumtheilen					1 cbm Mörtel erfordert					1 cbm Mörtel kostet an Materialien	
		Kalkteig	Cement	Sand	Trafs	Wasserkalkpulver	Kalkteig	Cement	Sand	Trafs	Wasserkalkpulver	M	ℳ
1	Gewöhnlicher Kalkmörtel	1	—	2 ¹ / ₂	—	—	0,36	—	0,90	—	—	9	20
2	Kalkmörtel für Gewölbe und Putzarbeiten . .	1	—	2	—	—	0,41	—	0,82	—	—	10	—
3	Cementmörtel zum Vergießen und Ausfügen	—	1	1	—	—	—	0,60	0,60	—	—	37	80
4	desgl. für Pflaster und Verputz	—	1	2	—	—	—	0,45	0,90	—	—	29	70
5	desgl. für gewöhnliches Mauerwerk u. Stampfbeton	—	1	3	—	—	—	0,31	0,93	—	—	21	40
6	Verlängerter Cementmörtel für Beton unter Wasser	1/2	1	4	—	—	0,12	0,24	0,96	—	—	19	40
7	desgl. für Beton im Trockenem	1	1	7	—	—	0,15	0,15	1,05	—	—	15	—
8	desgl. für Füllbeton . .	2	1	10	—	—	0,20	0,10	1,00	—	—	12	60
9	desgl. für gewöhnliches Mauerwerk	2	1	6	—	—	0,28	0,14	0,84	—	—	16	—
10	Trafsmörtel für Werksteinmauerwerk . . .	1	—	—	1	—	0,75	—	—	0,75	—	31	50
11	desgl. mit Wasserkalk	—	—	—	1	1 ¹ / ₃	—	—	—	0,60	0,90	28	—
12	desgl. für gewöhnliches Mauerwerk	2	—	3	1	—	0,46	—	0,69	0,23	—	15	90
13	desgl. für Beton unter Wasser	—	—	1	1	1	—	—	0,47	0,47	0,47	19	70
14	desgl. für Thalsperren usw.	1	—	1 ³ / ₄	1 ¹ / ₂	—	0,31	—	0,54	0,46	—	18	20

An Materialien erfordert 1 cbm Mörtel durchschnittlich im ganzen 1,20 bis 1,30 cbm, bei Wasserkalkmörtel sogar etwa 1,50 cbm. Die Zusammenstellung enthält auch die Materialkosten, die sich für 1 cbm Mörtel ergeben, wenn die Einzelpreise wie folgt angesetzt werden:

1 cbm Kalkbrei	18 №
1 „ Mauersand	3 „
1 „ Cement	60 „
1 „ Trafs	24 „
1 „ Wasserkalkpulver	15 „

Hinsichtlich des Cements ist zu bemerken, dafs ein Fafs Portland-Cement etwa $\frac{1}{10}$ cbm Rauminhalt hat und 170 kg Cement enthält. Beim Ausschütten giebt aber ein Fafs mehr als $\frac{1}{10}$ cbm und zwar etwa 130 l lose Masse, welche für die Mörtelmischung nach Raumtheilen maßgebend ist. Bei der Mörtelmischung Nr. 5 der vorstehenden Zusammenstellung hat man also beispielsweise auf jedes Fafs Cement $3 \cdot 0,130 = 0,39$ cbm Sand zu nehmen.

1 cbm geschüttetes (loses) Cementpulver wiegt etwa 1300 kg.

89. Eisen. Alles technisch verwendbare Eisen mufs aus den Eisen-erzen künstlich hergestellt werden. Durch Schmelzen in den Hochöfen gewinnt man zunächst Roheisen, welches 3 bis 6% Kohlenstoff enthält und leicht schmelzbar, aber nicht schmiedbar ist. Aus dem grauen Roheisen stellt man durch Umschmelzen Gußeisen her, aus dem weifsen bezw. grauen Roheisen durch das Frischen (Puddeln) oder durch den Bessemer-, Thomas- oder Martin-Procefs Schmiedeisen und Stahl. Die Fabrikation liefert Eisensorten von äußerst verschiedener Güte und Brauchbarkeit.

Das Gußeisen mufs im Bruche ein dichtes, gleichartiges Gefüge und eine grauschwarze Farbe zeigen, es darf keine Blasen, Borsten oder Narben haben. Der Gufs erfolgt in sogenanntem Formsande, aus welchem die Leerform des zu gießenden Gegenstandes mit einem Modell (z. B. durch Abdrücken des Modells in den wagrecht abgeglichenen Sand) hergestellt wird.

Bauteile, welche erheblichen Kräften, namentlich Stoßkräften zu widerstehen haben, macht man besser aus Schmiedeisen, da die Biegsamkeit des Gußeisens nur gering ist. Dagegen widersteht das letztere sehr gut einem ruhenden Drucke und wird daher häufig zu Pfeilern und Säulen verwendet. Auch gußeiserne Rohrleitungen haben eine sehr große Verbreitung gefunden. Die Rohre und Säulen werden stehend gegossen und müssen gleichmäßige Wandstärken haben. Sie werden bei der Abnahme einer Probelastung unterworfen. Mindergewicht wird nicht bezahlt, Mehrgewicht wird gewöhnlich nur bis 3% über das rechnungsmäßige Gewicht angerechnet.

Das Schmiedeisen enthält nur $\frac{1}{2}$ bis 1% Kohlenstoff. Es heißt Schweifseisen oder Flußeisen, je nachdem es bei der Herstellung in teigigem oder flüssigem Zustande gewonnen wird. Es ist schwer schmelzbar, aber schmiedbar und schweißbar.

Das Schweifseisen mufs zähe, dicht und gut dehnbar sein, im Bruche weißgrau und glänzend, Gefüge sehnig. Es darf keine Risse, Blätterungen, Aschflecke oder sonstige unganze Stellen haben, auch weder kalt- noch rothbrüchig sein. Häufig wird eine bestimmte Zugfestigkeit (3400 at) und Dehnung (12%) vorgeschrieben.

Das Flußeisen ist gar nicht härtbar und schwerer schweißbar als das Schweifseisen, hat aber eine etwas größere Festigkeit und Zähigkeit als jenes.

Der Stahl enthält $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}\%$ Kohlenstoff, also weniger als Gußeisen und mehr als Schweisseisen. Je mehr Kohlenstoff er enthält, desto härter ist er. Der Stahl ist schmelzbar, schweisbar und härbar. Das Härten besteht in dem Ablöschen des glühenden Stahls in einer Flüssigkeit (Öl oder Wasser). Je nach der Schnelligkeit der Abkühlung wird er mehr oder weniger hart und spröde; durch das „Anlassen“ erhält er neben der gewünschten Härtenummer auch Biegsamkeit und Federkraft. Man unterscheidet Schweisstahl und Flußstahl, die sich ähnlich zueinander verhalten wie Schweisseisen zu Flußeisen. Der frühere Name Gußstahl ist durch die Benennung Tiegelstahl ersetzt. Stahlgußwaren werden aus Flußstahl in fertiger Form durch Guß hergestellt.

Weißblech ist gutes, gleichmäßig stark verzinntes Eisenblech, welches in Stärken von 0,4 bis 2,5 mm hergestellt wird. Der Zinnüberzug wird durch Eintauchen des gut gereinigten Schwarzblechs in geschmolzenes Zinn hergestellt und soll das Eisen vor dem Rosten schützen. Er schützt jedoch nur so lange, als er vollkommen unversehrt bleibt; an nackten Stellen wird das Rosten durch elektrische Einwirkungen sogar befördert.

Besser ist ein Zinküberzug, und verzinktes Eisen, auch galvanisiertes Eisen genannt, wird vielfach angewandt. Verzinktes Eisenblech ist nicht mit Zinkblech zu verwechseln.

90. Andere Metalle. Zinkblech wird zu Dachrinnen, Abfallrohren, Dachdeckungen und anderen Zinkarbeiten verwendet. Es wird nach der Schlesischen Zinkblechlehre gewalzt; für Bauzwecke braucht man die Nummern 12 bis 16, für welche die Stärken und Gewichte nachstehend angegeben sind.

Zinkblech Nr.	12	13	14	15	16
Stärke in mm	0,66	0,74	0,82	0,95	1,08
Gewicht von 1 qm in kg	4,75	5,33	5,90	6,84	7,78

Kupfer besitzt große Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität. Durch Walzen und Hämmern wird es hart, durch Ausglühen wieder weich; es ist nicht schweisbar. Kupferdraht muß sehr biegsam und glatt sein und einen gleichmäßigen kreisförmigen Querschnitt haben. Etwas Arsen- oder Antimonengehalt erhöht die Festigkeit. Er wird in großen, mit Kupferdraht abgebundenen Ringen geliefert.

1000 m Draht wiegen für jedes qmm Querschnitt 9 kg.

Messing besteht aus etwa 2 Theilen Kupfer und 1 Theil Zink. Es ist sehr dehnbar und läßt sich kalt wie Kupfer bearbeiten.

Bronze besteht aus Kupfer und Zinn (Rothguß). Phosphorbronze ist Bronze mit $\frac{1}{2}$ bis 1% Phosphorzusatz; sie ist sehr zähe und fest, walzbar und schmiedbar.

91. Glas. Quarzsand, Soda, zerstoßener Kalkstein (Kreide) und Glasscherben sind die hauptsächlichsten Rohstoffe, die mit verschiedenen Fluß- und Färbungsmitteln in einen aus feuerfestem Thon hergestellten Glashafen gebracht und geschmolzen werden. Die flüssige und bis auf Rothgluth abgekühlte Masse wird mit einem eisernen Blaserohr entnommen, aufgeblasen und in die gewünschte Form gebracht. Auch

bei der Herstellung der Glasscheiben werden zuerst grofse Cylinder geblasen, die demnächst aufgeschnitten und nach nochmaliger Erwärmung ausgewalzt, sodann im Kühllofen abgekühlt werden. Grofse und starke Glastafeln stellt man aber durch Giefsen und Abwalzen (Platte und Walze von Gußeisen) her und zwar sowohl Schaufensterscheiben als Glasfliesen. Durch gutes, langsames Abkühlen wird die Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit des Glases vermindert. Der Kalkgehalt vergrößert, Bleioxyd vermindert die Härte und den Glanz.

Das Glas leidet durch Regen und feuchte Luft, weshalb es luftig und trocken aufzubewahren ist. Flußsäure zerstört das Glas.

Fensterglas soll durchsichtig und farblos, eben und frei von Blasen, Sternen und Streifen sein. Gebräuchlich ist das halbweife (halbreine) Glas in Stärken von 2 bis 4 mm. Der Einheitspreis wächst mit der Summe aus Länge und Breite der Scheiben (addirte Centimeter).

92. Farben und Anstriche. Der wichtigste Zweck der Anstriche ist der Schutz gegen Zerstörung durch Witterungseinflüsse, Fäulnifs, Rostbildung usw. Das Anstreichen wird gewöhnlich zwei- bis dreimal wiederholt; der erste oder Grundanstrich schafft den „Grund“, auf dem der zweite Anstrich gleichmäfsig und fest haften kann.

Die zum Anstriche geputzter Wände dienenden Kalk- und Leimfarben sind in Art. 122 behandelt.

Oelfarben werden aus Leinölfirnis unter Zusatz von gut deckenden Farbstoffen bereitet. Das Leinöl soll ungekocht eine goldgelbe, helle Farbe und ein spezifisches Gewicht von mindestens 0,935 haben. Leinölfirnis wird durch zwei- bis dreistündiges Kochen von Leinöl unter Zusatz von etwa 8% Braunstein, Bleiglätte oder Zinkoxyd hergestellt; ist er zähe geworden, so mufs er mit Terpentinöl verdünnt werden.

Die allgemeinste Deckfarbe ist das Bleiweifs und für den Grundanstrich die Bleimennige. Weniger gut, aber etwas billiger ist Zinkweifs, bei dessen Verwendung der Leinölfirnis nicht mit Bleiglätte zubereitet sein darf, während andererseits, wenn man mit Bleiweifs streichen will, kein Zinkoxyd zum Firnis zu verwenden ist.

Den ersten Anstrich macht man häufig nur mit heifsem Leinölfirnis, ohne Zusatz von Farben. Eisentheile bedürfen in der Regel vor ihrer Prüfung und Besichtigung eines solchen Voranstriches mit heifsem Firnis, der dünnflüssig und rasch trocknend sein mufs. Dann folgt der Grundanstrich, wobei der Leinölfirnis mit Bleimennige angerieben wird, und auf diesen ein oder zwei Anstriche mit beliebigen Farbstoffen. Letztere müssen fein gemahlen oder gerieben und mit Leinölfirnis angemacht sein. Zu beachten ist, dafs die meisten Farbstoffe giftig sind. Oelfarbenanstrich kann auch auf Cementputz angebracht werden, jedoch erst, wenn dieser einige Jahre alt ist, weil die Ausscheidungen des Cementputzes von Wasser und Kalk die Oelfarbe zerstören. Zuerst wird die Fläche mit Firnis grundirt und dann zwei- bis dreimal mit Oelfarbe gestrichen.

Theeranstriche sind für Holzwerk und Eisen anwendbar. Holztheer mufs leichtflüssig sein und eine helle, braunröthliche Farbe haben. Den Gas- oder Kohlentheer darf man durch Zusatz von Petroleum verdünnen, um ihn streichrecht zu machen. Er wird hauptsächlich für den

Anstrich von Eisen und Mauerwerk, Holztheer zum Anstrich von Holzflächen verwendet.

Harzöl ist eine Lösung von Kautschuk in Terpentinöl (für eiserne Schiffe).

Kopal- und Bernsteinlack dienen zum Schutze für den eigentlichen Oelfarbenanstrich.

Fertige Fußbodenlackfarben sind in den meisten Drogengeschäften käuflich zu haben. Ihre Eigenschaft, schon in 6 bis 8 Stunden nach dem Aufstrich vollständig trocken zu sein, beruht auf einem Zusatze von Siccativ (Trockenmittel), jedoch leidet dadurch die Haltbarkeit. Gefährlich ist die Verwendung von Petroleumäther als Trockenmittel.

Das Reinigen von Oel- und Lackfarbenanstrichen erfolgt durch Abwaschen mit Regenwasser oder Abbürsten mit kaltem Seifenwasser. Heißes Wasser wirkt zerstörend auf den Oelfarbenanstrich, noch schädlicher sind ätzende Alkalien, Ammoniak und Sodalösung; letztere wird deshalb zum Beseitigen eines alten Oelfarbenanstriches benutzt.

Verschiedene Rostschutzmittel, deren Zusammensetzung als Fabrikationsgeheimniß nicht bekannt oder deren Anfertigung geschützt ist, sind an Stelle der Oelfarben in den Handel gekommen. Bei ihnen genügt in der Regel ein zweimaliger Anstrich ohne vorherigen Grundanstrich und die Farbe ist ergiebiger als die Oelfarbe, indem der zweimalige Anstrich nur etwa 0,15 kg, bei einigen Patentfarben sogar nur 0,10 kg Anstrichmasse für 1 qm gestrichene Fläche erfordert, der dreifache Oelfarbenanstrich (mit Mennige und Bleiweiß) dagegen 0,4 bis 0,6 kg. Diesem Vortheile steht aber der höhere Preis der Patentfarben gegenüber.

Die Anstriche mit Oelfarben und Theer haben sich im allgemeinen widerstandsfähiger und dauerhafter erwiesen, besonders bei der Verwendung in fließendem Wasser.

Siebenter Abschnitt.

E r d a r b e i t e n .

93. Böschungsneigung. Keine Erdart erhält sich auf die Dauer in senkrechten Wänden; alle Gruben und Gräben, Einschnitte und Anschüttungen müssen deshalb eine geneigte seitliche Oberfläche, Böschung genannt, erhalten. Man pflegt die Neigung der Böschungen durch das Verhältniß der Grundlinie der Böschungslinie zu ihrer Höhe auszudrücken; bei der einfachen Böschung oder der Böschung von einfacher Anlage ist also die Grundlinie $b =$ der Höhe h , bei $\frac{1}{2}$ facher Böschung ist $b = \frac{1}{2}h$, bei $1\frac{1}{2}$ facher Böschung ist $b = 1\frac{1}{2}h$ usw. Die wagerechte Grundfläche einer Grube oder eines Einschnittes wird die Sohle, die obere Fläche der Anschüttungen die Krone genannt.

In festem Lehm und Thon kann man Gruben, die nur kurze Zeit bestehen sollen und daher von den Einflüssen der Witterung nicht viel zu leiden haben, auch vom Grundwasser frei bleiben, recht gut $\frac{1}{2}$ fach und auf mäfsige Tiefe sogar beinahe senkrecht böschen. Hat man aber Grundwasser zu erwarten, so muß mindestens einfache Böschung angelegt werden.

Im Sandboden müssen Gruben selbst für kurze Dauer mindestens einfach geböscht sein, denn wenn auch zuerst wegen der Bergfeuchtigkeit steilere Wände stehen, so verlieren diese doch bald ihren Zusammenhang und gerathen in Bewegung. Tritt aber Grundwasser in die Grube, so wird der Fuß der Böschung abgehoben und der obere Theil stürzt bald nach. Dagegen schadet das von oben langsam durch den Sand dringende Wasser weniger, drückt im Gegentheil die einzelnen Körnchen fester aufeinander. In grobem Kies oder Schotter sind einfache Böschungen auch für dauernde Anlagen in der Regel ausreichend. Durchschnittlich pflegt man aber die Erdböschungen im Trockenen $1\frac{1}{2}$ fach, unter Wasser mindestens zweifach zu nehmen.

Bei den Ausschachtungen unter dem Grundwasser ist es, wenn die Erdart sehr durchlässig und der Wasserandrang stark ist, bisweilen gar nicht möglich, standfeste Böschungen herzustellen. Man muß alsdann die Wände der Grube durch künstliche Mittel sichern, etwa durch Spundwände oder durch Bohlen, welche hinter eingerammte Pfähle gesetzt und hinterstampft werden, oder durch Faschinen.

Häufig fehlt es an Raum für die Böschungen einer auszuschachtenden Baugrube, z. B. bei der Herstellung der Baugrube für Straßencanäle. Alsdann werden die Wände ausgesteift. Diese Aussteifungen

sind besonders schwierig bei Wasserandrang wegen der zu vermeidenden Gefährdung durch Hinterspülung (vergl. Grundbau).

Bei der Wahl der Böschungsneigung für die Abträge (Einschnitte) ist aufser der Bodenart auch die Lagerung der Erdschichten zu berücksichtigen. Thonschichten sind undurchlässig und halten daher das von oben durchsickernde Wasser zurück, und wenn sie nach dem Einschnitte zu geneigt sind, so wird ihre Oberfläche leicht eine Rutschfläche, auf der die aufgelagerten durchlässigen Bodenmassen abgleiten. Solchen Rutschungen läfst sich am sichersten durch geeignete Entwässerungsanlagen vorbeugen, in schwierigen Fällen mufs man von vornherein Bankette an den Rutschflächen zur Entlastung anlegen oder die ganze Böschung abflachen.

Dämme, welche dauernd oder zeitweise (bei Hochwasser oder Ueberschwemmungen) einen Wasserdruck auszuhalten haben, bedürfen gewöhnlich mit Rücksicht auf die nothwendige Sicherheit gegen Durchbruch flacher Böschungen; sie erhalten an der Wasserseite eine drei- bis vierfache, wenn sie aber starker Strömung, dem Eisgange oder Wellenschlage ausgesetzt sind, sogar eine vier- bis fünffache Böschung, deren Oberfläche in angemessener Weise, nöthigenfalls durch Abpflasterung, zu befestigen ist. Die sogenannten Ueberlaufstrecken der Deiche, die bisweilen vom Wasser überströmt werden, bedürfen einer mindestens sechs- bis zehnfachen Böschung auf der Abflufsseite (vergl. Art. 100).

94. Vorbereitung der Erdarbeiten. Das Baufeld mufs vor Beginn der Arbeiten bereit gestellt sein, die Profile sind durch Pfähle, Stangen und Böschungslehren sorgfältig abzustecken (vergl. Art. 42).

Wenn die Erdarbeiten durch einen Unternehmer ausgeführt werden, hat dieser gewöhnlich die Absteckung, und zwar nach Anleitung und unter Aufsicht der Bauverwaltung selbst auszuführen, auch für die Erhaltung der abgesteckten Marken Sorge zu tragen. Zu den Vorbereitungen gehört ferner die Einrichtung der nöthigen Lagerplätze, Baracken und Zufuhrwege, häufig sind auch Verlegungen von Wegen und Gräben, Nothbrücken, Abdämmungen usw. erforderlich.

Die Grundfläche der herzustellenden Dammschüttungen ist von Bäumen, Sträuchern, Stubben, Steinen, Hecken, Moor, Schlamm, alten Bauresten und allen anderen Dingen, welche die Dichtigkeit und Gleichmäfsigkeit der Anschüttungen unterbrechen würden, zu reinigen. Rasen und Mutterboden wird gewöhnlich von allen zu Abgrabungen und Dammschüttungen bestimmten Flächen des Baufeldes sorgfältig abgedeckt und zur späteren Benutzung seitwärts aufgesetzt. Natürlich darf auch der Wasserabflufs durch die Dammschüttung nicht gehemmt oder erschwert werden und zwar gilt diese Bedingung auch für das Grundwasser (vergl. Art. 100).

Bei den Absteckungen für die Einschnitte von Wegen, Eisenbahnen, Gräben usw., deren Böschungen später bekleidet werden sollen, ist zu beachten, dafs die Breitenmafsse um die Stärke der Bekleidung vergrößert werden müssen, während sie bei den Dämmen entsprechend kleiner zu nehmen sind. Denn die vorgeschriebenen Profilabmessungen werden allgemein auf die fertige Anlage bezogen und bezeichnen also diejenigen

Abmessungen, die nach der Ausführung der Böschungsbekleidungen vorhanden sein sollen. Beiläufig wird bemerkt, daß man die Massen der Dämme und Einschnitte stets nach den fertigen, also bekleideten Profilen zu berechnen pflegt, sodafs die wirklich auszuhebenden Abtragmassen der Einschnitte etwas gröfser sind, als sie berechnet werden. Der Unterschied ist aber nicht erheblich und er wird theilweise dadurch ausgeglichen, daß die Abdeckung des Rasens oder Mutterbodens, also ein Theil der berechneten Abtragmasse, besonders bezahlt wird. Aehnlich verhält es sich bei den Dämmen. In besonderen Fällen, z. B. wenn die Böschungen eine sehr starke Bekleidung erhalten, empfiehlt es sich, die Art der Massenberechnung der Erdarbeiten schon in den Bedingungen deutlich festzustellen bezw. im voraus zu vereinbaren.

Sehr wichtig ist die sogenannte Massenvertheilung, die vor Beginn der Arbeit festgestellt sein mufs. Bisweilen ist es am günstigsten, die Vertheilung so anzuordnen, daß die aus den Einschnitten gewonnenen und die zur Schüttung der Aufträge erforderlichen Erdmassen sich ausgleichen oder daß wenigstens das ganze Material der Anschüttungen aus den Einschnitten gewonnen wird. Unter Umständen kann es aber vortheilhafter sein, den Boden für die Dämme durch Seitenentnahme zu beschaffen, und häufig sind die entwurfsmäßigen Anschüttungen so gering, daß der größte Theil des ausgehobenen Bodens seitwärts in Erdlager gesetzt werden mufs. Es kommt bei der Massenvertheilung auch darauf an, ob der Abtragboden zur Herstellung sicherer Dämme geeignet ist (vergl. Art. 96), widrigenfalls man ihn aussetzen und den etwa fehlenden Auftragsboden anderweitig beschaffen mufs. Die Gröfse der Ablagerungsflächen ist unter Berücksichtigung der Auflockerung des Bodens (Art. 97), der zulässigen Schüttungshöhe, der Böschungen und der erforderlichen seitlichen Schutzstreifen (Art. 95) zu ermitteln.

95. Ausgrabungen. Die Erdabträge geschehen entweder zu dem Zwecke, eine Strafe, Eisenbahn, einen Graben oder Canal in den Erdboden einzuschneiden oder um Erde für Dammschüttungen zu gewinnen (Seitenentnahmen).

Die Abgrabungen dürfen nicht bis unmittelbar an die nachbarlichen Grenzen reichen, sondern es mufs von der Grenze bis zur oberen Einschnittskante der Böschungen ein Schutzstreifen von durchschnittlich etwa 1,25 m Breite liegen bleiben; in gutstehendem Boden kann man die Breite des Schutzstreifens auf 0,60 m ermäßigen, während in anderen Fällen, z. B. bei Ausschachtungen neben Dämmen oder Deichen Schutzstreifen von 5 bis 10 m nothwendig bezw. vorgeschrieben sind. Der Arbeitsvorgang bei den Ausschachtungsarbeiten ist derartig einzurichten, daß man den Boden bequem in die Karren verladen und diese mit thunlichst geringer Steigung hin- und herschaffen kann. Man schneidet zuerst einen etwa 1 m tiefen Fördergraben ein, schachtet die eine Seitenwand ab und rückt die Karrfahrt entsprechend nach. Sobald die Grube genügend breit geworden ist, wird ein zweiter Fördergraben an der Böschung entlang angelegt und eine zweite Karrfahrt eingerichtet. In solcher Weise schreiten die Ausschachtungen treppenartig fort.

Alle Einschnitte sind ansteigend, also in der Richtung bergan in Angriff zu nehmen, damit die Gruben eine gute Entwässerung erhalten

und kein Sumpf entsteht. Nöthigenfalls ist für die Ableitung des in dem Einschnitte sich ansammelnden Wassers Sorge zu tragen.

Die Tiefe der seitlichen Ausschachtungen richtet sich nach den jedesmaligen örtlichen Verhältnissen. Je tiefer man die Grube aushebt, desto kleiner wird die zur Gewinnung einer bestimmten Bodenmasse erforderliche Fläche. Bisweilen wird eine bis unter den Grundwasserstand reichende Ausgrabung, obwohl dabei die abgegrabene Fläche landwirthschaftlich unbenutzbar wird, am vortheilhaftesten sein, während in anderen Fällen der benöthigte Boden durch eine solche Abgrabung gewonnen werden kann, bei der die abgegrabene Fläche als Wiese benutzbar bleibt. Alle Seitenentnahmen müssen genügend abgeböschet und nöthigenfalls regulirt, bekleidet oder befestigt werden.

Auf die Entwässerung größerer Einschnitte ist ganz besondere Sorgfalt zu legen. Vielfach wird es nöthig, das von auferhalb zufließende Wasser vor dem Einschnitte durch einen Seitengraben abzufangen. Auch die Quellen sind soweit als möglich abzufangen und so abzuleiten, dafs sie keinen Schaden verursachen können. Wenn wasserführende Schichten durchschnitten werden, müssen Sickerkanäle (vergl. Art. 99) angelegt und die Böschungen am Fusse gesichert werden. Auf die Ausortirung der verschiedenen Bodenarten und deren Verwendung zur Herstellung der Anschüttungen ist besonderes Augenmerk zu richten. Verwitternde oder leicht zerfließende Erdarten sind seitwärts abzusetzen, Humus, auch Mutterboden genannt, ist für Böschungsbekleidungen aufzusparen; bisweilen müssen die ausgehobenen Bodenarten gemischt werden, um sie zur Verwendung im Auftrage geeignet zu machen. Finden sich Baumaterialien, als Steine, Kies, Mauersand, Ziegelerde, Thon usw., so ist entsprechende Anzeige zu machen, damit über ihre Nutzbarmachung beschlossen werden kann.

96. Anschüttungen. Die Vorbereitung des Baufeldes mufs besonders da, wo der Damm zur Abhaltung von Wasser dienen soll, sehr sorgfältig sein. Hat das Baufeld eine stärkere Querneigung als 1:10, so mufs die Oberfläche abgetreptt werden, wie Abb. 69 S. 117 veranschaulicht. Alle Dämme sollten in einzelnen dünnen Lagen und sogleich in voller Breite geschüttet werden. Die Dicke der Lagen soll nicht mehr als 0,50 m, womöglich nur 0,30 bis 0,40 m betragen, in der Breite ist eine Querneigung der Lagen von 1:10 zweckmäfsig. Die einzelnen Lagen sind roh abzugleichen und tüchtig durchzustampfen oder mit Pferden durchzureiten. Das Stampfen ist immer zweckmäfsig bei der Verwendung von weichen und fetten Bodenarten, während es für Sand, Kies und Gestein fast unwirksam und darum überflüssig ist. Es geschieht mit 25 kg schweren Handrammen, wobei etwa ein Stampfer auf je vier Gräber zu rechnen ist und unter Umständen der zu trockene Boden vorher angenästet wird. Geringes Stampfen oder das Stampfen dicker Schichten ist zwecklos und wird am besten ganz unterlassen; sorgfältige Ueberwachung der Stampfarbeit ist geboten. Wenn der Boden mit Pferdekaren oder Wagen angefahren wird, so achte man darauf, dafs die Spur häufig verändert wird; die lagenweise Schüttung erhält alsdann auch ohne Einstampfen eine für gewöhnliche Zwecke ausreichend dichte Lagerung.

Eine Schüttung vor Kopf ist in manchen Fällen zulässig, jedoch niemals bei wasserabhaltenden Dämmen. Man kann hierbei nicht in dünnen Lagen schütten, sondern schüttet den Damm gern gleich in voller Höhe aus; bei hohen Dämmen sollte man aber wenigstens in einigen Absätzen schütten und diese höchstens 5 m hoch machen.

Bei der Hinterfüllung von Brücken und ähnlichen Bauwerken ist es besonders wichtig, eine recht feste Erdmasse hinter dem Mauerwerke zu erhalten, weil das letztere sich fast gar nicht setzt und daher der feste Anschluss beim Sacken der Füllerde verloren geht. Man hinterfüllt die Bauwerke in ganz dünnen Lagen von 0,10 bis 0,15 m Dicke, deren jede tüchtig einzustampfen ist. Die sorgfältigste Aufsicht ist beim Beginne der Hinterfüllung erforderlich und man achte namentlich auf eine gute Ausfüllung der Zwischenräume zwischen dem Mauerwerk und den vortretenden Spundwänden, sowie auf den festen Anschluss des einzustampfenden Bodens an die letzteren. Denn es dürfen hier durchaus keine Hohlräume bleiben, die bei Schleusen, Wehren und ähnlichen Bauwerken leicht die Entstehung von Wasseradern und eine gefährliche Hinterspülung einleiten könnten.

Jede Anschüttung versackt mit der Zeit und man muß ihr deshalb ein Sackmaß geben, d. h. die Schüttung höher machen, als sie entwurfsmäßig werden soll.

Die Sackung kann für

lehmige Bodenarten

durchschnittl. = $\frac{1}{10}$ der

Schüttungshöhe angenom-

men werden, für Sand-

boden etwa = $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{25}$,

für Torf aber bis zu $\frac{1}{2}$.

Die Breitenabmessungen bleiben dagegen unverändert und die Böschungen sind infolge der Ueberhöhungen bei der Schüttung steiler als später, wenn der Damm zur Ruhe gekommen ist. In Abb. 68 ist der Körper des Sackmaßes schraffirt.

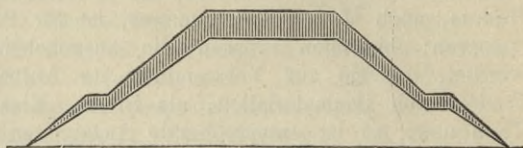


Abb. 68

Mooriger Untergrund eines Dammes weicht aus und der Damm sinkt ein. Es ist alsdann von vornherein auf eine Durchschüttung mit guter Dammerde bis auf die feste Bodenschicht unter dem Moore zu rechnen und das Eindringen der Schüttung durch Ziehen von Gräben zu erleichtern. Ob die Grundschtüttung zuerst in der Mittellinie des Dammes oder etwa beiderseits am Böschungsfusse vorzunehmen ist, muß jedesmal besonders angeordnet werden; in dem letzteren Falle erhält man im Inneren der Anschüttung einen Kern von zusammengepresstem Moor.

Niedrige Dämme lassen sich aber auch auf tiefen Mooren gleichsam schwimmend herstellen, und das ist für manche Zwecke, z. B. zur Herstellung eines Leinpfades bei Schiffahrtskanälen, sehr zweckmäßig. Man muß dann eine Faschinenbettung als Unterlage und zur Beschützung recht leichtes Material, etwa Torf, wählen. Dem Schwinden des Torfes läßt sich durch eine Ueberdeckung der Krone mit Sand wirksam vorbeugen. Derartige Dämme zeigen aber stets eine große Beweglich-

keit und sind für Eisenbahnen oder gröfsere Landstraßen nicht anwendbar.

Gute Erde zur Dammschüttung mufs bei der Berührung mit Wasser unauflöslich, wasserdurchlässig und druckfest, auch dicht gelagert sein. Am besten ist Humus, der darum auch Dammerde genannt wird. Die fetten Bodenarten, als Thon und namentlich Lehm, geben leicht Veranlassung zu Unfällen, zumal wenn sie bei Regenwetter geschüttet werden. Reiner Thon schüttet sich sperrig und die Feuchtigkeit macht ihn schlüpfrig. Lehm ist im Wasser auflösbar und geht leicht in einen halbflüssigen, breiartigen Zustand über. Wenn man ihn zur Schüttung verwendet, so mufs auf eine gründliche Entwässerung und baldige gute Befestigung der Krone und der Böschungen Bedacht genommen und jede Einwirkung des Wassers unmöglich gemacht werden. Zu empfehlen ist eine Bedeckung der gesamten Aufsenflächen von Lehmdämmen mit Sand. Sorgfältig mufs das Einbringen von durchweichenden Massen in die Dämme vermieden werden, da jene niemals ganz austrocknen und die Dämme leicht zum Ausweichen bringen. Aehnliche Nachtheile können gefrorene Auftragsmassen bringen.

Kies und scharfer Sand sind für gewöhnliche Dämme gut geeignet, während feiner Sand gegen die Einwirkungen von Wind und Wasser geschützt werden mufs.

Auch zu den Deichbauten ist ein sandiger Boden gut zu verwenden. Zur Verminderung der Sickerungen werden alsdann gewöhnlich besondere Dichtungen, bestehend in der Ummantelung mit fettem Boden oder der Einbringung eines Thonkernes ausgeführt.

97. Gewinnung und Förderung des Bodens. Unter der Gewinnung des Bodens ist dessen Lösen und das Auswerfen bezw. das Einbringen (Laden) in die Fördergefäfsse zu verstehen; zur Förderung gehört die Fortschaffung nach der Verwendungsstelle einschliesslich des Ausstürzens aus den Gefäfsen.

Die Gewinnung ist am leichtesten bei Dammerde (Humus) und erfordert für 1 cbm dieser Erdart etwa 0,75 Arbeitsstunden. Die Kosten an Arbeitslohn betragen bei einem Stundenlohne von 20 Pfennig für das Lösen und Laden von 1 cbm Abtragmasse

für Dammerde und feinen Sand	0,15	ℳ
für groben Sand und Kies	0,20	„
für lehmigen Kies, der noch mit der Schaufel zu lösen ist	0,30	„
für gewöhnlichen Lehmboden (mit Schaufel und Hacke zu lösen)	0,40	„
für Thon, strengen Lehm und Gerölle (mit Hacke und Keil zu lösen)	0,60	„
für verwittertes Gestein, welches noch mit Spitzhacke, Keil und Brechstange ohne Sprengmittel zu lösen ist . . .	0,90	„

Beispielsweise würde die Gewinnung von 100 cbm gewöhnlichen Lehmbodens $100 \cdot 0,40 = 40$ ℳ kosten und dementsprechend $\frac{40}{2} = 20$

Arbeitertagewerke beim Lösen und Laden erfordern. Hierbei sowie überhaupt bei der Massenvertheilung, bei der Berechnung der Baugruben

für Seiteneutnahmen und der Gröfse der Erdlager ist zu berücksichtigen, dafs 1 cbm Abtragmasse wegen Auflockerung des Bodens eine Auftragsmasse giebt, welche gröfser als 1 cbm ist. Die Auflockerung beträgt anfangs bei Sand und Kies 15%, bei Lehm, Mergel u. dergl. 25%, bei festem Thon 30% und bei Felsen etwa 40%. Durch das Setzen des Bodens vermindert sich aber die anfängliche Auflockerung bedeutend und es verbleibt dauernd nur eine Auflockerung von etwa 1½% bei Sand, 3% bei Lehm, 5% bei Thon und 10% bei Felsen.

Zur Förderung des Bodens kann man bis zu Förderweiten von etwa 150 m Schiebekarren, welche auf Karrdielen laufen, anwenden. Bei gröfseren Weiten sind Kippkarren, welche auf einer Bohlenbahn oder besser auf einem Schienengleise (Feldbahn) laufen, vorzuziehen. Die Karrdielen für Schiebekarren nimmt man etwa 20 cm breit und 6 cm stark; sie erhalten an jedem Ende ein aufgezogenes eisernes Band, damit sie nicht springen. Die Fahrbohlen für Kippkarren sind etwa 26 cm breit und 8 cm stark; mindestens alle 2 m werden sie durch eine Schwelle unterstützt und in der richtigen Spurweite erhalten; am äufseren Rande jeder Bohle wird eine Spurleiste befestigt, um das Ablaufen der Räder zu verhindern.

Eine Schiebekarre enthält etwa $\frac{1}{12}$ cbm Laderaum. Der Schwerpunkt der Ladung mufs möglichst nahe an das Rad gebracht werden, damit der Arbeiter wenig zu tragen und vorzugsweise zu schieben hat.

Handkipkarren laden etwa $\frac{1}{3}$ cbm und werden von zwei Mann gezogen. Die auf Gleisen laufenden Erdwagen (Seitenkipper) sind gewöhnlich für 1,0 bis 1,2 cbm Ladung eingerichtet. Ein solcher Wagen wiegt leer etwa 1000 kg und mit Ladung etwa 3000 kg; auf wagerechtem Gleise ist sein Widerstandscoefficient etwa 1:100 (vergl. Art. 65) und die erforderliche Zugkraft gleich 30 kg, sodafs zwei Mann einen beladenen Wagen auf wagerechten Strecken fortschieben können. Statt des Menschenzuges kann man auch Pferdezug oder Dampftrieb (mit Locomotiven) anwenden.

Die Förderkosten können bei umfangreichen Arbeiten wie folgt eingeschätzt werden:

für 1 cbm mit Schiebekarren auf 40 m . .	0,15 <i>M</i>
„ „ „ „ „ 100 „ . .	0,25 „
„ „ „ „ „ 200 „ . .	0,40 „
„ „ „ Handkipkarren auf 150 m . .	0,25 „
„ „ „ „ „ 200 „ . .	0,30 „
„ „ „ „ „ 500 „ . .	0,50 „

Für das Vorhalten der Geräte sind diesen Preisen noch 10% zuzusetzen. Die Erdmassen werden stets, wenn nicht etwas anderes ausdrücklich festgesetzt worden ist, im Abtrage gemessen.

Während mäfsige Neigungen der Transportbahn, und zwar etwa bis zu 1:20 bei Schiebekarren und bis zu 1:80 bei Eisenbahngleisen, praktisch ohne Einflufs auf die Förderkosten sind, erschweren stärkere Steigungen die Förderung bedeutend. Verlorene Steigungen sind thunlichst zu vermeiden. Wenn die Erde abwärts zu fördern ist, empfiehlt es sich, auf eine thunlichst gleichmäfsige Vertheilung des Gefälles auf

die ganze Transportlänge Bedacht zu nehmen. Bei der Bezahlung nach Transportlängen pflegt man jedes Meter Steigung einer Transportlänge von 25 m gleich zu erachten und den entsprechenden Zuschlag der wirklichen Länge hinzuzurechnen. Wenn ein ausgedehnter Abgrabungskörper zur Herstellung eines ausgedehnten Auftrages verfahren wird, so erhält man sehr verschiedene Transportweiten. Es wird dann die mittlere Länge in Ansatz gebracht und zwar gilt als solche die Entfernung des Schwerpunktes des Abtrages von dem Schwerpunkte des Auftrages, ferner als mittlere Steigung der Höhenunterschied beider Schwerpunkte.

98. Bekleidung der Böschungen. Die gehörig abgeglichenen Böschungen der Einschnitte und Dämme werden gewöhnlich mit Rasen oder Mutterboden bekleidet. Um das Abrutschen des Mutterbodens zu verhindern, ist vor dessen Aufbringen die Böschung aufzukratzen und bei fetten Bodenarten mit Rillen oder Abtreppungen zu versehen. Stärke der Mutterbodenschicht 0,15 bis 0,25 m, bisweilen begnügt man sich mit 0,10 m, und wenn die Böschung in gutem, graswüchsigem Boden liegt, kann der Mutterboden ganz fortbleiben.

Das Ansäen soll womöglich bei feuchtem Wetter geschehen. Der Mutterboden wird festgeschlagen, dann rauh geharkt und mit gutem Grassamen besät, worauf die besäte Fläche wieder festgeschlagen wird, damit der Samen nicht vor dem Keimen abgespült wird.

Zum Besäen sind etwa 35 kg Grassamen auf 1 ha Böschungsfäche erforderlich. Der Grassamen besteht zweckmäÙig aus einer Mischung verschiedener Arten; die am besten gedeihenden Gräser erlangen dann bald das Uebergewicht. Auch die Befragung ansässiger Landwirthe ist zu empfehlen. Gebräuchlich sind Mischungen aus Thimoteum, Reigras, Klee und Luzernsamen.

Die Rasenbekleidung kommt als Flachrasen oder Koprasen vor. Die Rasenplatten werden 30 bis 40 cm lang und breit und 8 bis 10 cm dick gestochen.

Flachrasen wird mit der Wurzelseite nach unten auf die vorher rauh aufgeharkte Böschung dicht in Verband aufgelegt und fest angeschlagen. Man fängt natürlich am Fusse an und läÙt jede obere Reihe sich auf die untere stützen. Schliesslich wird Krümelerde oder nasser Sand aufgestreut und in die Fugen eingefegt. Bei trockener Witterung muÙ die Böschung öfter begossen werden. Bestehen die Böschungen aus sehr unfruchtbarem Boden (Weh- oder Tribsand), so ist eine 8 bis 10 cm starke Schicht Mutterboden als Unterlage für den Rasen erforderlich. Bisweilen werden die Rasenplatten mit je einem hölzernen, 30 cm langen Nagel befestigt. ZweckmäÙig ist ferner, alle Kanten der Kronen von Wegen, Dämmen und Bermen mit einer Reihe Flachrasen auch da zu belegen, wo die Böschungsfächen eingesät werden.

Koprasen kommt auf steilen, sowie auf quelligen oder vom Wasser bespülten Böschungen zur Anwendung. Die Platten werden dabei in wagerechten Schichten, die Wurzelseite nach oben, dicht und in Verband und an die Böschung sich anschliessend aufeinander gelegt, jede Reihe von hinten mit guter Erde verfüllt und festgestampft; schliesslich wird die Vorderfläche sauber geebnet und festgeschlagen.

In sandigen Gegenden, wo Flugsand treibt, schützt man die Böschungen gegen Versandung durch Strauchschirme, welche in etwa 20 m Abstand von den Böschungen 1 m hoch errichtet werden und den Flugsand auffangen. Sie bestehen aus Zaunpfählen, die durch Latten verbunden sind, und einer Schicht Laub- oder Kiefernstrauchwerk, welches unten in eine 0,40 m tiefe Rinne eingesetzt und eingebettet, oben an den Latten befestigt wird.

Zur Sicherung gegen den Wasserangriff genügen die Rasenbekleidungen nicht, solche Böschungen müssen daher anderweitig geschützt werden. Am besten, freilich auch ziemlich kostspielig, ist eine Abpflasterung über und eine Steinschüttung unter Wasser.

Die Pflasterung muß einen gut gesicherten Fuß, entweder ein Widerlager von größeren Bruchsteinen oder eine aus Pfählen und einer dahinter gestellten Bohle bestehende Stützwand erhalten. Die Pflastersteine erhalten eine Bettung aus Kies oder Schotter, auf welcher lagerhafte Feld- oder Bruchsteine nicht in Mörtel, sondern in Moos versetzt werden. Hierbei kann das Wasser fortdauernd hindurchsickern, während die Unterbettung und das Moos ein Ausspülen der Erde verhindert. Bei der Abpflasterung kommt es weniger auf eine glatte und dichte Oberfläche an als darauf, daß die Steine auf der Bettung sicher gelagert werden. Man bringe also die beste Lagerfläche nach unten und achte auf Vermeidung großer Fugen in der Unterfläche. An der Oberfläche können klaffende Fugen mit passenden Steinsplittern ausgezwickt werden.

Billiger ist die Deckung mit Strauchwerk, welche in verschiedener Bauweise, z. B. als Packwerk oder Bespreitung ausgeführt wird, ihr eigentliches Anwendungsgebiet aber im Wasserbau zur Deckung von Fluß- und Canalufeln hat. Auch die Bepflanzung mit Schilf oder Weiden ist ein gutes Schutzmittel gegen den Wasserangriff. Näheres hierüber enthält Art. 171.

99. Unterhaltungsarbeiten. Sobald ein Stück Erdarbeit fertig ist, muß auch schon die Unterhaltung in Betracht gezogen werden. Die Schäden entstehen vorzugsweise durch das Wasser und es ist wichtig, sie sogleich auszubessern, wenn ein Theil der Böschung ausgewaschen ist.

Das Wasser, welches dem Einschnitte bei Regenwetter von außerhalb zufließt, muß entweder oberhalb abgefangen und durch eine Furche oder einen Graben abgeleitet oder in eigens angelegten Rinnen die Böschung hinuntergeführt werden. Das Wasser ist in letzterem Falle so zuzuleiten, daß es auch wirklich in die Rinne gelangt und sich nicht etwa einen anderen Weg dahinter oder daneben sucht, wobei die Böschung samt der Rinne bald zerstört sein würde. Die Rinne wird entweder aus Bohlenwerk gezimmert oder sorgfältig ausgepflastert, wobei größere Rinnen zweckmäßig eine muldenförmige Sohle und steinerne Seitenwände erhalten.

Die zum Auffangen des Wassers dienenden Gräben müssen von der Böschungskante so weit entfernt sein, daß der verbleibende Zwischenstreifen mindestens 60 cm Kronenbreite erhält.

Gräben mit zu starkem Gefälle werden durch das abfließende Wasser vielfach beschädigt und man kann sie kaum anders in Ordnung halten, als indem man sie abtreppt. Ein bereits vorhandener derartiger Graben muß mit kleinen Staudämmen durchbaut werden. Letztere werden

als Trockenmauerwerk aus Steinen, in ganz kleinen Rinnen auch nur aus Kopfrasen hergestellt, mit senkrechter Abfallseite und einem Sturzbett, auf welchem das Wasser sich, wie man zu sagen pflegt, totfällt und seine Fallgeschwindigkeit verliert. Das Sturzbett ist ein etwa 30 cm starkes Pflaster; der Staudamm muß in beide Grabenufer stark eingreifen, damit keine Hinterströmung stattfinden kann.

Auch an den Böschungen kann das Wasser hinabgeführt werden und zwar entweder in geneigten oder abgetrepten Rinnen oder in sogenannten Rigolen oder Sickergräben, welche häufig in schräger Richtung, zur Ermäßigung des Gefälles, angelegt werden. Sickeranäle sind kleine Wasserabzüge, durch Ausheben eines etwa 0,4 m tiefen kleinen Grabens hergestellt, der mit kleinen Steinen oder grobem Kies ausgefüllt wird. Auch kann man sie unterirdisch anlegen, etwa 1 m unter der Böschungsoberfläche, in welchem Falle das eingelegte durchlässige Füllmaterial (Steine, Kies oder Strauch) mit Erde überschüttet wird.

Alle Wasserabzüge müssen sorgfältig offen gehalten werden; abgerutschte Erde ist sogleich zu entfernen, und insbesondere im Frühjahr muß man kurz vor Schneeabgang alle Abzüge von Schnee und Eis soweit frei machen, daß das abfließende Wasser nirgends aufgehalten wird.

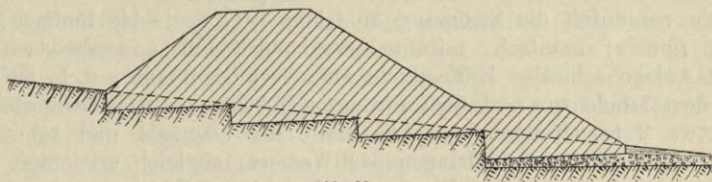


Abb. 69

Abrutschungen treten oft in großem Umfange auf und sind besonders da zu befürchten, wo eine geneigte Rutschfläche (Art. 93) durchschnitten wird. Abhülfe ist am sichersten durch gute Entwässerung mit oder ohne Abflachung der Böschungen zu schaffen, während die einfache Wiederauffüllung des abgerutschten Bodens bald zu neuen Rutschungen Anlaß geben würde. Dammrutschungen haben oft ihre Ursache in der Störung des Grundwasserabflusses durch den Druck des Dammes. In einem solchen Falle ist es nicht leicht, nachträglich Abhülfe zu schaffen, weshalb es sehr wichtig ist, von vornherein alle zur Erhaltung einer ungestörten ober- und unterirdischen Entwässerung erforderlichen Anlagen zu treffen. Vor der Wiederherstellung des Auftrages müssen alle unter der Schüttungsfläche hervordringenden Quellen durch seitliche Gräben und in diese entwässernde Sickeranäle, welche als Stichanäle bis unter die Schüttung zu führen sind, aufgefangen und abgeleitet werden. Den Damm kann man dann noch durch ein vorgeschüttetes niedriges Bankett verstärken, wie Abb. 69 veranschaulicht.

100. Anlage und Unterhaltung der Wasserdeiche. Die Deiche haben den Zweck, Ländereien vor den Wassermassen eines vorüberziehenden angeschwollenen Stromes zu schützen. Ihre Höhenanlage wird aus verschiedenen Rücksichten nicht immer so bedeutend genommen, daß auch die höchsten Fluthen unter ihrer Krone verbleiben; die Gefahr für die

Erhaltung der Anlage beim Ueberströmen der Gewässer ist aber außerordentlich groß, und um so größer, je geringer die Breite der Krone ist.

Eine andere Gefahr entsteht, wenn der Körper eines Deiches nicht aus einer recht dichten, gleichmäßigen Erdmasse besteht, sodafs sich kleine Wasserdurchzüge bilden können, oder wenn solche durch Maulwürfe, Mäuse und ähnlich schädliche Thiere wirklich gebildet sind. Die ursprünglich unbedeutenden Canäle werden durch das hindurchfließende Wasser sehr bald erweitert, sodafs stärkere Strömungen Durchgang finden und den Deich zerstören. Es muß daher die Erdarbeit für Deichanlagen in Bezug auf Reinheit und feste Lagerung der Erdmassen mehr als irgend eine andere beaufsichtigt werden. Man darf durchaus keine Wurzeln, Baumzweige, Torfstücke, Rasenpatzen mit verschütten. Die einzelnen Erdlagen müssen äußerst dünn aufgebracht und sorgfältig abgestampft und die Erde muß in etwas feuchtem Zustande verbraucht werden, da sich dann die einzelnen Stücke am besten fest aneinander schließen. Wo möglich wählt man für die ganze Deichanlage eine etwas fette, wasserundurchlässige Erde aus, die jedoch nicht so fett ist, daß sich in trockenem Zustande tiefe Risse bilden; ist solche aber zu sparsam zu haben, so sucht man sie wenigstens für die äußere oder nach dem Wasser zu gerichtete Böschung zu erlangen. Die letztere legt man, insofern sie durch die Strömung zu leiden hat, drei- bis fünfmal, die andere (innere) zweifach, mitunter wohl auch nur anderthalbfach an. Durch Anlage schmaler Erdbankette auf der innern Seite, d. h. auf der nach dem Lande zu- und dem Strome abgekehrten, in Höhenabständen von etwa 2 m vermehrt man die Breite des Dammes und somit die Sicherheit vor dem Durchdringen des Wassers; zugleich erleichtert man dadurch die Reparaturen. Wird aber die innere Böschung wegen der Höhenlage des Deiches durch große Fluthen von Zeit zu Zeit überströmt, so muß sie eine sechs- bis zehnfache Anlage ohne Bankette erhalten und aus zäher Erde gebildet werden. Die Krone erhält 2 bis 3 m Breite und man legt sie nicht wagerecht an, sondern gewölbt oder mit einem Quergefälle von der Binnen- nach der Stromkante.

Die Gruben, aus welchen man die Erde zur Anlage und Reparatur der Stromdeiche gewinnt, legt man gern außerhalb des Deiches an, da der Strom sie hier allmählich wieder zuschlämmt. Man darf sie aber alsdann dem Fusse des Deiches nicht zu nahe bringen und soll sie nicht etwa in lang fortlaufenden Rinnen nach der Richtung der Strömung ausheben, da sie sonst leicht durch die Strömungen weiter ausgerissen oder wohl gar Stromarme werden könnten. Vielmehr müssen sie vereinzelt quer auf die Richtung des Stromes angelegt werden und es muß zwischen je zweien ein Erdrücken verbleiben.

Auf den Deichen zieht man das Ansäen dem Belegen mit Rasen vor, da dieser leicht abgespült wird. Man läßt auch die Krone mit einer möglichst festen Rasendecke anwachsen. Der Schnitt des Grases muß so erfolgen, daß der Samen des dazwischen aufwuchernden Unkrauts vor der Reife entfernt wird. Ziegen, Schweine und Gänse verderben den Graswuchs und werden fern gehalten, dagegen wird die Abhütung durch Rindvieh und Pferde eher zugelassen. Hecken, sowie Strauch- und Baumwuchs werden auf Deichen nicht gestattet, da die

weit greifenden Wurzeln, wenn sie einmal abgestorben und verfault sind, das Wasser ein- und durchführen möchten. Selbst Zaunpfähle dürfen nicht tief eingetrieben werden.

Auch in dem Vorlande zwischen dem Strome und dem Deiche darf Baum- und Strauchwuchs nicht geduldet werden. Dagegen kann man niedrige Pflanzungen in den Gruben, aus denen die Erde entnommen ist, unterhalten, um die Verschlämmung der Gruben zu vermehren.

Was die Unterhaltung eines Deiches anlangt, während vor ihm das Hochwasser steht, so sichert man bei dessen Eintritt sich zunächst Materialien und Fuhrwerke, um stellenweise, wo es nöthig wird, die Deichkrone rasch zu erhöhen und etwa sich zeigende Undichtigkeiten zu verstopfen. Das Material besteht in Faschinen, losen Strauchwerke, Pfählen, Brettern, Dünger, fetter Erde, Sand, Leinwandsäcken. Gleichzeitig stellt man eine ununterbrochene Bewachung an. Tritt infolge einer Unregelmäßigkeit im Abflufs, z. B. infolge einer Eisstopfung, das Wasser bis an die Krone, sodafs die Gefahr des Ueberströmens entsteht, so wird eine sogenannte Kahde auf die Deichkrone gesetzt, d. h. eine Art Fangedamm, welcher gebildet wird, indem man zwischen zwei niedrigen Brettzäunen Erde anschüttet und feststampft. Zuweilen legt man auch Faschinen neben- und übereinander und verhindert ihr Abschwemmen durch eingeschlagene Pfähle und einen dahinter gestampften Erddamm. Solche Kahden können 0,30 bis 0,60 m hoch sein. Auf dem inneren Rande der Deichkrone angelegt, sind sie vor dem Eise mehr gesichert, als auf dem äufseren; dagegen behält man, wenn man sie auf den äufseren Rand stellt, dahinter besseren Raum zur Arbeit und zum Verkehr.

Tritt trotz der Kahde eine Ueberströmung ein, so ist gewöhnlich der Durchbruch des Deiches nicht zu vermeiden, insofern dieser nicht etwa noch besonders fest gefroren ist.

Noch mehr steht ein Durchbruch zu befürchten, wenn sich Durchrieselungen an der inneren Böschung zeigen. Erfolgreiche Mittel hiergegen sind sehr schwierig aufzufinden. Man mußte zunächst versuchen und hat es zuweilen wohl gethan, an der Wasserseite die Einmündungen zu stopfen. Man hat z. B. die Böschung mit Segeln bedeckt und darauf angemessen schwere Säcke mit Sand oder Erde geworfen, auch Erde allein; aber die Gefahr für die damit beschäftigten Arbeiter ist groß und die Hoffnung auf Erfolg nur gering. Am besten thut man, durch einen um die quellige Stelle aufgeworfenen Nothdeich das Wasser an der inneren Böschung so anzusammeln und aufzustauen, dafs es gegen die durchdringende Strömung einen Gegendruck bildet und diese somit vermindert. Man bildet einen solchen Nothdeich bald aus Brettzäunen und dazwischen angestampfter Erde, bald aus Faschinen und Erde, oder aus Sandsäcken, Dünger und dergleichen mehr.

Ein blofses Verstopfen der Ausflusmündungen ist gewöhnlich ganz erfolglos, da sich sofort neue Ausquellungen bilden.

Zuweilen wird ein Deich auch dadurch zerstört, dafs erst sein Vorland von den Strömungen in der Tiefe weggerissen, dann sein Fuß und zuletzt auch seine Krone angegriffen wird (Kappsturz). Die Beschädigungen liegen gewöhnlich unter Wasser und werden nicht sogleich bemerkt. Sobald man davon Nachricht erhält, muß man versuchen,

durch mit Sand gefüllte Säcke oder durch Senkfaschinen, d. h. Faschinen, die im Inneren mit schwerem Material ausgefüllt sind und nur eine schwache Schale von Strauchwerk haben,*) den bedrohten Deich zu verstärken.

Ist auf die eine oder die andere Weise ein Deichbruch erfolgt, so bildet sich an der Durchbruchstelle ein tiefes Loch, Kolk genannt. Damit dieses im Laufe der Zeit durch die Strömungen des Hochwassers wieder verschlämmt werde, legt man den neuen Deich, der die Öffnung in dem alten schliesen soll, gerne hinter den Kolk, auf die Landseite, und nennt dieses Verfahren eine Einlage; dagegen nennt man eine Auslage den vor dem Kolke auf der Stromseite angelegten neuen Deich.

Erlangt ein neuer Deich bis zum voraussichtlich eintretenden nächsten Hochwasser keine Benarbung auf den Böschungen, oder ist seine Lage der Strömung ausgesetzt, so befestigt man die Böschung auch zeitweise durch Strauchwerk, entfernt dieses jedoch, sobald der Deich älter und fest geworden ist.

Zuweilen pflastert man die Böschungen auch mit Steinen ab; besonders geschieht dies mit der Krone und der rückwärtigen Böschung, wenn diese häufigen Ueberströmungen ausgesetzt bleiben müssen. In lehmreichen Gegenden verwendet man dazu auch Ziegelsteine, die in Feldöfen möglichst hart gebrannt werden, besonders als Unterbettung der Pflastersteine.

*) Ihre Beschreibung folgt in Art. 172.

Achter Abschnitt.

G r u n d b a u.

101. Baugrund. Die Beschaffenheit des Baugrundes für ein zu errichtendes Bauwerk ist bei dem Beginne der Bauarbeiten bereits bekannt, da der Entwurf ohne solche Kenntniß gar nicht aufgestellt werden kann. Die Untersuchung des Baugrundes gehört daher zu den Vorarbeiten der Entwurfsbearbeitung. Nichtsdestoweniger wird man auch später, sobald es zur Bauausführung kommt, häufig die Untersuchungen noch fortzusetzen, zu wiederholen und zu ergänzen haben, wobei sich unter Umständen die Nothwendigkeit ergeben kann, von der entworfenen Gründungsart abzuweichen.

Guter Baugrund ist gewachsener Fels, Kies und grobkörniger, scharfer Sand, ferner ein durchaus trocken liegender sandiger Lehm und Thon und unter Umständen auch feiner Sand.

Zu schlechtem Baugrunde, der eine künstliche Gründungsart erforderlich macht, gehören Moor, Schlamm, blaugefärbter Thon und jeder aufgefüllte Baugrund.

Felsiger Boden darf nicht aus dünnen und geneigt gelagerten Schichten bestehen; trocken liegender Lehmboden muß, um ein guter Baugrund zu sein, 1,5 bis 2 m unter das Fundament hinabreichen, grober Sand 2 m, feiner Sand 2 bis 3 m. Der letztere darf nicht von Quellen oder Wasseradern durchzogen sein, weil er sich sonst in Trieb sand verwandelt. Bei den angegebenen Stärken der tragfähigen Bodenschicht ist es im allgemeinen nicht nachtheilig, wenn sich unter ihr eine nicht feste Schicht befindet, da der Druck des Bauwerkes sich etwa unter einem Winkel von 45° gegen die Lothrechte vertheilt und mit zunehmender Tiefe immer geringer wird.

Der Thon ist deswegen sehr gefährlich, weil er bei wechselndem Feuchtigkeitszustande abwechselnd anschwillt und schwindet, auch in durchnälstem Zustande an Tragfähigkeit verliert.

Aufgefüllter Boden ist der schlechteste Baugrund; Garten- und Dammerde müssen vollständig von dem Baugrunde entfernt und dürfen selbst zur Hinterfüllung des Mauerwerks nicht verwendet werden, denn ihr Gehalt an organischen Stoffen und Kochsalz begünstigt den Mauerfraß.

In den Marschgegenden kommt es vielfach vor, daß die obere Bodenschicht am tragfähigsten ist und daß die Gründung schwieriger sein würde, wenn man jene aufgraben wollte, um die Fundamente in frostfreie Tiefe zu legen. Alsdann empfiehlt es sich, die obere Schicht als Baugrund beizubehalten und durch Aufschüttung frostfrei zu machen.

Die Untersuchung des Baugrundes hat sich stets auf eine größere Anzahl von Stellen zu erstrecken, besonders in aufgefülltem Boden, weil schlechte Stellen von nur geringer Grundfläche vorhanden sein können. Am einfachsten ist das Abgraben oder Schürfen, was jedoch bei größeren Tiefen, sowie unter dem Grundwasserstande schwierig und gefährlich ist. Für geringe Tiefen ist das Sondireisen sehr zweckmäÙsig, eine mit Stahlspitze versehene eiserne Stange von etwa 2 m Länge und 30 mm Dicke, auf welche nach Bedarf andere Stangen aufgeschraubt werden können.

Für schwierigere Untersuchungen verwendet man Erdbohrer, welche die Bodenarten aus den betreffenden Schichten möglichst unvermischt und in großen Stücken zu Tage fördern sollen und deshalb in fließendem Boden Ventilbohrer sein müssen. Wo eine Gründung auf Pfahlrost beabsichtigt wird, ist das Einrammen von Probepfählen zweckmäÙsig. Wichtig ist ferner für die Beurtheilung des Baugrundes die KenntniÙ des Grundwasserstandes. Wo die Tragfähigkeit zweifelhaft erscheint, sind Probelastungen angezeigt.

Da selbst ein guter Baugrund nicht so stark als Mauerwerk belastet werden darf (vergl. Art. 67), macht man allgemein die Fundamente größer als die Mauerstärke.

102. Gründungsarten. Die Mittel zur Verbesserung eines nicht genügend tragfähigen Baugrundes sind sehr verschiedenartig. Das einfachste, aber nur in beschränktem Umfange anwendbare Mittel ist das Verdichten des Erdreiches, wobei der Boden durch Aufbringen von Lasten oder durch Stampfen beziehungsweise Abrammen verdichtet wird. Wirksamer ist es, eine Schüttung von Steinbrocken oder Bauschotter in die gehörig breit und tief ausgehobenen Fundamentgruben lagenweise einzubringen und die einzelnen 30 cm hohen Schichten festzurammen, wodurch man den Rammbeton erhält. Der Boden wird dadurch bedeutend zusammengepreÙt und fest; die Stärke des Rammbetons beträgt 1 bis 1,5 m, für leichtere Gebäude nur 0,6 m. Erheblich besser als eine festgerammte Steinschüttung ist aber ein Betonfundament.

Beton ist ein Gemenge von Steinbrocken mit Wassermörtel; er kann sowohl unter als über Wasser verwendet werden. Die Steinbrocken werden gereinigt und angenäÙt und mit dem Mörtel sogleich nach dessen Bereitung auf einer Bretterunterlage oder in einer Mischtrommel unter Wasserzusatz gut durcheinander gemischt, worauf die Betonmasse alsbald in die Fundamentgräben hinabgeworfen werden muß, weil sie bald erhärtet. Wenn aber Wasser in der Baugrube steht, so darf man den Beton nicht einwerfen, weil der Mörtel alsdann ausgespült werden würde, sondern man versenkt ihn in Kasten mit Bodenklappen, welche erst kurz über dem Boden geöffnet werden, oder mit Trichtern, welche auf einer Rüstung so geführt werden, daß sie bis nahe an den Boden hinabreichen. Bisweilen findet man die Ansicht, daß Beton nur unter Wasser anwendbar sei. Dies ist aber durchaus irrig, da vielmehr der trocken eingebrachte Beton besser eingebettet, sogar angestampft werden kann und dadurch dichter und fester wird als der unter Wasser geschüttete. Nur muß man einen ganz trockenen Boden anfeuchten, damit er nicht dem Beton sein zum Erhärten nothwendiges Wasser nimmt.

Das nasse Betonieren (unter Wasser) hat bei Wasserzudrang den Vorzug, daß das sonst erforderliche Wasserpumpen überflüssig wird. Das letztere ist aber nicht allein theuer, sondern auch dadurch nachtheilig, daß das in die Baugrube nachdringende Grundwasser bei längerem Pumpen den Boden auflockert.

Die Steinstücke sollen aus harten Steinarten bestehen und 3 bis 5 cm Seitenlänge beziehungsweise Durchmesser haben. Zu 1 cbm Beton sind etwa 0,45 cbm Mörtel und 0,90 cbm Steinschlag erforderlich.

Die Stärke der Betonschicht ist für die höchsten Gebäude mit 0,60 bis 0,80 m ausreichend bemessen; je preßbarer der Boden ist, desto breiter muß die Grundfläche des Betonbettes gemacht werden; selbst bei sehr weichem Untergrunde (Morast) hat man große Gebäude auf ein Betonbett von 1 bis 1,5 m Stärke, welches dann aber sich über den ganzen Bauplatz erstreckte und mit Spundwänden umschlossen wurde, gegründet.

Sandschüttungen sind in morastigem Boden mit Erfolg anwendbar. Eine Stärke der Schüttung von 2 m wird meistens genügen; die Grundfläche muß aber so breit sein, daß der Druck auf 1 qm nicht mehr als etwa 20 000 kg beträgt (2 kg auf 1 qcm). Abb. 70 veranschaulicht diese Gründungsart. Der Sand muß grob und scharf sein und in Lagen von 30 cm Stärke gestampft

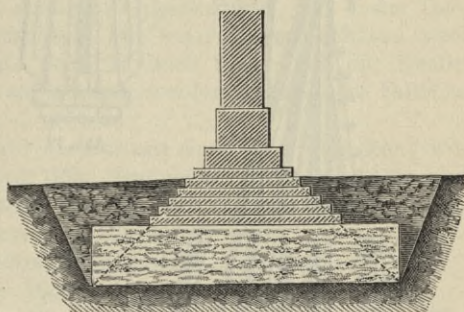


Abb. 70

oder gewalzt werden; bei starkem Wechsel des Grundwassers ist eine Umschließung durch Thon oder durch eine Spundwand erforderlich. Die Aufmauerung über der Sandschüttung muß langsam und in stets gleichmäßiger Höhe erfolgen.

Liegender Rost (Schwellrost) ist durch die Betongründung und Sandschüttung ziemlich verdrängt worden und kommt nur noch selten vor. Der Rost ist stets mindestens 30 cm unter den niedrigsten Grundwasserstand zu legen; er besteht aus Querschwellen in 1 bis 1½ m Abstand, Längschwellen in 0,6 bis 1 m Abstand, welche auf die Querschwellen aufgekämmt werden, und einem aufgenagelten Bohlenbelage (Abb. 71). Die Rostfelder werden mit Sand, Kies oder Lehm, besser aber mit Beton ausgefüllt.

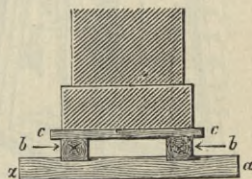


Abb. 71

Pfahlrost ist ebenso wie der Schwellrost nur unter Wasser anwendbar. Die Grundpfähle werden mit einer Ramme eingetrieben, wobei der Boden zusammengepreßt wird und die Pfähle immer langsamer einsinken (ziehen). Wann der Pfahl als hinreichend feststehend anzusehen ist, hängt von der Last ab, die er tragen soll (vergl. Art. 103). Die Pfähle werden entweder verholmt und mit einem Bohlenbelage versehen oder man bringt über ihnen eine Betonschüttung ein, welche noch etwa 50 cm in die Pfahlköpfe eingreift.

Andere Gründungsarten sind gemauerte Senkbrunnen, die hauptsächlich bei Brückenbauten und Kaimauern vorkommen, und Senkkasten. Die letzteren sind aus Holz gezimmerte Kästen; die Erde wird durch Graben oder mit dem Sackbagger herausgeschafft und als Belastung in Kasten auf den Mantel gebracht, wodurch dieser gesenkt wird. Hat der Kasten die richtige Tiefe erreicht, so wird er mit Beton oder Bruchsteinmauerwerk ausgefüllt und zuletzt werden die einzelnen Kasten mit Mauerbögen überspannt.

103. Rammarbeiten. Das Eintreiben der Pfähle geschieht mit Handrammen, Zugrammen, Kunstrammen und Dampfammen.

Die Handramme ist gewöhnlich für vier Männer eingerichtet und darf dann 50 bis 60 kg schwer sein. Die Querarme, an denen sie gehoben wird, müssen über dem Schwerpunkte des Rammblockes, aber so tief liegen, daß die Arbeiter sie in gebückter Stellung erfassen; zweckmäßiger noch sind Arme, wie sie Abb. 72 zeigt. Die Handramme ist nur für Pfähle von höchstens 20 cm Durchmesser und etwa 1,5 m Rammtiefe anwendbar; die Hubhöhe beträgt 0,6 bis 0,9 m.

Kleinere Pfähle von 12 bis 13 cm Durchmesser lassen sich in leichtem Boden auch ohne Handramme, nämlich mit einem Schlegel 1 bis 1,5 m tief eintreiben.

Eine zweckmäßige Aufstellung des Gerüsts ist aus Abb. 73 zu ersehen; die Arbeiter treten auf die Bohlen neben dem Pfahlkopfe, wobei durch ihr Körpergewicht die Wirkung des Rammens unterstützt wird. Von Zeit zu Zeit

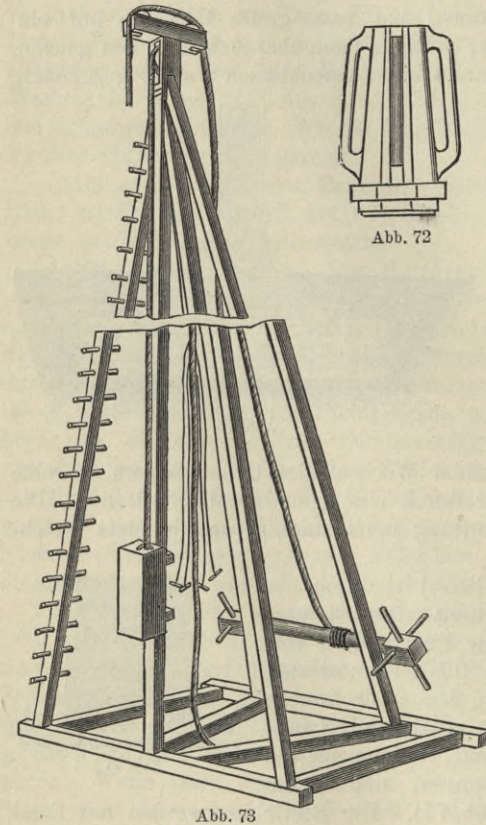


Abb. 73

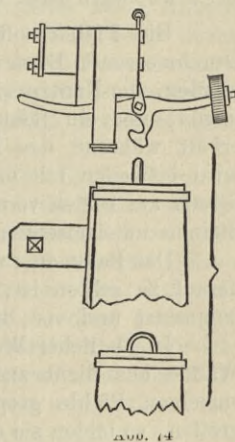
mufs untersucht werden, ob der Pfahl seine richtige Stellung bewahrt hat, nöthigenfalls mufs er in diese durch entgegengesetzte Strebhölzer gebracht werden.

Eine Zugramme ist in Abb. 73 dargestellt; sie besteht aus dem Schwellwerke, Rammstube genannt, der Läufertritte und den diese stützenden Streben. Am oberen Ende der Läufertritte sitzt die Rammscheibe, über welche das Rammtau geführt ist, welches den Rammklotz oder Bär trägt, während am anderen Ende Zugleinien für die Mannschaft

angeschlossen werden. Ueber der Läufer ruthe liegt der Kranbalken oder Triezkopf mit zwei festen Rollen, über welche das Windetau geschlungen wird, um den Pfahl in die Höhe zu ziehen. Die Höhe des Rammergerüsts muß etwas größer sein als die Länge der einzurammenden Pfähle. Die Rammscheibe muß thunlichst groß sein, damit die Steifigkeit des Seiles leichter überwunden wird. Der Bär ist bald von Holz, bald von Gußeisen und 150 bis 600 kg schwer; er ist zur Führung an der Läufer ruthe mit Armen versehen.

Auf je 15 kg Bär gewicht kommt ein Arbeiter. Die Knebel der Zuglein sollen beim Auffallen des Rammklotzes 1,3 bis 1,6 m über der Rammstube hängen und beim Anziehen an diese aufstoßen. Das Commando führt der sogenannte Schwanzmeister, welcher statt eines Zugseiles das Ende des Rammtaues hält und auf die sich schonenden Arbeiter sein Augenmerk richtet. Man giebt 20 bis 30 Schläge hintereinander (eine Hitze) und macht dann eine kleine Pause. An einem Tage lassen sich etwa 150 Hitzten machen. Bei einer Trommelhitze wird mit solcher Kraft gezogen, daß der Bär hoch fliegt und die Knebel zweimal gegen die Rammstube aufgestoßen werden können; die Fallhöhe beträgt hierbei 2 bis 2,4 m.

Bei der Kunstramme wird der Bär mit einer Winde gehoben, wobei er sich in der vorgesehenen Höhe aus dem Rammtau auslöst und herabfällt. Die Art der Auslösung ist aus Abb. 74 zu ersehen; wenn der lange Arm des an dem Rammtau hängenden Hakens gegen einen vorgesteckten Nagel stößt, fällt der Bär herab, worauf der Haken ihm folgt und beim Aufstoßen auf den Bär selbstthätig wieder einschnappt. Die Kunstramme erfordert nur vier Mann an der Winde, sofern die letztere nicht mit Dampf getrieben wird. Die Schläge erfolgen zwar viel langsamer als bei der Zugramme, sind aber auch sehr viel wirksamer, weil die Fallhöhe 3 bis 5 m hoch gemacht werden kann. In neuerer Zeit haben Dampfrahmen verschiedener Art große Verbreitung gefunden, u. a. Dampfkunstrammen mit endloser Kette und direkt wirkende Dampfrahmen, bei denen der Bär zugleich den Dampfzylinder bildet.



Die Tragfähigkeit eingerammter Pfähle kann durch Probelastung festgestellt werden, wird aber vorzugsweise nach der Tiefe des Eindringens bei den letzten Hitzten beurtheilt, weshalb hierüber genau Buch geführt werden muß. Im allgemeinen kann man annehmen, daß ein stark zu belastender Pfahl (Belastung 30 000 bis 40 000 kg bei 31 cm Durchmesser) bei Anwendung einer Zugramme mit 500 kg schwerem Bär in jeder der letzten Hitzten von 25 bis 30 Schlägen nicht mehr als 2 bis 3 cm einsinken darf. Die gewöhnlich vorkommende Belastung ist bedeutend geringer und alsdann darf noch ein Einsinken von 5 bis 8 cm in einer Hitze als zulässig gelten. Bezeichnet Q das Bär gewicht, G das Pfahl gewicht, P die wirkliche Last, welche der Pfahl zukünftig zu tragen hat, alles in kg, h die

Fallhöhe und e die Tiefe des Eindringens bei den letzten n Schlägen, so darf e nach der Formel von Brix nicht gröfser sein als

$$\frac{n \cdot h \cdot G}{5 \cdot P} \cdot \left(\frac{Q}{Q + G} \right)^2,$$

wobei die Gröfsen e und h beide in der gleichen Längeneinheit, also z. B. in cm oder mm auszudrücken sind.

Aus dieser Formel läfst sich auch, wenn e beobachtet ist, die zulässige Belastung P des Pfahles berechnen.

Beispiel. Ein kieferner Rundpfahl von 12 m Länge und 32 cm mittlerem Durchmesser ist in nachgiebigem Boden 8 m tief mit einem 600 kg schweren Bär eingerammt worden und zog in den letzten 10 Schlägen von 3 m Fallhöhe noch 4,5 cm. Nach Art. 64 wiegt 1 cbm nasses Kiefernholz 850 kg, der Querschnitt des Pfahles enthält

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,32^2 \cdot 3,14}{4} = 0,08 \text{ qm},$$

welcher Werth auch aus der Tabelle B in Art. 12 entnommen werden kann. Das Gewicht G ist daher

$$G = 850 \cdot 0,08 \cdot 12 = 815 \text{ oder abgerundet } 800 \text{ kg},$$

ferner ist gegeben $Q = 600$ kg, $n = 10$, $h = 300$ cm und $e = 4,5$ cm. Es ist daher nach obiger Formel

$$P = \frac{10 \cdot 300 \cdot 800}{5 \cdot 4,5} \cdot \left(\frac{600}{600 + 800} \right)^2 = 19 \text{ 600 kg}$$

gleich derjenigen Last, welche der Pfahl mit Sicherheit zu tragen vermag.

Die Pfähle sollen auf eine Länge gleich dem $1\frac{1}{2}$ - bis 2fachen Durchmesser in Form einer vierseitigen abgestumpften Pyramide angespitzt werden, die Kanten sind abzufasen, die Spitze mufs genau in der Achse liegen, um ein Schiefziehen des Pfahles zu verhüten. Der Pfahlkopf erhält während des Rammens einen schmiedeisernen Ring, die Spitze wird bisweilen mit einem eisernen Schuh versehen, dessen Anwendung jedoch am besten vermieden wird und auf das Rammen in kiesigem, mit Steinen untermischtem Boden beschränkt werden sollte.

Das Rammen mufs sorgfältig überwacht werden, wobei insbesondere darauf zu achten ist, dafs jeder Pfahl in Gegenwart des Aufsichtbeamten eingesetzt und von diesem unmittelbar vorher gemessen werden soll.

In ähnlicher Weise wie einzeln stehende Pfähle werden auch ganze Wände aus dicht aneinander gesetzten Pfählen eingerammt. Wenn die einzelnen Pfähle gespundet sind und mit Feder und Nuth ineinandergreifen, so bilden sie eine Spundwand. Die Spundwand hat gewöhnlich keine Lasten zu tragen, sondern dient nur zur Umschließung der Baugrube; man braucht sie alsdann nicht so tief einzurammen als die Rostpfähle; sie werden gewöhnlich paarweise mit einem gemeinsamen Pfahlring eingeschlagen und zwar mit entsprechend niedrigen und leicht verstellbaren Rammen. Es wird stets eine längere Wandstrecke eingesetzt und gleichzeitig immer nur etwa 1 m tief abgerammt. In Abständen von 3 bis 4 m sowie an den Ecken werden stärkere Bundpfähle geschlagen. Die Spundpfähle erhalten keine Spitzen, sondern Schneiden; zu ihrer Führung beim Einsetzen und Einrammen dienen Halbhölzer, die sogenannten Zangen, welche nach beendigter Arbeit in vielen Fällen überflüssig sind und fortgenommen werden können.

Nach dem Einrammen müssen die Pfähle abgeschnitten und, wenn sie verholmt werden sollen, mit einem starken Zapfen versehen werden. Der Zapfen wird etwa 15 cm lang und 9 cm stark gemacht und greift beim Pfahlrost bisweilen als sogenannter Grundzapfen durch die ganze Höhe des Holms hindurch, während die über Wasser reichenden Pfähle (Bohlwerkpfähle usw.) einen kürzeren Zapfen (Höhe gleich $\frac{2}{3}$ der Holmdicke) erhalten. Sollen die Pfähle tief unter dem Wasserspiegel abgeschnitten werden, wie beispielsweise bei Brückenpfeilern, wenn diese eine Betondecke über den Pfählen erhalten, so bedient man sich zum Abschneiden der Grundsäge, wobei man die Baugrube nicht auszupumpen braucht.

104. Brunnensenkung. Die Gründung auf einzelnen Pfeilern (Brunnen oder Senkkasten) ist in denjenigen Fällen am Platze, wo ein guter Baugrund zwar vorhanden ist, aber so tief liegt, daß ununterbrochene Fundamentmauern sehr große Mauerwerkmassen und kostspielige Fundamentgruben erfordern würden, während ein Pfahlrost des tiefliegenden Grundwasserstandes wegen, oder aus anderen Gründen (Gefährdung benachbarter Gebäude beim Rammen usw.) nicht anwendbar ist.

Die gemauerten Senkbrunnen haben ringförmigen Querschnitt von etwa 1,25 bis 2 m innerem Durchmesser und 1 Stein Wandstärke. Man gräbt zunächst den Boden einige Meter tief aus, verlegt alsdann einen aus mehreren Lagen starker Bohlen hergestellten Brunnenkranz und mauert den Brunnenmantel bis zu bequemer Höhe auf. Hierauf beginnt die Ausschachtung im Inneren des Brunnens, wobei dieser durch sein Eigengewicht einsinkt. Durch Aufbringung eines mit Baumaterialien oder sonstigen Lasten beschwerten Gerüsts wird das Sinken befördert, und indem man die Aufmauerung weiter fortsetzt, wird der feste Baugrund erreicht.

Der Brunnenkranz ist gleichsam der liegende Rost für den Brunnenmantel und soll den Zusammenhang des Mauerwerks beim Senken sicherstellen. Er wird bei größeren Brunnen mit eiserner Schneide oder ganz aus Eisen angefertigt; häufig verbindet man ihn durch eiserne Bolzen mit einem etwa 2 m höher eingelegten Zwischenkranze. Der Brunnenmantel wird anfangs nach oben hin etwas verjüngt, sodann senkrecht gehalten; die schwache Verjüngung des unteren Theiles hat den Zweck, die Reibungswiderstände beim Einsinken zu vermindern; statt der Verjüngung genügt es auch, den Kranz um 2 bis 3 cm nach außen vorzutreten zu lassen.

Das von unten eindringende Wasser wird ausgepumpt, jedoch bei starkem Zuflusse nicht bis zum Boden, sondern nur so weit, daß man noch mit einem Sackbagger arbeiten kann. Der Sackbagger besteht aus einem ungefähr halbkreisförmigen, sichelartig gebogenen eisernen Messer, an dessen Rücken ein Sack von starker Segelleinwand angenäht ist, und einer langen Stange mit eiserner Spitze, an welcher Sack und Messer befestigt werden. Man setzt die Spitze fest auf den Grund und füllt den Sack durch fortgesetztes Drehen, worauf man ihn am Stiele hochzieht und entleert.

Wenn der Brunnen sich schief senkt, muß man die Baggerung auf der entgegengesetzten Seite verstärken. Sobald die festgesetzte Ab-

senkungstiefe nahezu erreicht ist, muß man das Wasserpumpen möglichst unterlassen, um die Festigkeit des Baugrundes nicht durch Auflockerung zu vermindern.

Zur Herstellung des Brunnenmauerwerks wählt man hartgebrannte Ziegelsteine und einen guten Wassermörtel, der so rasch erhärtet, daß ihn das Wasser beim Pumpen nicht ausspült. Nach beendiger Senkung schüttet man zunächst eine starke Betonlage ein; erst wenn diese fest und wasserdicht geworden ist, beginnt man mit dem Auspumpen und der Ausmauerung des Brunnens.

In gleicher Weise werden hölzerne Senkbrunnen, gewöhnlich in rechteckiger Querschnittsform als Senkkasten, sowie eiserne Senkbrunnen erbaut. Schmiedeeiserne Senkbrunnen dienen nur als Umhüllung des in ihrem Schutze aufzuführenden Mauerwerks.

Die Brunnen zur Wasserversorgung werden als gemauerte Senkbrunnen in ähnlicher Weise ausgeführt. Auch hier ist es wichtig, den Brunnenkörper als ein zusammenhängendes Ganzes, das sich weder in den Lagerfugen, noch in senkrechten Rissen trennen kann, herzustellen. Damit das Wasser nicht bloß von unten, sondern auch seitwärts durch den Mantel zufließen kann, erhält dieser durchlässige Fugen oder kleine Schlitz, jedoch nur in dem unteren Theile; hiervon abgesehen, muß der Brunnen zur Abhaltung von unreinem Wasser aus den oberen Bodenschichten einen wasserdichten Mantel erhalten.

105. Fangedämme. Als Abdämmungen sind reine Erddämme nur selten anwendbar, am häufigsten kommt eine Verbindung von Holzwänden und Erdschüttung vor. Abb. 75 a und b zeigt einen sogenannten liegenden Fangedamm, welcher nur wenig

Erde erfordert und dessen Holzgerüst leicht zu beseitigen und wieder zu verwenden ist; anwendbar bis etwa 1,5 m Wasserhöhe. Bei geringem Wasserdruck genügt als Fangedamm bereits eine einfache Spundwand, deren Dichtigkeit durch Einstreuen von Sägespänen in das Wasser an der Außenseite der Spundwand vergrößert werden kann, indem sich die Spähne mit dem durchsickernden

Wasser in die Fugen ziehen und diese verstopfen.

Statt der Spundwand kann man auch eine doppelte Brettwand einschlagen, wobei die zugeschärfen Bretter mit einer Handramme stehend in den Grund eingeschlagen werden

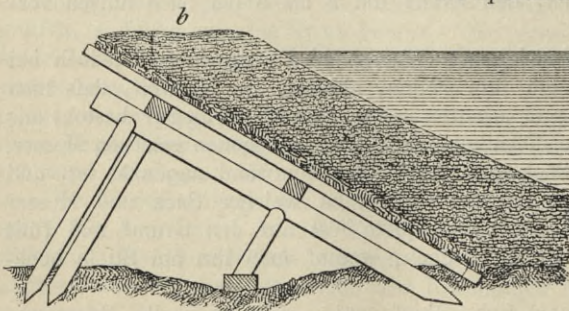
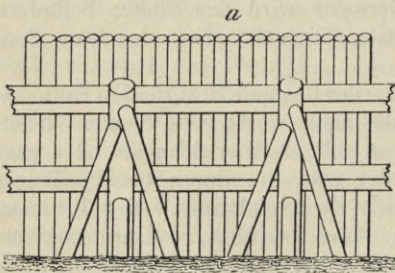


Abb. 75a und b.

und unmittelbar dahinter eine zweite Reihe so eingerammt wird, daß die Fugen der ersten Reihe überall gedeckt werden. Undichte Stellen werden mit Werg und anderen Stoffen möglichst gut verstopft. Die Brettwand muß durch eingerammte und verholzte Pfähle unterstützt werden. Größere Fangedämme erhalten zwei solche Holzwände, welche um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Wasserhöhe voneinander abstehend errichtet und unter sich mit eisernen Ankern oder hölzernen Zangen fest verbunden werden; der Zwischenraum zwischen den Wänden dieses Kastenfangedammes wird mit eingestampfter Erde ausgefüllt. Die innere Holzwand ist die Hauptstütze des ganzen Dammes und muß spundwandartig so tief in den Boden hinabreichen, daß sich keine Wasseradern unter ihr hindurchziehen können. In reinem Sandboden ist hierfür eine Tiefe etwa gleich der Druckhöhe des Wassers erforderlich.

In Abb. 76 ist ein Kastenfangedamm dargestellt, welcher eine doppelte verholzte Pfahlreihe und auf der Innenseite eine Spundwand, auf der Außenseite Bohlentafeln, die sich an die Pfähle lehnen, enthält. Beide Pfahlwände sind durch Zangen miteinander verbunden.

Zur inneren Ausfüllung eignet sich am besten frischer Klai oder sandiger Lehm; man verwendet aber gewöhnlich die aus der Baugrube auszuhebende Erde.

Die Abdämmungen müssen so hoch gemacht werden, daß sie auch die bei plötzlichen Regengüssen zu erwartenden höchsten Wasserstände abhalten können und womöglich noch 30 bis 50 cm darüber hinausreichen. Auf die Sicherung der Enden gegen Hinterströmung ist Bedacht zu nehmen. Die Gefahr der Zerstörung ist besonders groß, wenn unter einer wasser-abhaltenden Schicht (Moor, Thon usw.) Sand liegt, der in der Baugrube bloßgelegt und durch anhaltendes starkes Pumpen gelockert wird.

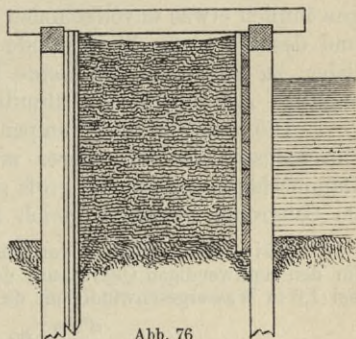


Abb. 76

106. Wasserschöpfen. Die zur Wasserhebung erforderliche Arbeit ist gleich dem Producte aus Wassergewicht und Hubhöhe zuzüglich der Arbeitsverluste in den Pumpen und deren Antriebsmaschinen.

Die Aufstellung der Pumpen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, welchen man sich so gut als möglich anpassen muß; man vermeide eine solche Anordnung der Schöpfstelle und der Wasserableitung, bei der das Wasser überflüssig hoch gehoben werden muß.

Als Schöpfvorrichtungen hat man den Eimer, die Eimerkette, die gewöhnliche Baupumpe, die Wasserschnecke, die Centrifugalpumpe und das Pulsometer, nur in besonderen Fällen läßt sich die Trockenlegung auch durch einen Heber ermöglichen.

In der Baugrube wird ein Pumpensumpf vertieft angelegt, woselbst das Wasser zusammenläuft und das Saugrohr mit seinem zur Abhaltung von Sinkstoffen dienenden Saugkorbe eintaucht. Die Fortleitung des gepumpten Wassers geschieht innerhalb der Baustelle häufig in hölzernen, auf Gerüsten ruhenden Rinnen.

Centrifugalpumpen mit Antrieb durch eine Locomobile sind auf Baustellen häufig in Gebrauch und man findet dabei die Einrichtung, daß die Pumpe mit der Locomobile fest verbunden ist und durch deren Dampfmaschine unmittelbar betrieben wird. Um jedoch die Locomobile bequem unterzubringen, ist es häufig nöthig, sie etwas entfernt von der Pumpe, welche stets nahe bei dem Pumpensumpfe stehen muß, an geeigneter Stelle aufzustellen. Die Pumpe wird alsdann durch einen Riemen angetrieben. Bei Anwendung des Pulsometers ist man in der Aufstellung der Locomobile am wenigsten beschränkt, jedoch erfordert der Pulsometerbetrieb verhältnißmäßig sehr viel Dampf.

Wie der Kraftbedarf beim Pumpen berechnet werden kann, ist bereits in Art. 63 erörtert worden. Man darf jedoch auf keinen hohen Wirkungsgrad rechnen, weil die Pumpvorrichtungen in der Baugrube gewöhnlich etwas unvollkommen in der Einrichtung und Aufstellung sind und deshalb große Widerstände ergeben. Ueberhaupt ist es zweckmäßig, lieber zu große als zu kleine Pumpvorrichtungen zu haben, um gegen zufällige Arbeitsstörungen thunlichst gesichert zu sein.

Die Saughöhe der Pumpen darf höchstens 6 bis 7 m betragen. Der Durchmesser des Saugrohres muß bei Centrifugalpumpen und anderen Dampfschöpfmaschinen so groß sein, daß die Geschwindigkeit des Wassers im Saugrohre höchstens gleich 1,50 bis 2 m in der Secunde ist.

Beispiel. Sollen in der Minute 3 cbm ausgepumpt werden, so erhält man für den nothwendigen Querschnitt des Saugrohres, da die Minute 60 Secunden hat, bei 1,5 m Wassergeschwindigkeit die Gleichung:

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 60 \cdot 1,5 = 3,0 \text{ cbm,}$$

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{3}{90} = 0,033 \text{ qm} = \frac{3,3}{100},$$

und die Tafel in Art. 12 liefert den zugehörigen Durchmesser $d =$ rund 0,21 m. Das Druckrohr erhält den gleichen Durchmesser. Ist nun das Wasser vom Pumpensumpfe bis zum Ausgusse im ganzen 4 m hoch zu fördern, so beträgt die reine Arbeitsleistung in der Minute

$$3 \text{ cbm zu } 1000 \text{ kg} \cdot 4 = 12\,000 \text{ mkg,}$$

$$\text{und in der Secunde } \frac{12\,000}{60} = 200 \text{ mkg.}$$

Der Pumpenbetrieb erfordert also, wenn der Wirkungsgrad $\eta = 0,50$ angenommen wird,

$$\frac{200}{0,50 \cdot 75} = 5\frac{1}{2} \text{ Pferdestärken,}$$

wofür man eine Dampfmaschine von 6 gebremsten Pferdestärken wählen wird.

Bei Kolbenpumpen mit Handbetrieb ermittelt man die in einer Minute zu fördernde Wassermenge aus dem Inhalte des Pumpenstiefels und der Anzahl der in einer Minute zu machenden Hübe. Der Kolbenhub ist etwa = 0,20 m und die durchschnittliche Hubzahl in einer Minute = 40, der Füllungsgrad des Pumpenstiefels = 0,80. Hieraus ergibt sich, wenn d den Durchmesser des Pumpenstiefels in Meter bedeutet, die geförderte Wassermenge:

$$Q = 0,80 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,20 \cdot 40 = 1,60 \cdot d^2 \cdot \pi,$$

oder hinreichend genau: $Q = 5 \cdot d^2$ cbm in einer Minute.

Beispielsweise kann man mit einer Kolbenpumpe von 0,10 m Kolbendurchmesser etwa $5 \cdot 0,10^2 = 0,05$ cbm oder 50 l Wasser in der Minute auspumpen.

Bei der gewöhnlichen doppelstiefeligen Baupumpe ist die Fördermenge, weil zwei Stiefel vorhanden sind, doppelt so groß. Den Durchmesser des Saugrohres macht man hierbei $= \frac{2}{3}$ des Stiefeldurchmessers, die freie Durchströmungsfläche der Ventile muß gleich dem Querschnitte der Saugrohre sein. Die wirkliche Arbeitsleistung an der Pumpe ist etwa doppelt so groß als die reine Nutzarbeit, und die Kraft am Pumpenschwengel ist zu 6 bis 8 kg anzunehmen. Vergl. auch Artikel 63, Seite 71.

Neunter Abschnitt.

Zimmer- und Dachdeckerarbeiten.

107. Holzverbindungen. Die Zimmerkunst lehrt, die Bauhölzer auf eine dauerhafte und zweckentsprechende Art, und zwar möglichst ohne fremdes Material miteinander zu verbinden.

Der Stofs (Abb. 77) ist die gewöhnliche Verbindung in der Längsrichtung; werden die Hirnseiten der Ueberblattung etwas schräg ge-

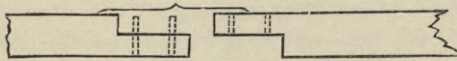


Abb. 77

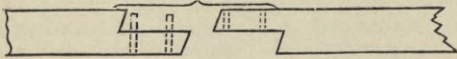


Abb. 78

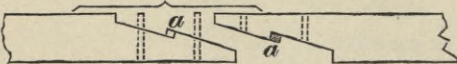


Abb. 79

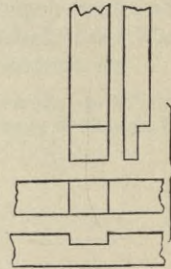


Abb. 80

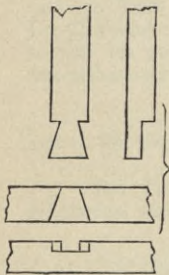


Abb. 81

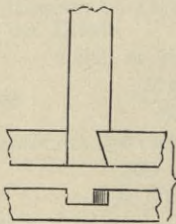


Abb. 82

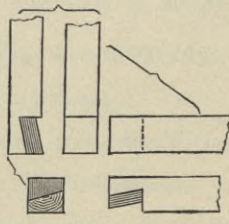


Abb. 83

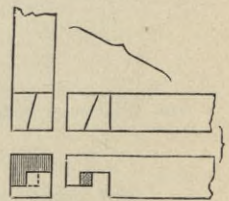


Abb. 84

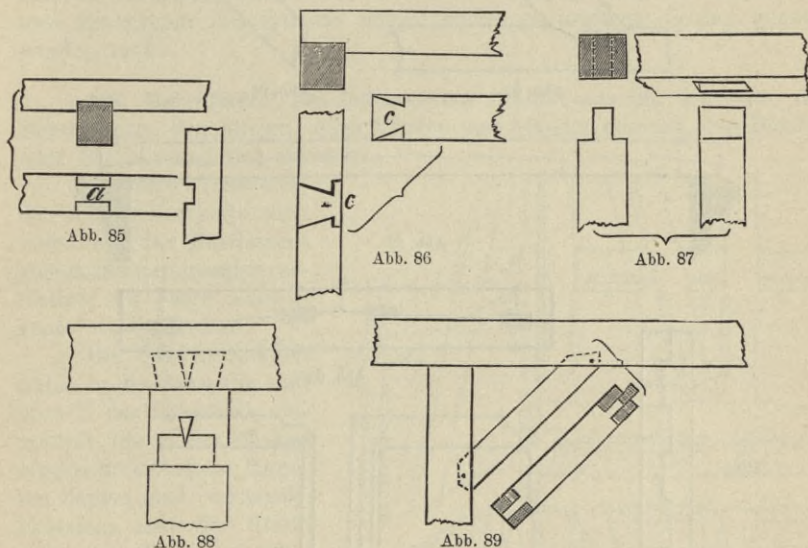
schnitten, so erhält man den schrägen Stofs (Abb. 78). Der Stofs mit Hakenblatt (Abb. 79) giebt auch ohne Armirung mit Eisenbändern einen grossen Widerstand gegen Auseinanderziehen. Oft läßt man bei *a* einen kleinen Zwischenraum und treibt in diesen einen Keil.

Die Verblattung findet vielseitige Anwendung zur Verbindung bündig liegender Hölzer, die in einem rechten oder in irgend einem anderen Winkel aufeinander treffen oder sich kreuzen. In Abb. 80 ist das gerade Blatt, in Abb. 81 und 82 sind schwalbenschwanzförmige Blätter dargestellt. Bei den Eckverbindungen wird das Blatt nach Abb. 83 und 84

in den Berührungsflächen derartig schief zugeschnitten, daß sich das eine Holz vom anderen nicht ohne gleichzeitiges Emporheben fortziehen läßt.

Wenn beide Hölzer sich in einer Ebene kreuzen, so nennt man dies eine Ueberschneidung; hierbei ist eine Unterstüztung in der Kreuzung erforderlich. Besser ist es, das eine Holz höher als das andere zu legen, wobei in jedes nur eine schwache Vertiefung einzuschneiden ist; man nennt das eine Ueberkämmung. Gewöhnlich werden Balken über Querträgern so angebracht. In Abb. 85 ist *a* der Kamm, d. i. der zwischen den Vertiefungen (den Kammlöchern) stehen gebliebene Theil des Langholzes. Wenn ein Balken nicht über den Träger fortgeht, sondern darauf endigt, so wendet man schwalbenschwanzförmige Verkämmung an (Abb. 86).

Die Verzapfung findet vorzugsweise da Anwendung, wo ein Holz mit seiner Stirnfläche an einem durchgehenden Langholze endigt und mit



diesem verbunden werden soll. Das Langholz erhält eine vertiefte Nuth, Zapfenloch genannt, in welches der am Hirnholze eingeschnittene Zapfen eingreift. Der gewöhnliche Zapfen erhält die ganze Breite des Holzes zur Breite und eine Stärke und Länge gleich $\frac{1}{3}$ der Höhe des Holzes, in das er eingezapft wird. In Abb. 87 geht der Zapfen durch das obere Holz durch; Abb. 88 zeigt die Verzapfung eines Holms, der gegen Abheben dadurch gesichert werden soll, daß in das Hirnholz des Zapfens ein Keil eingesetzt wird. Das Zapfenloch wird hierbei oben weiter als unten gemacht; indem man den Holm auf den Zapfen setzt, treibt sich der Keil ein und der Zapfen wird schwalbenschwanzförmig. Streben und Kopfbänder erhalten entweder schwalbenschwanzförmige Zapfen, wobei sie von der Seite eingesetzt werden, oder sogenannte Jagtzapfen (Abb. 89).

Die einfache oder doppelte Versatzung mit oder ohne Zapfen sichert den Fuß der Streben gegen das Abrutschen. Doppelte Versatzung wird bei kleinem Neigungswinkel der zu verstrebbenden Hölzer gewählt.

Aufklauungen erfolgen, wenn Streben gegen Langholz gesetzt werden (Abb. 91). Bei starkem Drucke ist diese Verbindung nicht zweckmässig; wenn man sie nicht vermeiden kann, legt man eine Bleiplatte zwischen die sich berührenden Flächen, um das Eindringen zu vermeiden.

Die Verzahnung ist in Abb. 92, die Verdübelung in Abb. 93 dargestellt. Beide Verbindungen dienen zur Herstellung von Trägern aus mehreren Hölzern. Die Dübel macht man von hartem Holz; zu einer festen Verbindung der Hölzer ist ihre Verschraubung nothwendig.

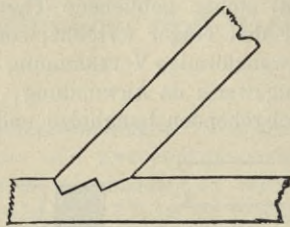


Abb. 90

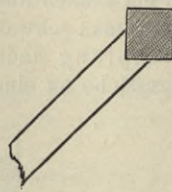


Abb. 91

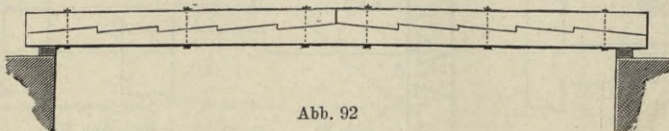


Abb. 92

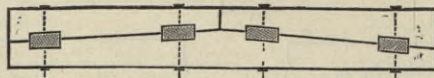


Abb. 93

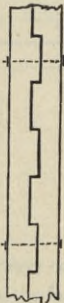


Abb. 94

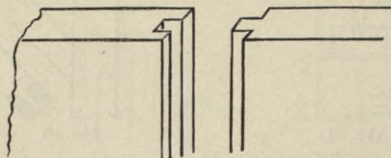


Abb. 95

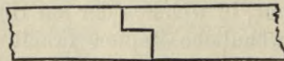


Abb. 96

Abb. 94 zeigt die Verschränkung behufs Verbindung zweier Hölzer zu einem verstärkten Pfosten und Abb. 95 zeigt die Spundung. Zur Herstellung dichter Wände erhält jedes gespundete Brett an einer Seite eine Nuth, an der anderen eine Feder; jedoch kann man auch beide Berührungsflächen mit Nuthen versehen und in diese eine aus hartem Holze gearbeitete oder aus starkem Zinkblech hergestellte besondere Feder einschieben.

Die Falzung kann als eine halbe Spundung angesehen werden (Abb. 96).

Die Verzinkung dient dazu, Bretter an ihren Kanten im rechten Winkel miteinander zu verbinden.

Bei allen Holzverbindungen ist auf die Faserrichtung, auf den Kern und Splint zu achten. Ist der Kern überall gleichmäßig vom Splinte umgeben, so erfolgt keine Krümmung, befindet er sich aber an einem Verbandstücke vorzugsweise auf der einen, der Splint auf der anderen Seite, so wird beim Werfen die Splintseite hohl, die Kernseite bauchig gekrümmt. Es ist deshalb zweckmäßig, die Kernseite eines freitragenden Balkens nach oben zu legen, weil alsdann die Schwere der Krümmung entgegenwirkt. Alle stehenden Hölzer, welche einen Seitendruck erleiden, müssen ihre Kernseite dem Drucke entgegenkehren; bei Holzwänden werden die Stiele so gestellt, daß das Werfen in die Wandebene fällt, woselbst ihm die Riegel entgegenwirken.

Alle Zapfen und Zapfenlöcher sind genau passend herzurichten und alle Verbindungen dichtschiessend anzufertigen. Die Eisenbeschlagtheile sind in das Holz einzulassen, Bolzenlöcher nur so weit zu bohren, daß zum Einbringen des Bolzens immer noch ein kräftiger Schlag gegeben werden muß.

108. Holzwände. Das Rahmenwerk besteht aus der Schwelle, dem Rahmstücke, den Stielen, auch Pfosten und Ständer genannt, den Bändern oder Streben und den Riegeln.

Die Schwellen werden mit der Kernseite nach unten auf das Fundament gelegt und miteinander verblattet; die obere Aufsenkante wird abgefast.

Die Stiele werden unten in die Schwelle und oben in das Rahmholz eingezapft, die in das letztere eingreifenden etwas längeren Zapfen auch vernagelt. Eckstiele und die Stiele unter den Bindern werden gewöhnlich stärker als die Zwischenstiele genommen.

Die Rahmhölzer dienen zur Unterstützung der Balken; ihre Stöße erhalten Blattverbindung und müssen stets über einem Ständer angeordnet sein. Bei den inneren Querwänden eines Fachwerkbauwerks vertritt der Wandbalken das Rahmholz, weshalb die Stiele dieser Wände höher sind als diejenigen der Wände mit Rahmholz. Die Anordnung der Zwischenstiele in den Wänden richtet sich nach der Lage der Thüren und Fenster, die sonstigen Stiele werden gleichmäßig in etwa 1 m Abstand gesetzt.

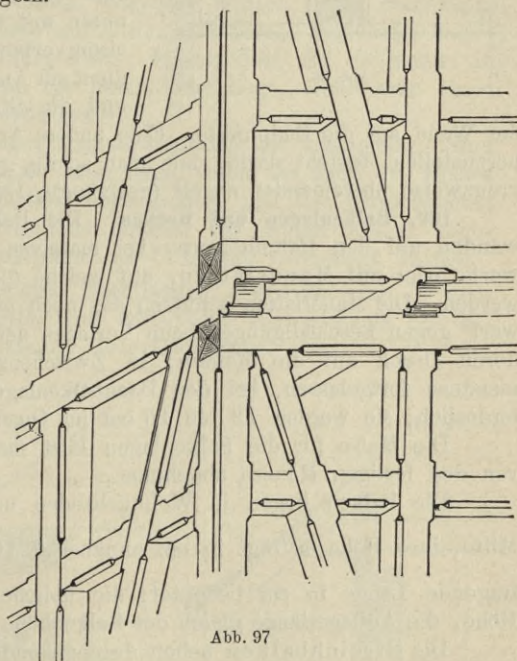


Abb. 97

Die Streben sind schräg gestellte Stiele; sie dürfen in keiner Wand fehlen, weil diese sonst nicht formfest sein würde, und sind daher beim Holzbau sehr wichtig. Die Zapfenlöcher für die Streben müssen mindestens 8 cm vom nächsten Stiele entfernt liegen. In dem oberen Stockwerke kommt auf der Balkenlage überall da, wo unten ein Rahmholz ist, eine Saumschwelle, sodafs auch hier eine ungleiche Höhe der Stiele sich ergibt. Eine sorgfältige Verkämmung zwischen Rahmstück, Balken und Saumschwelle ist wichtig.

Riegel werden in etwa 1 bis 1,5 m Höhenabstand zwischen die Streben eingezapft.

Wenn die Schwelle nicht in ihrer ganzen Länge genügend unterstützt ist, mufs man die Wand absprengen. Die gesprengten Holz-

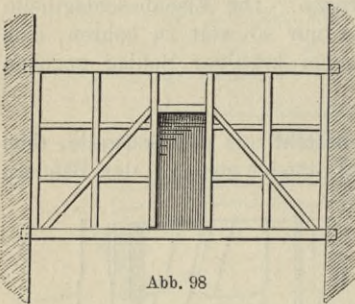


Abb. 98

wände kommen vielfach in den oberen Stockwerken der Häuser vor, wenn die daselbst zu errichtenden Scheidewände von unten auf keine sichere Unterstützung haben. Man macht alsdann eine Hängewerkconstruction. Abb. 98 giebt ein Beispiel dafür, die Thürständer sind darin die Hängesäulen, welche unten mit der Schwelle durch Hänge-

eisen verbunden werden, der Thürriegel dient zur Ausspreizung der Hängesäulen und die Streben übertragen die Last der Wand auf die Endpunkte. Eine andere Art, eine abgesprengte Wand herzustellen, besteht darin, dafs man schräg gestellte Bretter oder Latten kreuzweise übereinander nagelt (gesprengte Lattenwände).

109. Balkenlagen und Decken. Die Balken ruhen bei Fachwerk-wänden auf den Rahmhölzern, bei massiven Wänden auf dem Mauerwerke oder auf Mauerlatten, auf welche die Balkenköpfe aufgekämmt werden. Die Mauerlatten schützen das noch nicht völlig erhärtete Mauerwerk gegen Beschädigungen beim Verlegen der Balken und sie vertheilen deren Druck auf die Mauern; in Zwischengebälken werden sie jetzt meistens fortgelassen, bei den Dachbalkenlagen sind sie aber stets erforderlich; sie werden 12 bis 15 cm im Quadrat stark gemacht.

Die Mafse für die Balkenlagen läfst man durch den Unternehmer von den fertigen Mauern abnehmen.

Die Balken liegen in Wohngebäuden ungefähr 1 m von Mitte zu Mitte, ihre Höhe beträgt in cm annähernd $16 + \frac{2}{100} l$, wo l die freitragende Länge in cm bedeutet; die übliche Breite ist etwa $\frac{7}{10}$ der Höhe, die Auflagerlänge gleich der Balkenhöhe, jedoch nicht unter 25 cm.

Die Streichbalken neben durchgehenden massiven Wänden liegen etwa 5 cm von der Wand ab, Wandbalken liegen auf den unter ihnen endigenden Wänden. Stichbalken und Wechsel werden nothwendig zur Durchführung von Schornsteinen und zur Herstellung der Treppenlöcher. Balken und Wechsel werden durch Brustzapfen verbunden. Die Balkenköpfe sowie alle einzumauernden Holztheile werden oft mit Theer gestrichen; es ist zweckmäfsig, sie mit trockenem Steinmaterial zu um-

geben und den Luftzutritt nach den Innenräumen nicht ganz zu verhindern. Das Umnageln mit Theerpappe oder Blechen hat sich nicht bewährt; mit frischem Mörtel dürfen die Balkenköpfe nicht in Verbindung gebracht werden.

Die Balkenlagen werden mit den Umfassungsmauern verankert, und zwar die Giebelmauern in 3 bis 4 m Abstand mit Zugankern von 10 bis 15 kg Gewicht, welche über drei bis vier Balken hinweg gehen. Zur Verankerung der Frontmauern sind nur die über Mauerpfelern (also nicht über Thür- und Fensteröffnungen) liegenden und von einer Frontmauer zur anderen durchgehenden Balken zu benutzen. Ankerschienen 0,8 bis 1 m lang, 10 mm stark und 40 bis 50 mm breit, Ankersplint 0,65 m lang und 40 × 10 mm stark. Gewicht eines Balkenankers nebst Splint, Krammen und Nägeln 6 bis 10 kg.

Der Zwischenraum zwischen zwei Balken heist Balkenfach. In bewohnten Räumen werden die Balkenfache ganz oder theilweise ausgefüllt. Es wird ein Fehlboden aus Schwarten oder Stakhölzern hergestellt, wobei die Schwarten auf seitwärts an die Balken genagelte Leisten gelegt und mit Lehmörtel gedichtet, die mit Stroh und Lehm umwickelten Staken (gespaltene Stäbe) entweder in gleicher Weise oder in eingearbeitete dreieckige Nuthen eingelegt werden. Das Balkenfach wird dann bis zur oberen Kante mit Lehm und Stroh, geglühtem Sande oder trockenem Mauerschutt ausgefüllt. Je nachdem der Fehlboden in der oberen oder unteren Hälfte der Balkenhöhe liegt, erhält man einen halben oder ganzen Windelboden.

Reparaturen an Balkenlagen sind umständlich und kostspielig. Sind nur die Balkenköpfe angefault, so kann man, wenn der Kern des Holzes noch gut ist, die Köpfe mit seitlich angebrachten und fest verschraubten Bohlstücken verstärken; anderenfalls müssen die faulen Enden abgeschnitten und Holz- oder Eisenträger als Unterlage vorgekragt werden.

110. Dächer. Die geneigten Dachflächen schneiden sich in dem First, dem Grat oder der Kehle; Grat und Kehle sind geneigte Schnittlinien; Traufe heist die Unterkante einer Dachfläche.

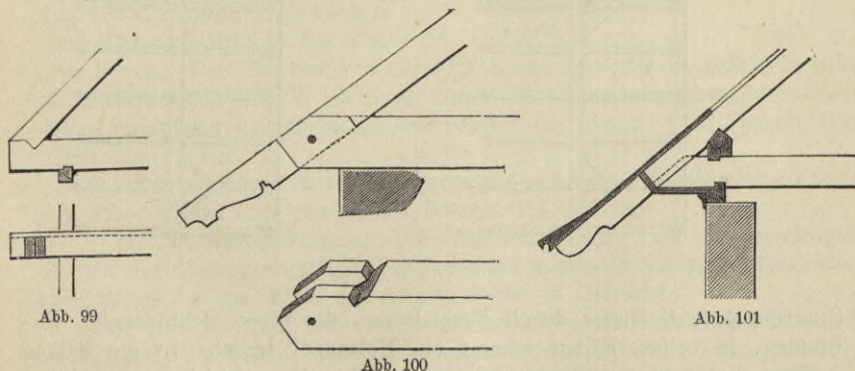


Abb. 99

Abb. 100

Abb. 101

Satteldächer haben zwei gegenüberliegende Dachflächen, Pultdächer haben nur eine, von der Hinterfront zur Vorderfront reichende Dachfläche, wobei an den Schmalseiten halbe Giebel entstehen. Die Walmdächer

haben keine Giebel, wie die Satteldächer, sondern fallen nach allen Seiten hin ab. Mansardendächer haben gebrochene Dachflächen. Hauptsächlich kommen Satteldächer zur Anwendung.

Die Sparren sind die Träger der Dachbedeckung. Zwei gegenüber gestellte Sparren bilden ein Gebinde. In Firsten werden die

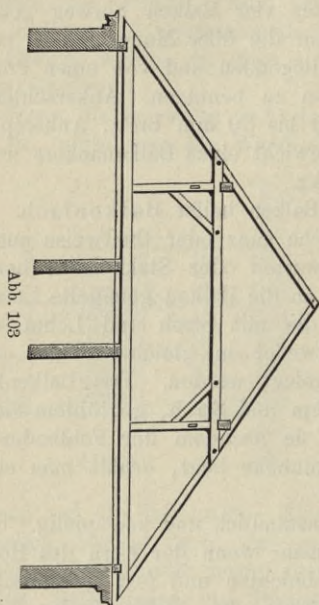


Abb. 103

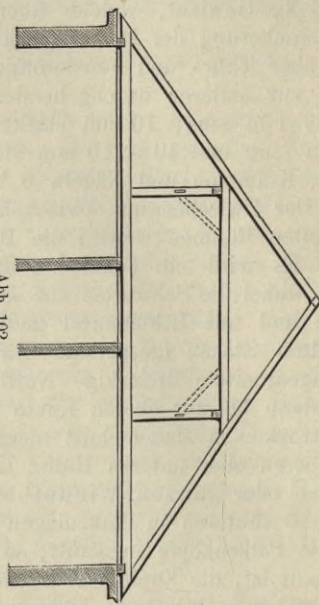
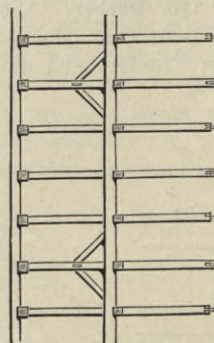
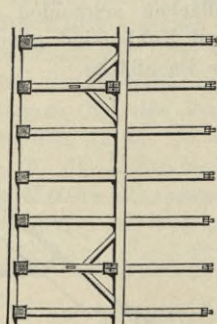


Abb. 102



Sparren eines Gebindes durch Verblattung oder einen Schlitzzapfen verbunden, in beiden Fällen kommt ein Holznagel hinzu. In die Balken greifen die Sparren mit der Klaue ein (Abb. 99). Läßt man sie aber über die Längsmauer vorstehen, so wird die Anordnung nach Abb. 100 oder 101 getroffen. In Abb. 101 wird die Verbindung zwischen Sparren und Balken durch eine Sicherheitsschwelle wesentlich verstärkt.

Die Sparren können 4 bis 5 m frei liegen, d. h. ohne besondere Unterstüztung bleiben; indessen müssen zur Aussteifung sog. Windrispen schräge gegen die Unterfläche der Sparren genagelt werden.

Dachsparren von größerer Länge werden durch Kehlbalcken aussteift und erhalten zur Unterstüztung der Kehlbalcken einen einfachen oder doppelten Dachstuhl. Der Kehlbalcken kann etwa auf eine Länge gleich dem 18fachen seiner Höhe frei liegen. Abb. 102 zeigt ein Kehlbalckendach mit doppeltem Dachstuhl, die Stiele und Kehlbalcken durch Kopfbänder verstärkt und zur Erzielung eines Quer- und Längsverbandes, welcher niemals fehlen darf, verstrebt.

Die Pfettendächer sind überall empfehlenswerth, wo ein Kehlbalck entbehrlich ist. Die Sparren ruhen entweder nur in der Mitte oder auch an den Enden unmittelbar auf sogenannten Pfetten; jedes dritte oder vierte Gebinde ist ein Hauptgebände, in welchem die Pfetten unterstüzt werden und ein kräftiger Dachverband (in Abb. 103 sind doppelte Kehlbalcken an den Stuhlsäulen und Hauptsparren angeblattet) geschaffen wird.

Die vorstehenden Dächer können auch ohne unmittelbare Verbindung mit der Dachbalkenlage hergestellt werden, nämlich als Dächer mit Kniestock oder Drempe/wand, wofür Abb. 104 ein Beispiel zeigt. Die Drempe/wand muß von dem Schube der Sparren sorgfältig entlastet werden; dies geschieht am besten durch Verwendung doppelzangiger Kehlbalcken im Hauptgebände oder durch Anordnung einer Firstpfette.

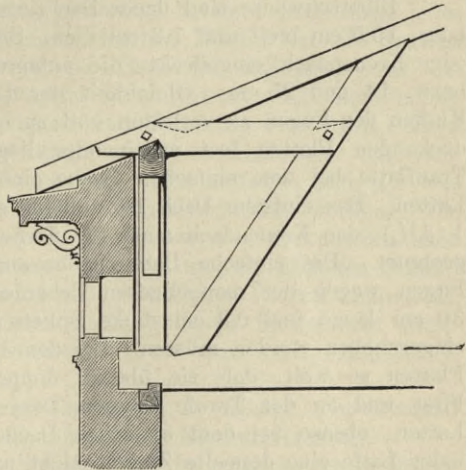


Abb. 104

Die Pfetten sind gewöhnlich 18×22 cm stark, sie können von Mitte zu Mitte 4 bis 5 m frei liegen. Die Sparren von 12×12 bzw. 14×16 cm Stärke werden in Entfernungen von 4 bis 5 m durch die Pfetten unterstüzt. Wenn keine Firstpfette vorhanden ist, so beträgt die oberste freie Sparrenlänge nicht über 2,5 m.

Uebliche Stärke der Stuhlpfosten 18×18 cm; Kopfbänder 10×12 bis 12×16 cm und gewöhnlich 0,9 bis 1,4 m lang.

111. Dacheindeckungen. Die Wasserabhaltung ist der wichtigste Zweck der Dacheindeckungen, außerdem kommt der Schutz gegen Schnee und Sturm, gegen Kälte und gegen Feuer in Betracht.

a) Stroh- und Rohrdächer sind trotz ihrer Feuergefährlichkeit noch häufig zu finden. Die Lattenweite beträgt 30 bis 35 cm, zwischen den zwei untersten Latten aber nur 10 cm; die oberste Latte soll auf der Wetterseite bündig mit der Firstkante, auf der anderen Seite 12 cm davon entfernt liegen. Die Latten reichen 35—40 cm über die Giebelsparren hinaus, auf ihre Enden werden 3 cm starke Windbretter hoch-

kantig gestellt und an Knaggen oder Bankeisen befestigt. Die Strohdächer werden 25 cm, Rohrdächer 35 cm dick gemacht und glatt und eben geschnitten. Die Trauf- und Firstlage muß besonders kunstgerecht hergestellt werden, die Verfirstung unter Anwendung von Firstlatten oder Firstziegeln.

b) Bretterdächer kommen häufig bei Nothbauten vor. Die Bretter werden unmittelbar auf die Sparren, mit gegenseitiger Ueberdeckung, aufgenagelt; bisweilen legt man sie aber auch vom First zur Traufe, wobei zur Befestigung alle 1,5 bis 2 m Latten auf die Sparren genagelt und die Bretterfugen durch Deckleisten geschlossen werden müssen.

c) Ziegeldächer werden meistens auf Lattung hergestellt. Die Dachlatten (4×6 und 4×8 cm) sind auf jedem Sparren mit einem 8 bis 9 cm langen Lattennagel zu befestigen.

Die Dachziegel müssen gleichmäßig und sauber geformt, gut durchgebrannt, womöglich gesintert und gleichfarbig, ferner ohne Risse und Fehlstellen sein; beim Anschlagen sollen sie hell klingen.

Biberschwänze sind flache Dachziegel; ihr Normalformat ist 36,5 cm lang, 15,5 cm breit und 1,2 cm dick. Sie werden als einfaches, Doppel- oder Kronendach eingedeckt, die entsprechende Lattenweite beträgt 20 bzw. 14 und 25 cm. Gleichheit der Lattenweite ist wichtig, um ein Klaffen der Fugen zu verhüten und zu ermöglichen, daß die sich überdeckenden Platten fest aufeinander liegen. Deshalb erhält auch die Traufplatte bei dem einfachen Dache eine größere Höhe als die übrigen Latten. Das einfache Dach ist nur für größere Dachneigungen ($1:1$ bis $1:1\frac{1}{4}$), das Kronendach auch für flachere Neigungen ($1:1\frac{1}{2}$ bis $1:2$) geeignet. Das einfache Dach heißt auch Spließdach, weil unter die Fugen wegen der mangelhaften Ueberdeckung der Platten 5 cm breite, 30 cm lange und 0,3 cm dicke Spließen aus Eichen- oder Kiefernholz eingeschoben werden müssen. Bei dem Doppeldache überdecken sich die Platten so weit, daß sie überall doppelt aufeinander liegen; nur am First und an der Traufe hängen zwei Schichten an den betreffenden Latten, ebenso bei dem einfachen Dache. Beim Kronendache liegt auf jeder Latte eine doppelte Ziegelschicht und zwar so, daß die Stosfugen der unteren Schicht von der oberen überdeckt werden. Die Biberschwänze werden bei allen drei Dacharten böhmisch eingedeckt, wobei sie mit Kalkmörtel gut verstrichene Stosfugen und in den Lagerflächen sogenannte Querschläge erhalten.

Die Firste und Grate werden mit Holzriegeln (40 cm lang, mit 16 bis 20 cm größerem und 12 bis 16 cm kleinerem Durchmesser, 1,3 bis 2 cm dick) eingedeckt. Die Firstziegel sind mit den schmalen Seiten gegen den Wind zu legen, sie erhalten 8—10 cm Ueberdeckung und eine gute Mörtelbettung; der Hohlraum wird mit Ziegelbrocken und Mörtel (Beton) ausgefüllt. Auf den Graten kommt das weite Ende nach unten. Die Dachkehlen werden am besten mit Metallblech bekleidet, die benachbarten Ziegel läßt man übergreifen. In gleicher Weise werden die Anschlüsse an Schornsteine und andere vortretende Mauern behandelt.

Dachpfannen werden in verschiedenen Abmessungen und Formen angefertigt. Der Kragen der einen Pfanne muß gut in den Mantel der anderen übergreifen, Ueberdeckung der Schichten 7 bis 9 cm. Häufig

wird auf die Sparren eine verstülpte Schalung aufgebracht (z. B. in Ostpreußen), auf welche zunächst Strecklatten, eine über jeden Sparren, und dann die gewöhnlichen Dachlatten genagelt werden; die Pfannen werden alsdann mit Ausnahme der Firstdeckung ohne Mörtel verlegt. An den Giebeln sind Windbretter erforderlich, an den Traufen Bundlatten; letztere sind mit Einschnitten versehen, um die Luft in den Raum zwischen Pfannen und Schalung eintreten zu lassen.

Falzziegel kommen ebenfalls in verschiedenen Formen vor. Sie werden auf Lattung eingedeckt und nur an den Rändern in Kalk, sonst trocken verlegt.

d) Schieferdächer. Der Dachschiefer soll wetterbeständig, von festem Gefüge, ohne Risse, Splitter und Streifen sein und eine glatte Oberfläche von bläulich schwarzer oder rötlich brauner Farbe haben; er muß beim Anschlagen einen hellen Klang geben und in den vorgeschriebenen Abmessungen geliefert werden.

Die Deckung mit deutschem Schiefer wird auf einer Schalung aus 2 cm starken, bis zu 20 cm breiten, gesäumten Brettern ausgeführt, jedes Schalbrett wird mit zwei 7 cm langen eisernen Nägeln auf die Sparren genagelt. Die Platten werden auf der Baustelle zugehauen und die Reihen in schräger Richtung aufsteigend so eingedeckt, daß die dünnere Kante nach oben hin zu liegen kommt und überdeckt wird. Die Platten sollen sich auf die Hälfte ihrer Länge, seitwärts mindestens um 8 cm überdecken; sie sollen auf der Verschalung dicht aufliegen und mit verzinkten, etwa $3\frac{1}{2}$ cm langen eisernen Nägeln befestigt werden. Die Nagellöcher sind (mindestens zwei für jede Platte) von der unteren nach der oberen Fläche hin so einzuheuen, daß sie von der nächsten Schicht überdeckt werden. Der First wird mit besonderen Platten eingedeckt, Kehlen können mit kleineren, sehr dicht gelegten Platten auf abgerundeter Verschalung gedeckt werden, sofern man nicht Metallblech anwendet.

In die Sparren sind eiserne Dachhaken in nahezu 3 m Abstand einzuschlagen, zum Anbringen von Leitern bei Reparaturarbeiten.

Der englische und belgische Schiefer wird in größeren regelmässigen Tafeln gewonnen (Schablonenschiefer) und kann auf einer Lattung nach Art des Doppeldaches eingedeckt werden. Hierbei ist eine flachere Dachneigung zulässig (vergl. Art. 112).

e) Pappdächer. Die Eindeckung erfolgt mit Rollenpappe auf einer gut abgeglichenen, 2 bis 2,5 cm starken Verschalung und dreieckigen Leisten, die in der Sparrenrichtung mit Drahtnägeln aufgenagelt werden. Die Leisten werden aus 4 cm starken Brettern geschnitten, in der Grundlinie 8 cm breit, die Spitze etwa 1 cm breit abgerundet. Abstand der Leisten so, daß die Ränder der Pappe etwa 4 cm hoch gegen die Leisten aufgebogen werden können. Die Pappe wird von der Traufe zum First und womöglich darüber hinweg bis zur anderen Traufe gelegt, an den Traufen zusammengefalzt und soweit abwärts gebogen, daß der Rand des Falzes 2 bis 3 cm unter die Unterkante der Verschalung hinabreicht. Der Falz wird nun an das unterste Schalbrett angenagelt und die Pappe auf den Leisten angeheftet. Nach Bedeckung der ganzen Dachfläche werden die Ränder der Pappen mit einer heißen Mischung

von drei Theilen Pech und vier Theilen Theer bestrichen, die Leisten mit Kappen von Pappe überdeckt und diese in 5 bis 6 cm Abstand mit Drahtnägeln auf den Leisten befestigt. An den Stößen sollen sich die Lagen 8 cm überdecken und in gleicher Weise wie die Ränder gestrichen werden. Darauf wird das ganze Dach mit heißem Steinkohlentheer, dem 10% Asphalt beigelegt ist, gestrichen und mit feinem Sande überstreut. Alle zwei Jahre muß der Anstrich erneuert werden.

f) Holzement-Dächer. Holzement ist ein besonders zubereiteter Steinkohlentheer. Verschalung der Dachfläche aus gespundeten, 3 bis 3½ cm starken Brettern; auf diese wird eine etwa 1 cm starke Schicht von feinem, trockenem Sande aufgesiebt, darüber wird starkes Rollenpapier, die einzelnen Bahnen von der Traufe zum First reichend und sich gegenseitig 12 bis 15 cm breit überdeckend, in drei bis vier Lagen und mit Verschiebung der Stöße nacheinander trocken aufgebracht und nur an den Traufkanten leicht angefeuchtet. Die sich überdeckenden Randflächen werden mit erwärmtem Holzement zusammengeklebt, mit diesem wird sodann

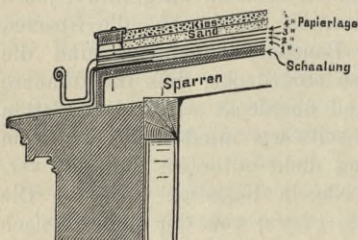


Abb. 105

jede Papierlage vor dem Aufbringen der folgenden Schicht ganz überstrichen und darauf sogleich die obere Lage ganz glatt und fest angedrückt. Auf die mit Holzement überstrichene oberste Papierlage kommt eine 8—10 cm starke Decke aus Sand und Kies, dem man bisweilen etwas Lehm in gepulvertem Zustande oder Straßenschlick beimengt. Eine starke Kiesleiste dient zur Einfassung der Bedeckung und erhält zur Ab-

wässerung zahlreiche Löcher. Am schwierigsten sind die Giebel- und Traufkanten dauerhaft herzustellen, Abb. 105 zeigt die Anordnung der letzteren. Die Eindeckung darf nur bei trockenem Wetter stattfinden.

112. Neigung und Abwässerung der Dächer. Die Dachneigung wird leider nicht immer in gleicher Weise wie die Böschungsneigung von Dämmen und Einschnitten als Verhältniß der Höhe zur Grundlinie der geneigten Fläche ausgedrückt, vielmehr ist es üblich, unter Zugrundelegung eines Satteldaches das Verhältniß der Dachhöhe zur ganzen Gebäudetiefe anzugeben. Richtiger wäre es aber, in diesem Falle das Wort Dachneigung zu vermeiden und etwa durch „Dachhöhe“ zu ersetzen. Einer Dachhöhe von 1 : 5 entspricht beispielsweise die Dachneigung 1 : 2½. Nachstehend sind nicht diese Dachhöhen, sondern die wirklichen Dachneigungen für die verschiedenen Eindeckungsarten angegeben.

Stroh- und Rohrdach,	Dachneigung	1 : ¾	bis	1
Spliefdach,	„	1 : 1	„	1¼
Doppel- und Kronendach,	„	1 : 1¼	„	1½
Dachpfannendach,	„	1 : 1	„	1¼
Schieferdach	} deutsch,	„	1 : 1	„ 1¼
Pappdach,	„	1 : 4	„	8
Holzementdach,	„	1 : 10	„	15.

Zur Ansammlung des Traufwassers dienen Dachrinnen. Diese müssen wasserdicht, dauerhaft und leicht herauszunehmen sein und ein Gefälle von etwa 1:125 nach den Abfallrohren hin erhalten. Die frei vor der Traufkante aufgehängten Rinnen bestehen aus Zinklech Nr. 13 bis 15 (vergl. Art. 90) und werden mit Rinnenhaken aus verzinktem Schmiedeisen an den Sparren befestigt. Die Rinne muß 20 bis 25 cm breit und mindestens 10 cm tief sein, ihre Vorderkante muß stets tiefer liegen als die hintere, damit das Wasser bei etwaigen Verstopfungen nach aufsen überläuft. Abfallrohre von 13 bis 15 cm Durchmesser sind alle 15 bis 25 m erforderlich, sie werden an der Mauer alle 2 bis 3 m durch Schelleisen (Rohrschellen) befestigt.

Die Dachrinnen werden häufig oberhalb des Dachsaumes angelegt und durch ein Rinnenbrett verdeckt, oft erhalten sie auch einen kastenförmigen Querschnitt aus Brettern mit Zinkbekleidung.

113. Fußböden. Hölzerne Fußböden sind rauh oder gehobelt, der raue gestrichene Fußboden kommt nur in Dachböden, Kammern sowie als sog. Blindboden unter Parketböden vor; Wohnräume erhalten gehobelten und häufig gespundeten Fußboden.

Die Dielen werden 2,5 bis 4 cm stark und möglichst gleich breit genommen, eine Breite über 20 cm ist aber zu vermeiden. Sie müssen völlig ausgetrocknet sein und werden mit Bodennägeln gewöhnlich unmittelbar auf die Balken, bisweilen auch (z. B. über Gewölben) auf besondere Fußbodenleisten genagelt; die Kernseite kommt nach oben. Die 10×10 bis 12×15 cm starken Lagerhölzer müssen in eine trockene Aufschüttung gebettet, die Dielen sorgfältig und fest unterstopft werden.

Das Ausspänen der Fugen durch Leisten darf nur nach längerer warmer und trockener Witterung geschehen.

Der Riemenfußboden besteht aus gleichmäÙig höchstens 12 cm breiten Brettern, die auf jedem Balken einmal mit verdeckter Nagelung befestigt werden.

Der Parketboden wird auf einem Blindboden angefertigt, er trägt keine Nässe und ist nur auf ganz trockener Unterlage in trockenen Räumen anwendbar.

Fußleisten, auch Scheuerleisten genannt, sind am Fufse der Wände unentbehrlich, auch in den Fluren. Man nagelt sie mit langen Drahtstiften auf die Fußbodenbretter oder auf hölzerne, in die Wand eingelassene Dübel.

Beim Anstreichen der Fußböden ist darauf zu achten, daß der frühere Anstrich völlig trocken sein muß, bevor der folgende ausgeführt wird. Einen guten Anstrich erhält man, wenn der gut abgehobelte Boden zunächst gebeizt, zweimal mit heißem Leinöl gestrichen und dann entweder nur mit Oel (ohne Zusatz von Farbstoff) abgerieben oder auch lackirt, d. h. mit Fußbodenlack überstrichen wird.

Der beste Fußbodenlack ist der Bernsteinlack. Einen guten Lack erhält man ferner durch Auflösung von Schellack in Spiritus (Mischung 1:4) und Zusatz von $\frac{1}{8}$ Kampfer, worauf der Bodensatz abfiltrirt wird.

114. Treppen. Die Treppen eines Gebäudes erhalten durch alle Stockwerke gleiche Maße für Steigung und Auftritt. Als Regel für

das Verhältniß zwischen Auftritt und Steigung dient die Gleichung:

$$\text{Auftritt} + \text{doppelte Steigung} = 62 \text{ cm.}$$

Bei 16 cm Steigung ist also der Auftritt

$$62 - 2 \cdot 16 = 30 \text{ cm breit zu machen.}$$

Das kleinste Maß für den Auftritt ist 22 cm.

Hölzerne Treppen erhalten Wangen mit eingelassenen Stufen (gestemmte Treppen) oder mit aufgesattelten Stufen. Die Wangen der gestemmtten Treppen werden aus 6 bis 10 cm starken Bohlen hergestellt und müssen ab und zu durch Bolzen zusammengehalten werden und zwar stets unmittelbar unter einer der Trittstufen, damit die etwa $2\frac{1}{2}$ cm tief eingeschobenen Tritt- und Setzstufen nicht herausfallen können. Bei aufgesattelten Treppen wird jede Trittstufe mit zwei starken Holzschrauben auf die Wange aufgeschraubt; letztere muß an der schwächsten Stelle mindestens noch 15 cm breit sein.

Die Trittstufen sind 5 bis 6 cm dick und werden vorne profiliert; die Setz- oder Futterstufen sind gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ cm dick. Die unterste Stufe oder der Antritt besteht gewöhnlich aus einem massiven Holzstücke (Blockstufe), welches etwas in den Fußboden versenkt wird und die Treppenspindel (den Hauptgeländerpfosten) aufnimmt. Die Geländerhöhe beträgt, lothrecht gemessen, etwa 1 m und muß in allen Stockwerken die nämliche sein. Die Geländerfüllung muß so eingerichtet sein, daß Kinder nicht hindurchfallen können.

Freitragend heißt eine Holzterppe, wenn ihre Wangen nicht von unten unterstützt sind. Bei gewundenen Treppen muß die in der Mitte der Stufen vorhandene sogenannte mittlere Auftrittsbreite mit der Auftrittsbreite der geraden Strecken übereinstimmen. Die Höhe zwischen zwei Treppenläufen muß mindestens 2,2 m betragen.

Freitreppen, die den Zugang von außen vermitteln, werden gewöhnlich massiv hergestellt. Das Podest der Freitreppe darf nicht in gleicher Höhe mit dem Flur liegen, sondern muß zur Abhaltung des Regenwassers eine Stufe tiefer gelegt werden.

Eiserne Treppen kommen insbesondere als Wendeltreppen vor, die nach der Stufe gehandelt werden.

Zehnter Abschnitt.

Maurerarbeiten.

115. Mauerwerk im allgemeinen. Alles Mauerwerk ist nach der Schnur, mit gut abgeglichenen wagerechten Schichten sauber und tadellos auszuführen, alle Fluchten müssen durch sichere Schnurgerüste genau festgelegt, die erforderlichen Lehren (Profil- und Höhenlatten) richtig aufgestellt und mit der vorgeschriebenen Schichten- und Fugentheilung versehen werden.

Alle zum Vermauern bestimmten Theile müssen rein von Staub und Schmutz sein, vor der Verarbeitung angenäfst und während dieser naß gehalten werden. Fundamentmauerwerk ist stets frei in der Grube, nicht gegen eine Erdwand lehrend, aufzuführen.

Bei Verbindungen von neuem mit altem Mauerwerk ist das letztere gehörig abzutreten, zu reinigen und anzunäßen. Frisches Mauerwerk soll womöglich gar nicht betreten werden; wenn sich dieses nicht vermeiden läßt, so muß es mit Brettern belegt werden; die lose gewordenen Steine sind aufzunehmen und, nachdem das Mauerwerk kräftig abgefegt ist, in frischen Mörtel zu legen.

Nach Schluß der Tagesarbeit und bei starkem Regen ist das frische Mauerwerk mit Brettern oder Matten zuzudecken und die Mörtelkasten sind zu reinigen und umzustürzen, beim Wiederbeginn der Arbeit ist das Mauerwerk zu säubern und mit reinem Wasser abzuspülen.

Wegen der Mörtelbereitung vergleiche man Artikel 86 bis 88.

Das Mauern im Winter ist gefährlich, weil bei dem Gefrieren und Aufthauen von frischem Mauerwerke der Zusammenhang zwischen Stein und Mörtel gelockert wird. Auch der noch nicht erhärtete Mörtel leidet durch Frost und zwar am meisten der Cementmörtel, am wenigsten der Gipsmörtel.

Damit die Erdfeuchtigkeit nicht von unten im Mauerwerke aufsteigen kann, wird eine 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm dicke Asphaltschicht auf die sogenannte Abgleichungsschicht der Fundamente aufgebracht, oder es werden zwei bis drei Ziegelschichten sorgfältig in Cement gemauert. Gegen seitliches Eindringen der Feuchtigkeit kann man das Mauerwerk häufig durch umlaufende Entwässerungscanäle schützen. Luftschichten im Mauerwerke sind dagegen im allgemeinen nicht zu empfehlen.

Die obere Fläche freistehender Mauern muß durch eine Rollschicht oder durch Platten aus Werksteinen abgedeckt werden. Die Abdeckung soll über die ganze Dicke der Mauern reichen, nach außen hin abwässern und sorgfältig in Cementmörtel hergestellt werden.

116. Bruchsteinmauerwerk. Die Steine müssen, obschon ein regelrechter Verband bei Mauerwerk aus Feld- und Bruchsteinen nicht durchführbar ist, passend ausgewählt werden; zur Auswahl muß daher stets ein ausreichender Vorrath bereit liegen. Für die sichtbaren Flächen werden die dauerhaftesten Steine sorgfältig ausgesucht und nöthigenfalls bearbeitet; unter diesen Steinen müssen zahlreiche Durchbinder sein, welche tief in das Mauerwerk eingreifen. Das Mauerwerk wird in Schichten von etwa 1,5 m Höhe wagerecht abgeglichen; die oberste Schicht ist womöglich als Binderschicht aus gleich hohen, mindestens 40 cm großen Steinen herzustellen. Auch im Inneren werden die Steine gut zusammengepackt und mit kleinen scharfen Steinstückchen ausgedreht; Mörtelnester sind zu vermeiden.

Die Steine dürfen nicht auf den Kopf gestellt werden, d. h. sie sind so zu verlegen, daß die etwa vorhandene Schichtung des Steinmaterials eine wagerechte Lage erhält. Bruchsteine müssen also stets auf ihr natürliches Lager gelegt werden, im entgegengesetzten Falle blättern sie sich auf und verwittern.

117. Werksteinmauerwerk. Werkstücke sind die aus natürlichem Gestein bearbeiteten Bausteine oder Quadern. Sie kommen aus den Brüchen in roh behauenen Zustände (bossirt) auf den Werkplatz zur weiteren Bearbeitung durch den Steinmetz. Des Abarbeitens wegen werden die Steine nach dem Werkplatze in etwas größeren Abmessungen (mit dem Arbeits- oder Werkzoll) geliefert.

Die Ansichtflächen werden gewöhnlich mit dem Scharrireisen gebnet (scharrrirt), wobei sie fein gestreift erscheinen.

Die Werksteine sollen beim Verladen und Versetzen nur von den Seiten oder von hinten gefaßt werden; Steine von mehr als $\frac{1}{10}$ cm Inhalt oder 200 kg Gewicht sind in der Regel mit Hebezeug zu versetzen. Beim Versetzen empfiehlt es sich, den Stein in ein volles Mörtelbett zu setzen und zwar zuerst auf dünnen hölzernen Keilen zur Prüfung der richtigen Lage, sodann die Keile durch Bleiplättchen zu ersetzen und den Mörtel in die Fugen einzustampfen. Häufig werden aber die Fugen mit dünnflüssigem Cementmörtel vergossen, nachdem sie seitwärts und unterhalb mit Lehm ausgestrichen worden sind.

Die Werksteine bilden gewöhnlich nur die Verkleidung von Mauern, deren übriger Theil aus Bruchsteinen oder Ziegeln hergestellt wird. Die Bruchsteinausmauerung muß vorsichtig unter schichtenweiser Abgleichung und mit einem wenig schwindenden Mörtel erfolgen; bei der Ausmauerung mit Ziegelsteinen ist zu beachten, daß die Quadern in ihren Abmessungen ein Vielfaches der Ziegelabmessungen sein müssen, um einen durchaus guten Verband zu ergeben.

Wichtig ist eine gute mechanische Verbindung der Werksteine in den Stoßfugen durch eiserne Dübel und Klammern, welche mit Cement oder Blei vergossen werden und wofür die erforderlichen Löcher schwalbenschwanzförmig auszuheben sind. Das Blei muß nach dem Vergießen stark nachgekeilt werden, da es sich beim Erkalten zusammenzieht.

Sohlbänke von Thüren und Fenstern werden zunächst nur an den Enden, unter den Pfeilern, fest eingemauert und innerhalb der Oeffnungen

erst später, wenn das Mauerwerk der Pfeiler sich vollständig gesetzt hat, ganz untermauert.

118. Ziegelmauerwerk. Das Normalformat der Ziegel ist 25 cm Länge, 12 cm Breite und 6,5 cm Dicke. Die Lagerfugen werden etwa 12 mm, die Stofsugen 10 mm stark gemacht; es kommen daher 13 Ziegelschichten auf 1 m Mauerhöhe und die Mauerstärken wachsen für je $\frac{1}{2}$ Stein um 13 cm. Eine $1\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer ist daher $25 + 13 = 38$ cm, eine 2 Stein starke 51 cm dick usw.

Zu den Ansichtflächen werden die am besten gebrannten und nach Form und Farbe schönsten Ziegel ausgesucht und getrennt von den übrigen aufgesetzt, sodafs der Maurer nicht nöthig hat, sie bei seiner Arbeit auszuwählen.

Die Steine werden in den einzelnen, genau der Schichtentheilung entsprechend auszuführenden Lagen in ein volles Mörtelbett gelegt und gegen die bereits liegenden Steine so angedrückt, dafs der Mörtel aus der Lagerfuge nach allen Seiten hin herausquillt und die Stofsugen vollständig ausfüllt.

Alle Stofsugen einer Schicht sollen auf volle Steinflächen der unteren Schicht treffen; die Steine jeder Schicht müssen also die Stofs-

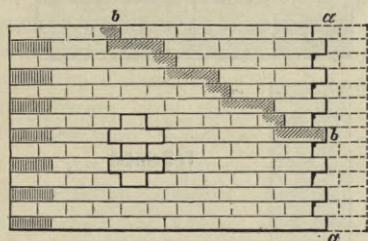


Abb. 106

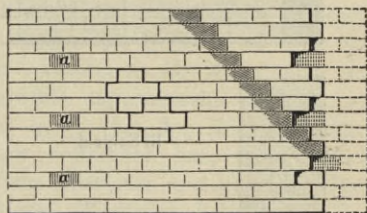


Abb. 107

fugen der unteren Schicht überdecken und die Stofsugen zweier unmittelbar aufeinander liegenden Schichten dürfen niemals zusammentreffen. Dies ist die Hauptregel für den Steinverband. Die Stofsugen läfst man durch die Tiefe der Mauer gerade durchgehen oder versetzt sie nur um eine halbe, nie um $\frac{1}{4}$ Steinlänge; im Inneren sind möglichst viel Binder zu legen, um nach der Tiefe der Mauer halbe Steinüberdeckung zu erhalten.

Die üblichen Ziegelverbände sind der Blockverband und der Kreuzverband. Bei dem ersteren wechselt immer eine Läufer-schicht mit einer Binderschicht regelmäfsig in solcher Art, dafs die Stofsugen sich nach der Länge der Mauern um $\frac{1}{4}$ Stein versetzen (Abb. 106). Der Kreuzverband entsteht aus dem ersteren dadurch, dafs jede zweite Läufer-schicht um $\frac{1}{2}$ Stein nach der Länge der Mauern verschoben wird und somit jede Läufer-schicht ihre Stofsugen in der Mitte zwischen denen der nächsten oberen und unteren Läufer-schichten hat (Abb. 107). Er kommt insbesondere bei dem Ziegelrohbau zur Anwendung.

Der Verband wird durch Verwendung von Quartierstücken (ein Zwei-quartier hat halbe, ein Drei-quartier $\frac{3}{4}$ Steinlänge) und Riemstücken erzielt. Ein Riemstück ist die nach der Länge gespaltene Hälfte eines ganzen Steins, ein Quartierstück die Hälfte eines Zwei-quartiers oder eines Riemstückes.

Abb. 108 zeigt vier aufeinander liegende Schichten einer in Kreuzverband aufgeführten Mauerecke für den Fall, daß eine 2 Stein starke Mauer mit einer $1\frac{1}{2}$ Stein starken zusammentrifft.

Wie Abb. 106 zeigt, bildet sich bei dem Blockverbande, wenn die Mauer nach einer Seite hin als unvollendet gedacht wird, eine regelmäßige Verzahnung (bei *aa*) und eine abwechselnd aus langen und kurzen Stufen bestehende Abtreppung (bei *bb*). Bei dem Kreuzverbande ist die Abtreppung gleichmäßig und die Verzahnung ungleichmäßig.

Bei der Verblendung der Mauern mit besonderen Verblendklinkern wird häufig der Schornsteinverband angewandt, welcher sich durch Stofsugenversetzung von lauter gleich großen Steinen ergibt.

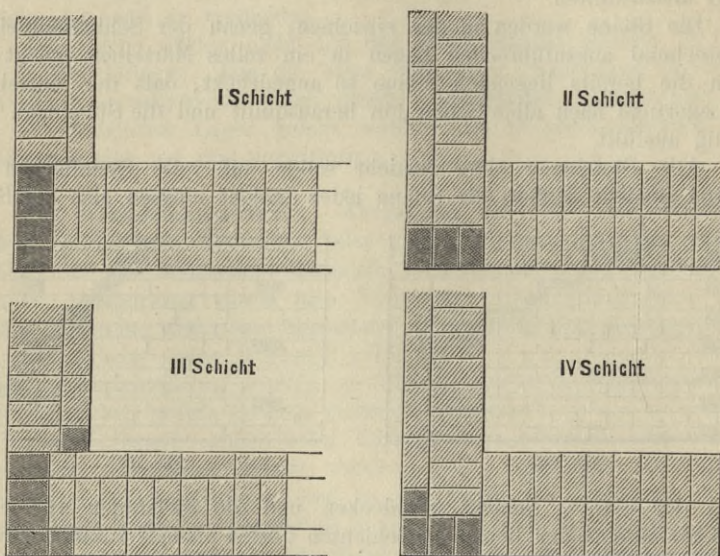


Abb. 108

Für Mauern von 1 Stein Stärke ist der holländische Verband zweckmäßig, wobei immer eine Binderschicht mit einer anderen Schicht, in der nach je zwei Läufern ein Binder folgt, abwechselt.

Bei Fachwerkwänden wird die Ausmauerung dadurch mit dem Holzwerke in Verbindung gebracht, daß an die Stiele dreieckige Leisten genagelt und die Steine entsprechend ausgeklinkt werden. Statt dessen kann man auch an den Stielen Nägel einschlagen und deren Köpfe 5 bis 6 cm vorstehen lassen.

119. Mauerbögen und Gewölbe. Alle Ueberwölbungen werden auf Einrüstungen (Lehrbögen) gemauert. Die Lehrbögen sind auf Keile zu stellen und mit Latten oder schmalen Brettern zu verschalen. Die Lagerfugen sollen sämtlich rechtwinklig zur Leibungsfläche (dem inneren Gewölbemantel) stehen, also keilförmig nach dem zugehörigen Krümmungsmittelpunkte der Bogenlinie laufen. Bei großem Krümmungshalbmesser und geringer Gewölbstärke bringt man die Keilform lediglich in die Fugen. Damit diese aber nicht zu stark (höchstens 25 mm) werden,

mufs man bei kleinem Krümmungshalbmesser keilförmige Steine verwenden oder das Gewölbe in einzelnen $\frac{1}{2}$ Stein starken Ringen wölben. Zur gleichmäfsigen Belastung des Lehrgerüstes wölbt man von beiden Kämpfern gleichmäfsig gegen den Schlufs hin, es sind also stets wenigstens zwei Maurer beim Wölben erforderlich. Jeder Bogen soll womöglich ohne Unterbrechung eingewölbt werden. Eine genaue Schichteneintheilung ist erforderlich, der Schlufsstein mufs in die zuletzt gebliebene Oeffnung genau passen und darf nicht mit grofser Gewalt eingetrieben werden. Kleine Maueröffnungen werden mit scheidrechten Bögen übermauert, d. h. in solcher Weise, dafs die untere Leibungsfläche nicht gekrümmt ist, sondern von Kämpfer zu Kämpfer wagerecht durchgeht.

Segmentbögen haben ein Kreisbogenstück zur inneren Leibung, gedrückte Bögen eine halbe Ellipse, ein Korbbogen ist aus Kreisbogenstücken von verschiedenen grofsen Halbmessern zusammengesetzt; bei den überhöhten Bögen ist die Pfeilhöhe gröfser als die halbe Spannweite.

Die Lehrgerüste bestehen für Bögen bis zu 3 m Spannweite nur aus einzelnen, nach der Bogenlinie zugeschnittenen Brettern, welche durch aufgenagelte Leisten ihren Halt bekommen. Gröfsere Lehrbögen bis zu 6 m Spannweite werden aus doppelten Brettlagen nach Art der Bohlenbögen hergestellt, bei Spannweiten über 6 m ist ein vollständiges Zimmerwerk aus Verbandhölzern erforderlich. Wegen des Setzens ist eine angemessene Ueberhöhung der Lehrgerüste vorzusehen; als Mittelwerth der Ueberhöhung kann etwa $\frac{1}{150}$ der Spannweite angenommen werden.

Mit dem Ausrüsten wartet man so lange, bis der Mörtel einigermafsen das Steinmaterial zu einer Masse verbunden hat, jedoch noch nicht wirklich erhärtet ist, damit bei dem Ausrüsten ein gleichmäfsiges Setzen eintreten kann. Die zweckmäfsigste Wartezeit beträgt bei Gewölben in Kalkmörtel 1 bis 2 Wochen, bei Anwendung von Cementmörtel dagegen nur 2 bis 3 Tage.

Von den verschiedenen Gewölbearten ist für die gewöhnlich vorkommenden Bauausführungen das Tonnengewölbe, dessen Leibungsfläche einen halben Cylinder mit wagerechter Achse bildet, oder vielmehr das nach einer flachen Kreislinie geformte Flachbogen- oder Kappengewölbe am wichtigsten. Die Kappengewölbe erhalten eine Stichhöhe von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Spannweite und gewöhnlich nur eine Stärke von $\frac{1}{2}$ Stein im Scheitel, mit Verstärkung gröfserer Kappen auf 1 Stein nach den Widerlagern zu. Sie werden zwischen Gurtbögen oder eisernen Trägern gewölbt, mit Spannweiten von etwa 2,5 bis 3,5 m. Den Gurtbögen giebt man nicht gern unter $\frac{1}{4}$ der Spannweite zur Stichhöhe.

Die Gewölbekappen dürfen erst nach Ausführung und Erhärtung der Gurtbögen eingewölbt werden. In den letzteren wird hierbei als Auflagerfläche ein Falz, der mindestens 10 cm über dem Scheitel des Gurtbogens liegen mufs, mit dem Meissel herausgehauen. Die Kappen werden gewöhnlich auf den Schwalbenschwanz, d. h. von den vier Ecken aus mit im Grundrisse schräg verlaufenden Lagerfugen eingewölbt. Sämtliche Kappengewölbe erhalten eine Hintermauerung bis auf $\frac{2}{3}$ der Höhe der Rückenfläche des Gewölbes.

Jedes Gewölbe übt einen Schub auf die Widerlager aus, weshalb die letzteren nicht zu schwach sein dürfen. Die Widerlager der Kappen-

gewölbe werden gewöhnlich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ ihrer Spannweite, mindestens aber $1\frac{1}{2}$ Stein stark gemacht, Gurtbögen erhalten als Widerlagstärke $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannweite.

Bei dem Kreuzgewölbe wirkt der Schub auf die vier Eckpunkte und zwar in der Ebene der von dem Scheitelpunkte des Gewölbes nach den Ecken führenden Gratabögen; dementsprechend werden auch die Widerlager in diagonaler Richtung angeordnet.

120. Stärke der Mauern. Freistehende Umfassungsmauern werden gewöhnlich am ungünstigsten durch den Winddruck beansprucht, man pflegt aber ihre Stärke nicht nach der Standsicherheit gegen Umkippen zu berechnen, sondern nach praktischen Regeln zu bemessen. Erfahrungsmäßig macht man die Stärke $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Höhe; im ersten Falle ist die Standfestigkeit sehr groß, im zweiten Falle jedoch nur schwach, und wenn alsdann die Mauer mehr als die doppelte Höhe zur Länge hat, muß man sie durch Strebepfeiler verstärken. Bei 2 Stein starken Pfeilern und 4,5 m Pfeilerabstand genügt für eine 3 m hohe Mauer die Stärke von 1 Stein, und bei 2 m Pfeilerabstand und gutem Mörtel braucht man die Zwischenwände nur $\frac{1}{2}$ Stein stark zu machen.

Sei l die freie Länge einer Mauer zwischen zwei Strebepfeilern oder Querwänden, h die Mauerhöhe, dann ist für die Stärke s die Formel

$$s = \frac{l \cdot h}{\sqrt{l^2 + h^2}} \cdot \left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right)$$

anwendbar. Beispielsweise ist für $l = 5$ m und $h = 4$ m

$$s = \frac{5,0 \cdot 4,0}{\sqrt{25 + 16}} \left(\frac{1}{8} \text{ bis } \frac{1}{12}\right) = 0,39 \text{ bis } 0,28 \text{ m,}$$

also für Backstein $s = 1\frac{1}{2}$ Stein.

Futtermauern sind hinterfüllte Mauern und müssen dem Drucke der Hinterfüllungserde widerstehen. Der Erddruck ist von der Beschaffenheit der letzteren abhängig und am größten für ganz durchnässten Boden.

Als ungefähren Mittelwerth kann man für trockenen Hinterfüllungsboden annehmen

$$E = 250 \cdot h^2,$$

wenn h die sichtbare Höhe der Futtermauer in Meter und E den Erddruck auf 1 m Länge der Futtermauer in kg bedeutet. Der Wasserdruck ist doppelt so groß, als der genannte Mittelwerth des Erddrucks, nämlich $= 500 \cdot h^2$. Der Angriffspunkt des Erddrucks liegt auf $\frac{1}{3}$ der Höhe über der Grundfläche. Beispielsweise ist der Erddruck gegen eine 6 m hohe Futtermauer für 1 m Mauerlänge

$$E = 250 \cdot 6^2 = 9000 \text{ kg}$$

und der Hebelarm $= \frac{h}{3} = 2$ m.

Man kann nun das Gewicht G der Mauer sowie ihre Schwerlinie ermitteln und von dem Schnittpunkte der beiden Kräfte E und G aus

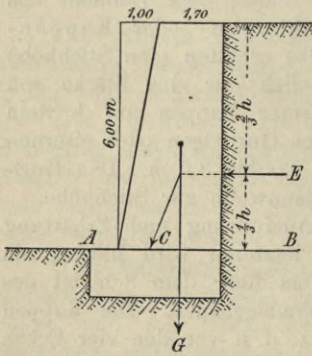


Abb. 109

ihre Mittelkraft construiren; diese trifft die untere Lagerfuge der Futtermauer in ihrem Druckmittelpunkte, der innerhalb des mittleren Drittels der Lagerfuge liegen muſs. In Abb. 109 hat der Mauerkörper über der Lagerfuge AB die Querschnittsfläche

$$\frac{1,7 + 2,7}{2} \cdot 6,0 = 13,2 \text{ qm,}$$

1 m Mauerlänge enthält also 13,2 cbm, und wenn 1 cbm 1800 kg wiegt, so ist das Gewicht

$$G = 1800 \cdot 13,2 = 23760 \text{ kg.}$$

Es sind daher die Kräfte $E = 9000$ kg und $G = 23760$ kg zusammenzusetzen, was entweder zeichnerisch oder rechnerisch geschehen kann. Durch Rechnung erhält man für den Abstand e des Druckmittelpunktes C von der Kraft G die Gleichung

$$G \cdot e = E \cdot \frac{h}{3} \text{ oder } 23760 \cdot e = 9000 \cdot 2,0,$$

und hieraus
$$e = \frac{18000}{23760} = 0,76 \text{ m.}$$

Zur Uebersicht über die Abmessungen der Futtermauern mögen folgende Angaben dienen:

Kronenbreite = $0,40 + \frac{1}{5}h$, mindestens 0,60 m.

Hinterfläche lothrecht, Vorderfläche $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ gebösch.

Mittlere Stärke etwa = $\frac{1}{3}h$.

Untere Stärke (ohne den Fundamentvorsprung) etwa = $0,45 \cdot h$.

Für die Mauerstärken der Gebäude sind praktische Regeln und zum Theil baupolizeiliche Vorschriften maßgebend. Nach Vorschrift der Berliner Baupolizei sind u. a. folgende Mauerstärken für Wohngebäude erforderlich:

Frontmauer im Dachgeschofs	25 bis 38 cm
” ” vierten und dritten Geschofs	38 cm
” ” zweiten und ersten ”	51 ”
” ” Erdgeschofs	64 ”
” ” Kellergeschofs	77 ”

Balkentragende Scheidemauern im Erdgeschofs 51, in den oberen Stockwerken 38 cm.

Als praktische Regel sei folgendes angeführt:

Kellermauern werden $\frac{1}{2}$ Stein stärker als die daraufstehenden Mauern des Erdgeschosses angelegt.

Giebelmauern, wenn sie keine Balken tragen, in den beiden oberen Stockwerken 1 Stein stark, für die drei zunächst folgenden Stockwerke $1\frac{1}{2}$ Stein. Scheidemauern, welche keine Balken tragen, 1 Stein stark; ist jedoch ein festes Thürgerüst mit zwei bis zur Decke gehenden Streben nebst Riegeln vorhanden, so genügt die Stärke von $\frac{1}{2}$ Stein.

Schornsteine, Thürme und andere hohe Bauwerke müssen auf ihre Standsicherheit gegen den Winddruck sorgfältig berechnet werden, wobei der letztere mit 150 kg auf jedes Quadratmeter der getroffenen Fläche in Rechnung zu stellen ist.

121. Feuerungsanlagen. Für den Abzug von Rauch und Dämpfen müssen die erforderlichen Abzüge im Mauerwerke angelegt werden.

Besteigbare Rauchrohre erhalten einen quadratischen Querschnitt von 45 bis 50 cm Seitenlänge. Die Wandungen, auch die sogenannten Zungen zwischen nebeneinanderliegenden Rauchrohren, müssen mindestens $\frac{1}{2}$ Stein stark sein. Jedes steigbare Rohr muß eine gut schließbare Einsteigethür erhalten, für jeden Herd sollte ein besonderes Rohr vorhanden sein. Diese weiten Rohre sind aber in Wohngebäuden ziemlich außer Gebrauch gekommen und durch die engen russischen Rohre verdrängt.

Die russischen Rohre erhalten $\frac{1}{2}$ Stein starke Wangen und Zungen, im quadratischen Querschnitt 15 bis 25 cm Seitenlänge. Der runde Querschnitt ist nur bei durchaus senkrecht aufsteigenden Rauchrohren zweckmäßig. Man legt die Rohre gern gruppenweise zusammen. Jede Küche erfordert ein besonderes russisches Rohr, während der Rauch von drei bis vier in demselben Stockwerke gelegenen Oefen in ein Rohr eingeführt werden kann. Oefen verschiedener Stockwerke dürfen dagegen niemals ein gemeinschaftliches Rauchrohr erhalten.

Die Rauchrohre werden im Inneren glatt verputzt; neben den Balkenlagen müssen die Wandungen besonders sorgfältig mit vollen Fugen hergestellt werden.

Jedes Rohr muß unten, wo es anfängt, und über dem Dachboden Reinigungsöffnungen haben, welche ebenso wie die seitlichen Einsteigeöffnungen durch eiserne Schieber oder Thüren geschlossen zu halten sind. Die Reinigungsthüren sollen nicht unter einer hölzernen Treppe liegen und müssen von allem Holzwerke mindestens 1 m entfernt sein.

Von Balken und sonstigem Holzwerke müssen die Außenseiten der Schornsteinrohre, sofern ihre Wangen unter 25 cm stark sind, durch eine doppelte, in Verband und Mörtel gelegte Dachsteinschicht getrennt werden oder 10 cm entfernt bleiben.

Die Schornsteine sind mindestens 30 cm über den Dachfirst hinauszuführen; bei mehr als 2,5 m freistehender Höhe ist stets eine tüchtige Verankerung nothwendig.

Elfter Abschnitt.

Verschiedene Bauconstructionen.

122. Verputzarbeiten und Anstriche. Unter Putz versteht man einen Bewurf des Mauerwerks mit Mörtel. Man unterscheidet äußeren und inneren Putz, ferner Rappputz und glatten Putz, Wand- und Deckenputz.

Das zu verputzende Mauerwerk muß sich bereits vollständig gesetzt haben, es ist vorher sorgfältig zu reinigen, die locker gewordenen Mörteltheile in den Fugen sind zu beseitigen und die Fugen 1 cm tief aufzukratzen, sodann muß die zu verputzende Fläche angenäfst werden. Dem zu verwendenden Kalkmörtel muß etwas Cement zugesetzt werden.

Rappputz wird nur mit der Kelle glatt gestrichen. Die Flächen des Grundmauerwerks, Giebel- und Kellermauern werden 1 cm dick, die Rückenflächen von Gewölben und Mauerabsätzen mindestens 2 cm dick berappt.

Der gewöhnliche glatte Putz wird aus zwei oder drei dünnen Lagen gebildet. Die erste Lage bleibt rau; wenn sie gehörig getrocknet ist, bringt man die zweite Lage auf und reibt sie unter fleiszigem Anrassen mit einem Reibebrette glatt. Bisweilen kommt als dritte Lage noch ein Ueberzug mit Mörtel aus ganz feinem Sande hinzu, der ebenfalls geglättet wird. Schliesslich wird der Verputz, wenn er nahezu trocken ist, mit Kalkmilch abgeweift, die sich mit dem Mörtel vollständig bindet und sich nicht verwischen läßt.

Beim Verputzen werden, um eine ganz ebene Fläche herstellen zu können, in Höhenabständen von etwa 1 m sogenannte Lehren 15 bis 18 cm breit mit Richtscheit und Loth ausgeführt.

Die beste Jahreszeit zum Verputzen äußerer Wände ist der Frühling, im Sommer wird der Mörtel leicht zu trocken und im Winter beeinträchtigt der Frost die Erhärtung. Ein magerer Cement-Kalk-Mörtel (1 Theil Cement, $\frac{1}{2}$ Theil Kalk und 7 Theile Sand) ist zum Verputzen äußerer Wände vorzüglich geeignet. Reiner Cementputz muß wenigstens 8 Tage durch Bespritzen mit Wasser oder Belegen mit nassen Tüchern feucht erhalten werden.

Der innere Wandputz wird in gleicher Weise wie der äußere hergestellt, nur verwendet man dazu gewöhnlich Kalkmörtel ohne Cementzusatz; die Reibebretter werden häufig mit Filz überzogen.

Der Fugenputz (das Ausfugen) soll derartig ausgeführt werden, daß die Fugen etwa 3 cm tief ausgekratzt, stark angenäfst und mit frischem, etwas steif zubereitetem Fugmörtel kunstgerecht ausgefüllt werden, wobei man sich des Fugeisens bedient.

Fachwerkmauern werden im Aeufseren höchstens zwischen dem Holzwerke verputzt, während das letztere unverputzt zu lassen ist. Im Inneren sind die Holztheile mit kurz geschnittenen Rohrstengeln, welche mit Draht und Rohrnägeln festgenagelt werden, zu berohren, damit das Reifsen des Holzes keine Putzrisse verursacht.

Holzwände werden vor dem Verputzen vollständig gerohrt.

Für den Deckenputz muß zunächst entweder eine Schalung oder eine Lattung unter der Balkenlage angebracht werden. Die Bretter sind 2 cm stark, 7 bis 10 cm breit und werden mit 5 cm Zwischenraum an jedem Balken mit zwei Nägeln befestigt; die Latten werden etwa 1,5 cm hoch und 2,5 cm breit gemacht und mit 2 cm Zwischenraum angenagelt; ihr Querschnitt ist nicht genau rechteckig, sondern unten etwas breiter als oben.

Bei Anwendung einer Schalung ist deren Berohrung erforderlich. Die abgeschälten trockenen Rohrstengel werden, 7 mm voneinander entfernt, rechtwinklig zu den Schalbrettern ausgebreitet und mit geglühtem Eisendraht durch angeheftete verzinkte Rohrnägel gehalten. Man wendet auch Rohrgewebe an, wobei die Rohrstengel mit dem Draht gebunden sind und die Befestigung bei diesen in 15 cm Abstand vorhandenen Drähten erfolgt. Der Putzmörtel wird darauf in drei Lagen angeworfen.

Bei der Anwendung von Wurflatten an Stelle der Schalung ist eine Berohrung nicht erforderlich, dagegen wird der Mörtel für die erste Lage des Putzes mit 10 bis 15 cm langem Heu- oder Strohhäcksel versetzt, fest gegen die Latten geworfen und in die Zwischenräume eingestossen. Er muß noch etwa um 5 mm die untere Fläche der Latten bedecken.

Die zweite Lage darf erst angeworfen werden, wenn die erste gut getrocknet ist. Sie wird unter dem Richtscheit mit dem Streicheisen eben gestrichen. Die dritte, ganz dünne Lage wird fein geglättet und, wo erforderlich, auch gefilzt.

Weißstuck ist ein innerer Verputz mit einem Mörtel, welcher früher mit lange zuvor abgelöschtem Kalk und einer Beimengung von Kreide oder Marmorstaub bereitet wurde. Gegenwärtig macht man den Stuckmörtel häufig aus 1 Theil Gips und 3 Theilen Kalkmörtel, welche Masse gut gemischt und sehr schnell verarbeitet werden muß.

Soll Wandputz ausgebessert werden, so muß zunächst der alte Putz vollständig entfernt, die Fläche aufgeraut, gesäubert und angenäfst und dann erst der neue Putz aufgebracht werden.

Der Anstrich von Wänden und Decken kommt erst nach vollständigem Austrocknen des Verputzes und zwar der Oelfarbenanstrich erst nach zwei bis drei Jahren zur Ausführung.

Bei dem Kalkfarbenanstriche werden die verputzten Flächen zuerst zwei- oder dreimal mit dünner Kalkmilch gestrichen (geschlemmt und geweißt). Hierauf setzt man der Kalkmilch Farbstoffe zu und zwar meistens Erdfarben, als Ocker, Umbra, Rufs usw., die vorher in Wasser eingeweicht werden, und wiederholt mit dieser sogenannten Kalkfarbe den Anstrich noch zwei- bis dreimal. Die Kalkfarben sind wenig haltbar und färben leicht ab.

Die Leimfarbe wird durch Verrühren von Schlemmkreide oder Barytweifs mit Leimwasser hergestellt; gewöhnlich genügt ein einmaliger Anstrich, vorher müssen die zu streichenden Wände oder Decken mit Kalk geschlemmt und dann mit Seifenwasser gut abgeseift sein. Gewöhnlich genügt ein einmaliger Leimfarbenanstrich. Dieser ist haltbarer als der Kalkfarbenanstrich und färbt nicht ab.

Sollen geputzte Außenwände einen Anstrich erhalten, so ist dazu Oelfarbe besser als Kalk- und Leimfarbe geeignet. Die Fläche wird zunächst mit Oelfirnifs (vergl. Art. 92) ohne Farbenzusatz grundirt und dann zwei- bis dreimal gestrichen. Der Oelfarbenanstrich auf Holz wird in gleicher Weise ausgeführt. Das Holz muß vollständig trocken sein. Soll ein Oelfarbenanstrich erneuert werden, so ist die noch vorhandene Farbe mit kaustischer Natronlauge zu entfernen, wobei die Lauge mit einem Borstenpinsel aufgetragen und nach einiger Zeit mit Wasser abgespült wird.

Wichtig ist die Bereitung der Farben, die bei umfangreicheren Arbeiten sorgfältig beaufsichtigt werden sollte, womöglich unter eigener Beschaffung der Materialien.

123. Estrich und Pflaster. Lehmestrich wird aus reinem und gleichmäßig durchgearbeitetem Lehm 15 bis 30 cm stark angefertigt. Der Lehm wird eben gestrichen und andauernd kräftig festgeschlagen. Tennenböden erhalten eine dreifache Lehmschicht. Wenn die untere, 16 bis 18 cm starke Schicht festgeschlagen und fast trocken ist, wird eine zweite Lage, 6 bis 8 cm stark, aus Lehm mit einem Zusatze von Hammerschlag angefertigt und darauf die gleich starke dritte Schicht aufgebracht, für welche der Lehm mit Hammerschlag und Ochsenblut vermischt worden ist und die so lange festgestampft wird, bis keine Risse mehr beim Trocknen entstehen.

Cementestrich wird auf fester Steinunterlage aus 1 Theil Cement und 1 Theil Sand etwa 2 cm stark hergestellt. Bisweilen wird die Oberfläche glatt gerieben, besser ist es aber, sie rauh zu lassen und sogar auf die halbe Dicke der Mörtelschicht mit Schnitffugen zu versehen. Der Cementestrich hat ein schlechtes Ansehen, weshalb man oft einem Pflaster den Vorzug giebt.

Gipsestrich kommt hauptsächlich in den Gegenden vor, wo der Gips gewonnen wird und billig ist. Die mit Wasser angerührte dünnflüssige Gipsmasse wird zwischen Richtbrettern ausgebreitet und glatt gestrichen, sodann nach begonnener Erhärtung dicht geschlagen und glatt gerieben. Diese Arbeit erfordert Geschicklichkeit und Fleiß. Die Dicke der Schicht beträgt $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ cm, als Unterlage muß eine 1 bis 2 cm hohe Sandschicht genäßt und geebnet eingebracht werden. Nach der Erhärtung wird der Gipsboden mit heißem Leinöl getränkt und häufig auch mit Wachs gebohnt, wodurch er bedeutend haltbarer wird. Der Gipsestrich ist nur im Inneren der Gebäude anwendbar.

Kalk-Cement-Estrich ist $2\frac{1}{2}$ cm dick aus einem Mörtel von 1 Theil Cement, 1 Theil Kalk, 1 Theil Sand und kleinen Ziegelbrocken herzustellen, nach dem Erhärten abzureiben und mit heißem Leinölfirnifs zu überstreichen.

Asphaltestriche erhalten als Unterlage gewöhnlich eine 10 bis 15 cm dicke Betondecke, welche so lange gestampft wird, bis sich auf der Oberfläche Wasser zeigt. Nachdem der Beton vollständig trocken geworden ist, werden dünne eiserne Richtscheite aufgelegt und die etwa 1 m breiten Felder zwischen diesen mit der in einem Kessel geschmolzenen Masse (Asphaltmastix mit etwas Bitumen und Sand) 1 bis 1½ cm dick ausgefüllt, mit dem Reibebrette abgeglichen und mit gewaschenem und gesiebtem Sande bestreut, der mit Schlägeln eingedrückt werden muß.

Steinplattenpflaster kommt in vielen Arten vor und zwar unter Verwendung von Kunststeinen, als Ziegel, Fliesen (z. B. Mettlacher Platten), Thonmosaikplatten oder Platten aus natürlichen Steinen.

Ziegelpflaster ist flach oder hochkantig, es erhält als Unterlage eine 6 bis 10 cm dicke festgestampfte Sandschicht. Entweder bringt man ein Mörtelbett auf die Sandschicht und drückt die Steine darin so ein, daß der Mörtel in alle Fugen dringt, oder man stellt die Steine mit offenen Fugen auf die Sandschicht und vergießt die Fugen nachträglich mit einem dünnflüssigen Mörtel. Die erste Herstellungsart ist vorzuziehen; zum Mörtel ist Wasserkalk vorzüglich geeignet. Die Steine müssen fest, eben und gleichfarbig, ohne Risse und Blätterungen sein, scharfe Kanten und Ecken haben.

Sandsteinplatten sind gewöhnlich 5 bis 8 cm dick, Sollinger Platten erhalten als Flurbelag 3 bis 5 cm, als Belag von Fußwegen 7 bis 9 cm Dicke; Mettlacher und Sinziger Mosaikplatten sind 2 cm dick. Das Verlegen erfolgt in Wasserkalkmörtel oder in Kalkmörtel mit Cementzusatz, schwere Platten werden in Sandbettung verlegt und die Fugen mit Mörtel vergossen.

124. Tischler- und Glaserarbeiten. Für die Güte der Tischlerarbeiten ist die Beschaffenheit des Holzes von sehr großer Bedeutung. Es darf nur gut ausgetrocknetes, gerade gewachsenes und fast astfreies Holz zur Verwendung kommen. Alle Flächen müssen glatt gehobelt, alle Verbindungen genau zusammengepaßt sein, die Gehrungen dürfen nach dem Austrocknen nicht klaffen. Dem Schwinden und Ausdehnen begegnet man dadurch, daß ein festes Rahmwerk gebildet und in dessen Felder loses Füllwerk eingesetzt wird. Die nähere Beschaffenheit der Thüren, Fenster, Bekleidungen usw. wird in den Anschlägen vorgeschrieben. Die Abnahme erfolgt häufig auf grund von Probestücken, nachdem diese für gut befunden sind. Die einzelnen Gegenstände sollen nicht vor der Besichtigung angeschlagen werden. Für die Anfertigung der Thüren und Fenster sind zwar die in den Zeichnungen und im Verdingungsanschlage angegebenen Maße im allgemeinen bestimmend, jedoch müssen auf der Baustelle zeitig die nöthigen Stichmaße genommen werden.

Die einfachsten Thüren (Stallthüren) bestehen aus Brettern und aufgenagelten oder eingeschobenen Leisten mit Strebe. Gestemmte Thüren bestehen aus Rahmen und Füllungen. Die Rahmstücke müssen miteinander voll verzapft, verleimt und vernagelt sein, die Füllungen werden eingeschoben oder übergeschoben.

Die Profilierungen zwischen Rahmen und Füllungen heißen Kehlstöße; bei ihrer Abnahme ist zu beachten, daß sie nicht aufgeleimt

sein dürfen; sie sind vielmehr entweder mit dem Rahmholze aus einem Stücke herzustellen oder aus einem besonderen Holzstücke mit Feder zwischen Rahmen und Füllung einzufügen (eingeschobener Kehlstoß). Zur Befestigung der Thürflügel werden entweder vollständige Thürgestelle (Zargen und Thürgerüste) oder einzelne Dübel nebst Ueberlagbohlen eingemauert und an diesen Futter und Bekleidung mit Schrauben oder vertieften Nägeln befestigt. Thürfutter ist die Bekleidung der inneren Thür-

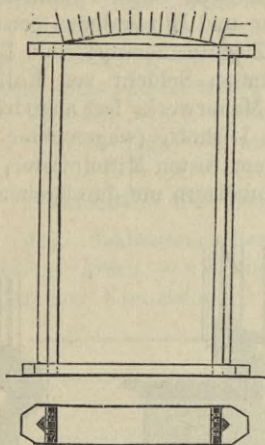


Abb. 110

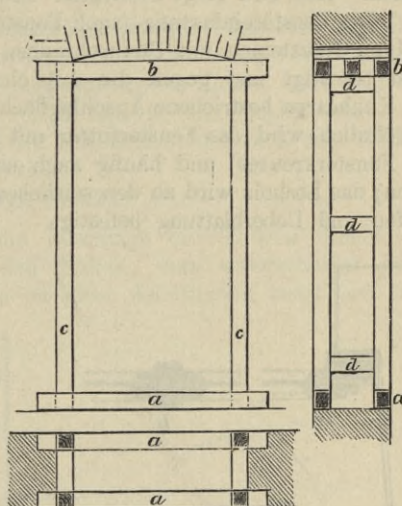


Abb. 111

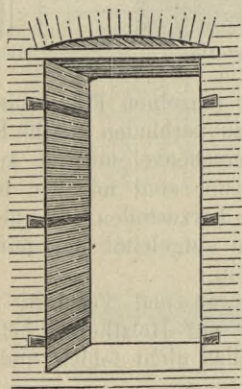


Abb. 112

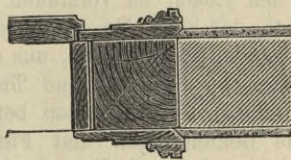


Abb. 113

leibungen. Die Thürbekleidung deckt die Fugen zwischen Thürfutter und Wand und muß an den Ecken auf Gehrung überblattet und verleimt werden, um das Klaffen der Fugen zu vermeiden. Reichere Thüren erhalten über der eigentlichen Bekleidung noch einen Fries mit Verdachung.

In Wänden von $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stein (12 bis 38 cm) Stärke sind Bohlenzargen, in stärkeren Wänden Kreuzholzzargen (Thürgestelle) am zweckmäßigsten. Es sind dies Holzgestelle aus Pfosten und Riegeln, welche in die Thüröffnungen mit den Wandflächen bündig eingestellt werden; die Riegel reichen über die Pfosten um je 25 cm hinaus in

das Mauerwerk. Thürdübel sind nur in Wänden bis zu $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke und für leichte Thüren zweckmäfsig anwendbar. Sie werden aus 10 bis 12 cm starkem Kreuzholz keilförmig bearbeitet, am besten aus Eichenholz. Die Thüroöffnung erhält alsdann oben eine Ueberlagbohle, welche je 25 cm tief in das Mauerwerk einzubinden ist. Die Länge der Dübel mufs genau der Wandstärke entsprechen. Die Abb. 110 bis 112 dienen zur Veranschaulichung von Thüroöffnungen mit Bohlenzargen, Kreuzholzzargen und Dübeln. Abb. 113 zeigt Thürfutter und Verkleidung nebst Thüranschlag.

Die Fenstereinfassung (auch Fensterfutter und Blindrahmen genannt) wird an Hausteinen mit Steinschrauben, an Ziegelmauerwerk mit Bank-eisen befestigt und gegen die mit einer dünnen Schicht von Kalkbrei und Kuhhaaren bestrichene Anschlagfläche des Mauerwerks fest angedrückt. Gewöhnlich wird das Fensterfutter mit einem Losholze (wagerechter Arm des Fensterkreuzes) und häufig auch mit einem festen Mittelpfosten versehen; das Losholz wird an den seitlichen Rahmhölzern mit durchgehendem Zapfen und Ueberblattung befestigt.

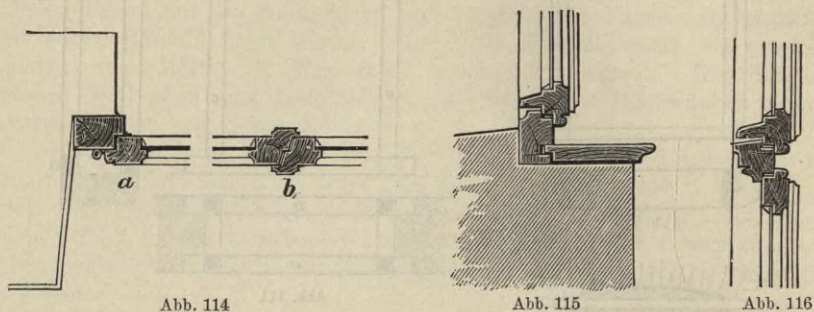


Abb. 114

Abb. 115

Abb. 116

Die Rahmen der Fenster, sowie die der einzelnen Flügel sind an den Ecken mit Schlitzzapfen und Holznägeln zu verbinden. Alle Futter sind an den Ecken zu verzinken. Die Wasserschenkel und die äufsere Schlagleiste der dem Regen ausgesetzten Fenster sind mit den Rahmhölzern, an denen sie sitzen, aus einem Stücke herzustellen. Die übrigen Schlagleisten an Fenstern und Thüren können aufgeleimt und mit hinreichend langen Holzschrauben befestigt werden.

Alle Bekleidungen und Futter bei Thüren und Fenstern sowie Wandbekleidungen und Fufsleisten sollen nur auf Holztheilen befestigt werden. Die hierzu nöthigen Dübel dürfen also nicht fehlen und sind nöthigenfalls nachträglich in die Wände einzumauern.

Auf eine geeignete Herstellung der Fensteröffnungen, des Anschlages (d. i. derjenigen Fläche, an welcher der Blindrahmen sitzt) und der Fenster-nischen mufs schon bei der Ausführung des Rohbaues Rücksicht genommen werden, weil sonst die Herstellung von Doppelfenstern, Fensterläden, Rollläden u. dgl. Schwierigkeiten verursachen möchte. Bei Anwendung von Brettchenjalousien ist es beispielsweise zweckmäfsig, zwischen Fensteranschlag und Blindrahmen einen eisernen Führungsrahmen einzulegen.

Abb. 114 zeigt die Anordnung eines gewöhnlichen Fensters (Anschlag, Blindrahmen und Fensterflügel); bei *b* schlagen die beiden Flügel in einen Doppelfalz mit schrägem Schnitt zusammen, der beiderseits durch

Schlagleisten verdeckt wird. Abb. 115 und 116 erläutern die Abdeckung der Fensterbrüstung durch das Fensterbrett und die mit Wasserschenkeln versehenen unteren Rahmen der Fensterflügel. Ein gutes Fenster muß dichten und doch leichten Schluß haben; wenn die Flügel aber verquellen und sich alsdann schlecht schliessen lassen, darf man den Schlagrahmen nicht sogleich abhobeln, sondern muß damit so lange warten, bis sich bei anhaltend trockenem und warmem Wetter zeigt, daß wirklich zu viel Holz vorhanden ist.

Die Verglasung muß so ausgeführt werden, daß das Aufschlagwasser vollständig auf die Außenflächen abgeleitet wird. Die Glastafeln müssen scharf geschnitten, ohne ausgesprungene Kanten sein und nach jeder Richtung einen Spielraum von 2 mm in den Falzen haben. Die Falze werden dann voll und fest mit Fensterkitt, der nach dem Erhärten nicht spröde werden darf, ausgestrichen.

Hinsichtlich des Glases vergl. Art. 91.

125. Schlosserarbeiten. Zum Beschlage der Thüren dienen verschiedene Arten von Bändern und Haken; man unterscheidet gerade Bänder und Kreuzbänder, welche zu ihrer Anbringung besondere Dorne

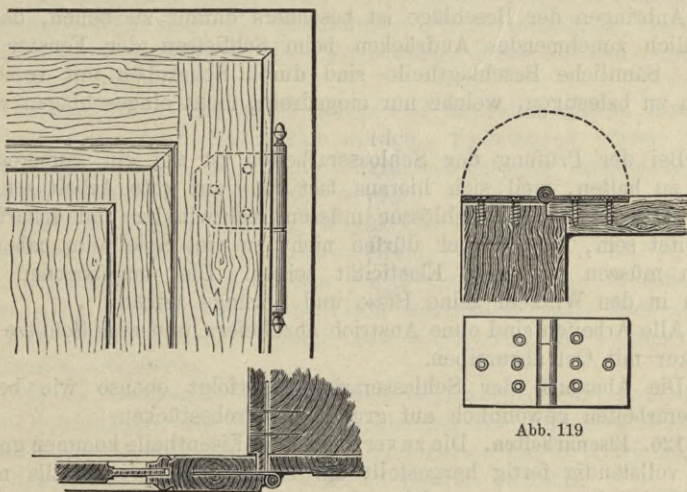


Abb. 117/118

Abb. 119

oder Haken erfordern, sowie Fischbänder und Scharnierbänder, bei denen der eine Lappen in die Thürverkleidung, der andere in die Thürkante eingelassen ist. Große Thore erhalten unten einen Zapfen mit Pfanne und oben einen Zapfen mit Halsband.

Die Haken (Spitzhaken, Stützhaken, Mauerhaken) müssen sicher befestigt werden, besonders der obere Haken, welchen das Gewicht der Thür herauszureißen sucht, während der untere Haken nicht gezogen, sondern angepfeßt wird.

In Backsteinmauerwerk werden die Haken sowie sonstige Eisentheile eingemauert oder durch Vergießen mit Cement (im Aeußeren) oder Gips (im Inneren der Gebäude) befestigt, in Werksteinen mit Blei ver-

gossen. Der Gips dehnt sich beim Erhärten aus und füllt das Hakenloch vollständig aus, in welches man ihn dickflüssig einstreichen und dann den Haken eintreiben kann. Das Blei schwindet dagegen beim Erstarren und muß alsdann verstemmt (aufgekeilt) werden. Abb. 117 und 118 zeigen die Verwendung des Fischbandes; der untere Lappen ist in die Thürverkleidung, der obere in den Thürrahmen eingelassen und mit Holzschrauben befestigt. Abb. 119 zeigt ein für leichte Thüren anwendbares Scharnierband.

Bei den Thürschlössern unterscheidet man Kastenschlösser, eingelassene und eingesteckte Schlösser. Bei dem Anbringen der Schlösser ist darauf zu achten, daß sie nicht auf den Kreuzungspunkt zweier Rahmstücke der Thür treffen.

Die Futterrahmen der Fenster werden durch Bankeisen oder Stein-schrauben befestigt (vergl. Art. 123). Zur Bewegung der Flügel dienen Haken und Bänder. Die Flügelrahmen erhalten zur Verstärkung der Eckverbindungen eiserne Winkel (Scheinecken), welche aufgesetzt oder besser eingelassen und mit versenkten Holzschrauben befestigt werden. Sehr verschiedenartig ist der Verschluss der Fensterflügel; es kommen dabei vorzugsweise Vorreiber, Riegel, Zieh- und Triebstangen zur Anwendung. Beim Anbringen der Beschläge ist besonders darauf zu sehen, daß ein allmählich zunehmendes Andrücken beim Schließen der Fenster stattfindet. Sämtliche Beschlagtheile sind durch Schrauben mit versenkten Köpfen zu befestigen, welche nur eingedreht, nicht eingeschlagen werden sollen.

Bei der Prüfung der Schlosserarbeiten ist auf ein sauberes Aussehen zu halten, weil sich hieraus fast stets auf gute Arbeit schließen läßt. Die Kasten der Schlösser müssen rechtwinklig und scharfkantig bearbeitet sein, die Drücker dürfen nicht zu viel Spielraum haben, die Federn müssen eine rege Elasticität zeigen. Die umgebogenen Theile dürfen in den Winkeln keine Risse und Sprünge zeigen.

Alle Arbeiten sind ohne Anstrich abzuliefern und zum Schutze gegen Rost nur mit Oel abzureiben.

Die Abnahme der Schlosserarbeiten erfolgt ebenso wie bei den Tischlerarbeiten gewöhnlich auf grund von Probestücken.

126. Eisenarbeiten. Die zu verwendenden Eisentheile kommen größtentheils vollständig fertig hergestellt auf die Baustelle, jedenfalls müssen die auf der letzteren auszuführenden Arbeiten auf die unvermeidliche Zusammensetzung und Nacharbeitung von Einzelstücken beschränkt werden. Hierbei sind die Berührungsflächen der zu verbindenden Eisentheile vor ihrer Vereinigung sorgfältig von Rost zu reinigen, zu ölen und mit Bleimennige zu streichen; die Stofsflächen müssen sich in der ganzen Länge berühren. Das Nieten und Verschrauben auf der Baustelle muß sehr sorgfältig und genau nach den Zeichnungen geschehen, die Löcher müssen gebohrt werden und in den zu verbindenden Platten oder Stäben so genau aufeinander passen, daß sie durch geringes Nachreiben mit der Reibahle innen ganz gleichmäßig glatt gemacht werden können. Die Niete sollen rothglühend gemacht, rasch eingesetzt und eingeschlagen werden, wobei gut vorzuhalten ist. Das Nietloch muß vollständig ausgefüllt sein, zur Prüfung dient das Abhauen einzelner Niete.

Die Befestigung von Eisentheilen in Backsteinmauerwerk oder Werksteinen erfolgt so, wie in Art. 125 angegeben ist. Grundplatten für eiserne Deckenträger, Säulen u. dergl. bedürfen keiner Verankerung im Fundament, zumal wenn die Platte im Fundamentkörper versenkt liegt. Eisenbahnschienen und andere eiserne Träger, welche ohne Unterlagsplatten verlegt werden, müssen so weit aufgelagert werden, daß der zulässige Auflagerdruck auf die Unterlage nicht überschritten wird (vergl. Art. 67).

Die Abnahme der gelieferten Gegenstände erstreckt sich zunächst auf die Untersuchung, ob sie den Bedingungen und etwaigen Probestücken entsprechen, die richtigen Abmessungen haben und in der richtigen Zahl vorhanden sind, sodann auch auf die Gewichtsfeststellung. Bei Gegenständen, die nach Gewicht bezahlt werden, gilt als Regel, daß das wirkliche Gewicht höchstens um 5% größer oder um 3% kleiner als das berechnete sein darf, daß aber das Mehrgewicht höchstens bis 3% vergütet wird.

Die aus Gußeisen hergestellten Gegenstände müssen saubere und glatte Flächen mit vollen Kanten haben und ohne Blasen, Narben oder Gußränder sein; sie dürfen erst nach der Abnahme einen Anstrich erhalten.

Das Kleineisenzeug, welches zu Beschlägen, Bolzen, Verankerungen, Schrauben, Nägeln u. dergl. dient, muß aus den vorgeschriebenen Eisensorten hergestellt sein; die Querschnitte sollen regelmäÙig, die Kanten scharf und die Profileisen ohne Fehlstellen, Risse, Beulen oder sichtbare Schweifstellen sein.

Bolzen, Nieten und Nägel sollen von besonders zähem Eisen, das sich kalt biegen läÙt, angefertigt werden. Splintaugen dürfen nur gemacht werden, wenn das Eisen rothglühend ist; sie müssen nöthigenfalls nachgebohrt oder nachgefeilt werden.

Bei den Ankern sind die Köpfe und Splintaugen getrennt anzufertigen und an den Schaft anzuschweißen.

Geschmiedete Nägel müssen die $2\frac{1}{2}$ - bis 3fache Brettstärke zur Länge haben und aus zähstem Eisen hergestellt sein; ihre zulässige Festigkeit gegen Ausziehen beträgt 0,06 bis 0,10 kg für 1 qmm der eingedrungenen Oberfläche.

Für die Gewichtsrechnung eines Schraubenbolzens kann man der lichten Bolzenlänge den 7fachen Durchmesser für Kopf und Mutter hinzurechnen, bei Nieten den 4fachen Durchmesser für zwei Nietköpfe.

Eisendraht wird nach Gewicht in Ringen verkauft.

127. Oefen. Die Herstellung von Kachelöfen wird dem Ofensetzer gewöhnlich einschließlic der Lieferung aller Materialien mit Ausnahme der etwa nöthigen Untermauerungen übertragen. Die Oefen und Heerde dürfen nicht auf die Dielung gesetzt werden, sondern es sind besondere Bohlenrahmen über den Balkenlagen anzubringen. Die Größe der Oefen wird nach Kacheln angegeben, z. B. 4 Kacheln breit, $2\frac{1}{2}$ Kacheln tief und 9 Kacheln hoch. Die Kacheln sind 21 cm breit und 24 cm hoch.

Auf 100 cbm Zimmerraum kann man 6 bis 8 qm Mantelfläche des Ofens rechnen, nach einer anderen Regel soll der Ofenumfang $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{10}$ des Zimmerumfanges betragen.

Die innere Einrichtung des Ofens ist in der Regel Sache des Lieferanten, welcher für die Güte seiner Arbeit einzustehen hat.

Der Feuerraum liegt über dem Ofensockel und wird mit Chamotteplatten umgeben, welche getrennt von der Kachelwandung einzubauen sind. Der Fufs oder Sockel ist derart mit eingelegten Luftschichten zu versehen, dafs ein Durchbrennen nach unten auf die Balkenlagen verhütet wird. Auch zu den Zügen ist ein ziemlich feuerbeständiges Material (hart gebrannte Ziegelsteine in Lehmörtel) zu verwenden. Sie müssen durch besondere Kacheleinsätze leicht zu reinigen sein. Die Kacheln jeder Schicht werden mit starkem Draht verankert, die Züge auf starke Trageisen gesetzt, die Hohlräume im Sockel mit der Zimmerluft durch Einsetzen durchbrochener Kacheln in Verbindung gebracht.

Jeder Ofen mufs nach einigen Jahren und sodann alljährlich neu verstrichen werden, da sich namentlich in der Nähe des Feuerraumes Fugen bilden. Nach 10 bis 15 Jahren ist ein Umsetzen erforderlich.

Die eisernen Oefen sind sehr verbreitet und kommen in vielen Arten vor. Gitterwerk und Ornamente, in denen sich der Staub ablagert, sind fehlerhaft. Zweckmäfsig sind Reguliröfen mit Schüttfeuerung (auch Schütt- oder Füllöfen genannt), bei welchen der Brennstoff vorgewärmt und die Wärmeabgabe hauptsächlich von dem unteren Theile des Ofens bewirkt wird. Die Mantelfläche eines eisernen Ofens braucht nur etwa $\frac{1}{4}$ der Gröfse eines Kachelofens zu haben.

Zur Aufstellung erfordern die eisernen Oefen ebenso wie die Kachelöfen eine Ausbohlung. Während aber die Kachelöfen unmittelbar auf die Bohlen gestellt werden, sind bei den eisernen Oefen zunächst grofse Steinplatten oder Fliesen als Unterbau zu verlegen.

Von verputztem oder verblendetem Holzwerke müssen Kachelöfen 25 cm, eiserne Oefen sowie alle Rauchrohre der Oefen 50 cm entfernt sein.

Das lästige Rauchen der Oefen hat oft seinen Grund darin, dafs das nach dem Schornsteine führende Rauchrohr wagerecht liegt, während eine steigende Richtung zur Abführung des Rauches nothwendig ist. Ferner ist darauf zu achten, dafs das Rauchrohr auch wirklich in den Schornstein mündet. Wichtig ist auch die Abhaltung der äufseren Luft von den Rauchrohren; die Reinigungs- und Einsteigeöffnungen der letzteren müssen luftdicht geschlossen sein und es dürfen nur die Verbrennungsgase in den Schornstein gelangen.

128. Tapezieren. Die Wände müssen vollständig ausgetrocknet sein; sie werden mit einer Mischung von Leim und Kleister überstrichen, bei besseren Tapeten noch mit Makulaturpapier beklebt und dieses wird bisweilen noch mit Bimsstein abgeschliffen. Hierauf werden die Tapeten zugeschnitten, mit Kleister bestrichen und kunstgerecht nach dem Loth, mit geraden Rändern von der Fensterseite ausgehend, so aufgezo-gen, dafs die Muster genau zusammenpassen.

Für Tapeten von schweren Stoffen werden Bretterrahmen an den Wänden angebracht, sodann wird auf diesen ein Unterlagestoff (Sackleinwand oder starkes Tapetenpapier) ausgespannt und mit verzinkten Nägeln befestigt.

Wenn die Abnahme der Tapezierung nach Quadratmetern erfolgt, so werden die Fensteröffnungen wegen der Leibung nicht in Abzug gebracht. Häufig wird aber das Tapezieren nach der Anzahl der Tapetenrollen und der Länge der Borten bezahlt. Die Preise gelten einschliefs-

lich der Lieferung aller Zuthaten, als Stärke, Leim, Unterlagepapier, Leinwand, Nägel, auch Holzrahmen, jedoch ohne Tapeten und Borten. Die Tapetenrollen sind etwa 8 m lang und 0,47 m breit. Eine Rolle der geringsten Sorten kostet 0,25 bis 0,40 *M.*, bessere Sorten 1 bis 2 *M.* Arbeitslohn mit Zuthaten für die Rolle 0,45 bis 1,00 *M.*

129. Abtritte. Gewöhnliche Abtritte befinden sich in unmittelbarer Nähe der Sammelstätte der Excremente. Diese Sammelstätten sind entweder unbeweglich (Senkgruben) oder beweglich (Kübel oder Tonnen). In Wohngebäuden sind, wenn die Aborte neben- und übereinander liegen, besondere Abfallrohre aus gebranntem Thon, 16 bis 20 cm weit, erforderlich. Zur Befestigung der Rohre dienen schmiedeiserne Klammern, die jedes Rohrstück unter der Muffe umfassen. Die Muffendichtung wird durch Vergießen mit Cement bewirkt.

Die Senkgrube muß von den Umfassungswänden der Gebäude getrennt liegen und wasserdicht auch in der Sohle mit fettem Cementmörtel aus hartgebrannten Ziegeln hergestellt werden; die Innenwände erhalten einen glatten Cementputz. Zweckmäßigs ist das Einbringen einer Thonschicht unter der Sohle und außen um die Umfassungsmauern herum. Die Grube ist wasserdicht abzudecken und womöglich für eine Trennung der festen und flüssigen Stoffe einzurichten. Ein unzulässiges Kunststück wird leider häufig verübt, wobei der wasserdichte Boden heimlich durchlöchert wird, um die flüssigen Stoffe zur Versickerung zu bringen.

Wenn die Entleerung der Gruben von Hand ausgeführt werden soll, so ist aus Gesundheitsrücksichten eine Desinficirung mit Eisenvitriol (3 kg auf 1 cbm Grubeninhalte) oder Chlorkalk vorzunehmen.

Häufig erfolgt die Räumung durch einen Pumpwagen, wobei der Behälter luftleer gemacht wird und mittels eines in die Grube eintauchenden Schlauches den Grubeninhalte ansaugt.

In das Hauptabfallrohr wird häufig an einer zugänglichen Stelle ein Wasserverschluß zur Abhaltung der Grubenluft von den Abortkammern eingeschaltet. Dem gleichen Zwecke dienen auch Closeteinsätze mit Klappenverschluß, die jedoch da, wo keine Wasserspülung eingerichtet werden kann, nur bei Abtritten mit gerade durchgehenden Abfallrohren anwendbar sind. Die Ableitung der Dünste aus der Grube läßt sich am besten durch ein besonderes Dunstrohr bewerkstelligen, welches an der Decke der Grube beginnt und bis über Dach geführt wird, womöglich neben einem Küchenschornstein. Für ländliche Wirthschaften sowie in der Nähe von Trinkbrunnen ist die Anwendung eines Kothwagens an Stelle einer Senkgrube zu empfehlen.

130. Einfriedigungen. Massive Einfriedigungsmauern sowie eiserne Gitter und Geländer sind nur nach genauen Entwürfen und Vorschriften auszuführen. Wegen der Stärke und der Abdeckung ist auf Art. 115 und 120 zu verweisen.

Stangen-, Latten- und Drahtzäune erhalten etwa 2,3 m lange Pfosten aus 10 bis 15 cm starken, ungeschälten, fichtenen Stämmen in 2,5 m Abstand und mindestens 0,7 m tief eingegraben. Die unteren Enden der Pfosten pflegt man anflammen zu lassen, da die Verkohlung des äußeren Holzes das innere vor der Fäulnis etwas schützt. An den Pfosten werden

entweder mehrere Reihen von Stangen oder Latten angenagelt oder beim Drahtzaun die gewöhnlich 2 bis 3 mm starken Drähte mit Krampen befestigt. Hierbei müssen die Eckpfähle in der Richtung der Mittelkraft des Zuges mit einer Fußschwelle versehen und gegen diese verstrebt werden. Der Ausdehnung des Drahtes wegen darf dieser, wenn die Anbringung im Sommer stattfindet, nicht straff angespannt werden, damit er im Winter nicht zerreißt, während er im Winter scharf anziehen ist.

Bei dem Spriegelzaun werden zwei wagerechte Riegel aus 9 bis 10 cm starken fichtenen Stangen an die Pfosten angenagelt und 3 cm starke Stangen kreuzweise in schräger Richtung mit etwa 12 cm Maschenweite (bisweilen die untere Hälfte noch mit Zwischenstäben) an den Riegeln und Pfosten mit dünnem Bindedraht befestigt.

Schutzwehren der obigen Art braucht man auch da, wo lebendige Hecken angelegt werden. Denn diese können, frisch gepflanzt, noch nicht als Abwehr dienen, sondern müssen hierzu erst mehrere Jahre alt werden. Außerdem gedeiht die lebendige Hecke besser, wenn man sie an die tote Verzäunung anbinden kann. An diese toten Hecken setzt man zweijährige kräftige Pflänzlinge von Weißbuche, Ahorn, Schlehdorn, Weißdorn, Kreuzdorn, Liguster, Geißblatt, Seekreuzdorn oder Berberisbeerstrauch, in sandigem Boden auch Weiden- und Pappelarten, Akazien und Birken, welche aber selten gehörig dicht werden.

An den Hecken entlang muß fruchtbarer Boden eingebracht werden; zur Unterhaltung gehört die Befreiung von Unkraut, Auflockerung der Krume um die Stämmchen, Auspflanzung von Lücken und Beschneidung der Zweige.

Bretterzäune werden 1,6 bis 1,8 m hoch gemacht, mit 20×20 cm starken, in 3 m Abstand gesetzten Pfosten, mit zwei Riegeln (8×15 cm stark), welche mit den Pfählen verblattet und genagelt werden, und lothrechten, oben dachförmig zugespitzten und auf jedem Riegel mit zwei Nägeln zu befestigenden gehobelten Brettern von etwa 15 cm Breite und $2\frac{1}{2}$ cm Stärke.

Beim Staketenzaun sind die Pfosten gewöhnlich 14×14 cm stark (mit etwas Wahnkante) und 2,3 m lang, in 2,5 m Abstand voneinander stehend, die Riegel 7×9 cm stark; an diese werden in lichten Abständen von 10 cm Latten von $6,5 \times 3$ cm Stärke oder fichtene Stangen von 4 bis 5 cm Durchmesser und 1,5 m Länge genagelt und darüber Deckleisten angebracht.

Preise. Ein Bretterzaun vorstehender Art kostet etwa 4 \mathcal{M} , ein Staketenzaun mit Latten 2,50 bis 4 \mathcal{M} , ein Spriegelzaun 2,50 bis 3 \mathcal{M} für 1 lfd. m.

1 m rauher Staketenzaun mit lothrechten Stangen . . .	1,50 bis 2,— \mathcal{M} ,
1 m rauhe Einfriedigung aus runden, 12 bis 14 cm starken, 1,7 m langen Pfosten in 2,5 m Abstand und zwei Riegeln	
8 cm stark	0,80 bis 1,20 \mathcal{M} .

Die Kosten der Drahtzäune sind vorzugsweise von denen der Pfosten abhängig. Eisendraht siehe Anhang (Kostenangaben).

131. Brunnen und Pumpen. Das gewöhnlichste Mittel zur Wasserbeschaffung ist der Kesselbrunnen, ein bis unter den tiefsten Stand des Grundwassers hinabgeführter und durch den Brunnenmantel gegen

Einsturz gesicherter Schacht, dessen Herstellung und Beschaffenheit bereits in Art. 104 besprochen wurde. Das Brunnenmauerwerk soll mindestens 0,60 m über Bodenoberfläche reichen.

Zur Entnahme des Wassers aus dem Brunnen dient der Ziehbrunnen, d. i. eine auf den Brunnenmantel gestellte Winde und Kette oder Seil mit Eimer. Die Welle ist gewöhnlich aus Holz, bei tiefen Brunnen ist ein Vorgelege und Sperrhaken nothwendig.

Die Rammpumpe, auch Abessinierbrunnen genannt, ist die einfachste und bequemste Einrichtung zur Wassergewinnung, namentlich für vorübergehende Zwecke. Sie besteht aus einem schmiedeisernen, unten mit Stahlspitze oder Schraube versehenen Rohr von 25 bis 80 mm Weite und einer aufgeschraubten Saugpumpe. Das untere Stück des Rohres oder der Sauger ist auf 0,6 bis 1 m Länge mit 3 bis 6 mm weiten Löchern oder Schlitzten versehen und zur Verhütung des Rostens verzinkt. Bisweilen wird noch ein Ueberzug von Gewebe aus Kupfer- oder Messingdraht angebracht. Das Eintreiben in den Boden geschieht durch Rammen oder Einschrauben. Beim Einrammen wirkt der durchlochte Rammbar auf einen durch ein Klemmfutter an dem Rohre befestigten Rammkopf, oder es schlägt ein im Inneren des Rohres auf und ab bewegter langgestreckter Stempel mit Stahlkopf auf die Oberfläche der massiven Rohrspitze.

Für Tiefen über 8 bis 10 m und Weiten über 80 mm werden Rohrbrunnen gebohrt. In das Bohrrohr wird nach beendigter Absenkung ein Filterkorb aus durchlöcherter Eisen oder Kupferrohr mit mehrfacher Umhüllung von Metallgewebe eingesetzt und das Bohrrohr soweit hochgezogen, daß das Filter in der Sandschicht freisteht. Hierauf wird eine Pumpe in das Bohrrohr eingehängt.

Ueber das Pumpen vergl. Art. 63 und 106.

Preisangaben. 1. Ein Abessinierbrunnen von 40 mm Rohrweite, als freistehende Saugpumpe mit 3 m langem Rohr und 0,80 m langer Spitze, fertig hergestellt kostet 70 bis 100 *M.*

2. Ein Kesselbrunnen von 1 m Lichtweite, die Wandung 1 Stein stark aus Ziegeln in Kalkmörtel, auf 12 cm hohem und 28 cm breitem Brunnenkranze aus Buchen- oder Eichenholz, Abdeckung und Deckplatte aus Werkstein, nebst eichenen Brunnenhölzern zur Befestigung der Pumpenrohre kostet bei 12 m Brunnentiefe etwa 600 *M.*, wovon etwa die Hälfte auf das Ausgraben des Brunnenschachtes nebst Aussteifung usw. entfällt.

Hierzu ein Ziehbrunnen auf dem Brunnenschacht nebst

Brunnenhäuschen und aller Ausrüstung 120 *M.*

oder

eine eiserne Säulenpumpe mit Kolben, Ventilen, Saug- und Steigrohr und allem Zubehör fertig aufgestellt 150 bis 200 *M.*

3. Ein Rohrbrunnen mit schmiedeisernem patentgeschweißtem Bohrrohr von 165 mm Weite mit kupfernem Filterkorb und schmiedeisernem Ansatzrohr zu dem letzteren kostet ohne die Pumpe fertig, mit allen Transportkosten und Vorhalten der Geräte, bei 40 m Tiefe etwa 1600 *M.*

132. Rohrleitungen. Zur Entwässerung von Grundstücken sowie zur Trockenlegung von Gebäuden kommen Drainleitungen, zur Ableitung des fließenden Wassers Thon- und Cementröhren zur Ausführung. Diese sind unter Umständen auch für die Zuleitung von Wasser anwendbar, jedoch sind für die Wasser- und Gasleitungen außerhalb des Hauses fast allgemein gußeiserne Röhren in Gebrauch.

Im Inneren der Gebäude werden für die Wasserversorgung gußeiserne Röhren und Bleiröhren verwendet (letztere für Rohrweiten unter 30 mm), für die Gasleitungen dagegen schmiedeiserne Röhren. Alle Leitungsröhren sind so anzulegen, daß sie gegen Beschädigungen geschützt und leicht untersucht werden können. Wasserleitungen müssen frostfrei sein. Ist ein solches Rohr aber eingefroren, so muß man mit dem Anwärmen (Aufthauen) vorsichtig von unten nach oben vorgehen, denn wollte man mit der Lampe die Mitte eines eingefrorenen Rohrstückes erwärmen, so würde das Rohr platzen. An Stelle der Bleiröhren werden zur größeren Sicherheit gegen irgendwelche Vergiftung des Wassers bisweilen Zinnröhren mit äußerem Bleimantel genommen.

Blei- und Zinnröhren werden mit Weichloth (3 Theile Blei und 5 Theile Zinn) verlöthet, schmiedeiserne Röhren durch eine Muffenverschraubung verbunden. Gußeiserne Leitungen bestehen aus Muffen- oder Flanschenröhren. Die ersteren sind am gebräuchlichsten; sie werden durch in die Muffen eingetriebene, von Werg gedrehte und mit Holztheer getränkte Stricke, welche $\frac{2}{3}$ der Muffenlänge ausfüllen, und einen davor gegossenen und eingestemmtten Bleiring gedichtet. Die Flanschenverbindung ist starrer und giebt leichter zu Rohrbrüchen Veranlassung.

Cementröhren sind besonders für ein schwaches Gefälle geeignet, sie werden aus Cement, Sand und Kies in Längen von 1 bis 1,25 m mit Falzmuffen hergestellt, d. h. so, daß das Muffenende nicht nach außen vortritt. Die Stöße werden durch Unterlagen von Ziegelsteinen unterstützt, die Fugen mit Cement verstrichen und durch einen Cementwulst überdeckt, wobei die Rohrenden vorher tüchtig anzufeuchten sind. An Kosten wird erheblich gespart, wenn die Cementröhren nicht von weit her bezogen, sondern in der Nähe der Verwendungsstelle angefertigt werden.

Thonröhren werden als Muffenröhren mit 0,75 bis 1 m Baulänge aus kalkfreiem, fein gemahlenem, feuerfestem Thon hergestellt; sie müssen gut gedreht, scharf gebrannt, innen und außen mit einer gleichmäßigen Salzglasur versehen sein, eine gleichmäßige Wandstärke und hellen Klang haben. Innerer Durchmesser der Muffe um 3 cm größer als der äußere Rohrdurchmesser. Die Dichtung besteht in einer Umwicklung des glatten Rohrendes mit losen Hanf- oder Wergstricken, die mit Holztheer oder Oel getränkt sind, worauf die ganze Verbindungsstelle mit fettem Thon umkleidet wird. Das Verlegen geschieht in der Richtung stromauf, das Muffenende kommt nach oben.

Drainröhren werden in Weiten von 3 bis 20 cm, die einzelnen Stücke 25 bis 50 cm lang, angefertigt und in den ausgehobenen Draingräben von oben nach unten stumpf aber dicht nebeneinander gelegt, wozu man sich bei kleinen Röhren des Legehakens bedient. Sie nehmen das Wasser hauptsächlich durch die Stofsfugen auf. Die Mündungen werden aus Stein oder Eisen hergestellt und erhalten ein Drahtgitter, um das Eindringen von Thieren zu verhindern.

Alle Rohrleitungen müssen frostfrei, also mindestens 1,2 m tief unter der Oberfläche liegen und sehr sorgfältig in dem richtigen Gefälle, unter Vermeidung von Wassersäcken, verlegt werden.

Zwölfter Abschnitt.

Anschlag, Verdingung und Abrechnung.

133. Vorentwurf. Der Ausführung von Bauten gehen stets gründliche Voruntersuchungen und Vorarbeiten voran. Da die genaue Entwurfsbearbeitung und Veranschlagung viel Zeit und Arbeit erfordert, wird bei den vorbereitenden Schritten in der Regel zunächst ein Vorentwurf nebst Kostenüberschlag angefertigt. Sein Zweck ist, in allen wichtigen Beziehungen (Wahl und Beschaffenheit der Baustelle, Grundrisse, Aufrisse, Bauweise usw.) eine Unterlage für den späteren Entwurf zu geben, die Angemessenheit der Anordnungen nachzuweisen und zugleich einen Anhalt für die Ermittlung der Baukosten zu gewähren.

Die Zeichnungen können einfach und in kleinem Mafsstabe gehalten werden, ein Erläuterungsbericht muß in gedrängter Fassung alles Wichtige enthalten und ein Kostenüberschlag die Baukosten nach Erfahrungssätzen (bei Gebäuden nach Quadratmetern der bebauten Grundflächen oder nach cbm Rauminhalt, bei Zäunen nach laufenden Metern usw.) unter Berücksichtigung der vorliegenden örtlichen Verhältnisse beurtheilen lassen.

In vielen Fällen werden, namentlich bei Brückenbauten, vergleichende Vorentwürfe verschiedener Art angefertigt. Das ist das sicherste Mittel, um für eine gegebene Aufgabe die beste Lösung zu finden und eine zweckentsprechende Wahl treffen zu können.

134. Bauentwurf. Zum Entwurfe gehören genaue Zeichnungen (Lagepläne, Höhenpläne und Bauzeichnungen), der Erläuterungsbericht und der Kostenanschlag (mit Massen-, Materialien- und statischer Berechnung). Bei großen Bauanlagen werden die Einzelentwürfe noch in einem das Ganze besprechenden Erläuterungsberichte und einem Hauptkostenanschlage zusammengefaßt.

Die Bauzeichnungen werden gewöhnlich im Mafsstabe 1:100 aufgetragen. Kleinere Entwürfe sollen womöglich auf Blättern von den üblichen Abmessungen des Schreibpapiers (33 cm Höhe und 21 cm Klappenbreite) dargestellt werden. Bei den Zeichnungen sind die Farben Blau und Karmin zu vermeiden, weil die Prüfungsbehörden sich deren bedienen.

Während der Erläuterungsbericht des Vorentwurfs besonders die Bedürfnisfrage und die allgemeinen Grundzüge behandelt, ist im Erläuterungsberichte des Bauentwurfs außer jenen Verhältnissen auch das für die Veranschlagung, Verdingung, Ausführung und Abrechnung Wichtige näher zu erörtern. Bezugnahme auf ältere Vorgänge und auf Anlagen früherer Berichte ist dabei zu vermeiden. Was in den Erläuterungs-

bericht gehört, ist darin auch aufzunehmen. Im einzelnen ist zu erörtern und in Betracht zu ziehen:

- a) Die Veranlassung zur Aufstellung des Entwurfs.
- b) Die Beschaffenheit der Baustelle (Lage zur Umgebung, Grundwasserstand, Wasserstände der nächsten Wasserläufe; ortspolizeiliche Vorschriften, privatrechtliche Beziehungen usw.).
- c) Baugrund (unter Angabe der Untersuchungsart).
- d) Entwurfsanordnung.
- e) Bauart (Construction, äußere Gestaltung, Wahl und Herkunft der Baumaterialien usw. Die Festigkeitsberechnungen werden dem Erläuterungsberichte als Anhang angeschlossen.
- f) Bauausführung (Verdingung, Anfang und Ende der Arbeiten usw.).
- g) Abrechnung und
- h) Baukosten.

Dem Kostenanschlages gehen die Massen- und Materialienberechnungen voraus. Diese können jedoch entbehrt werden, wenn die betreffenden Berechnungen wenig umfangreich sind; sie werden dann den einzelnen Vorderansätzen des Anschlages unmittelbar vorangestellt.

Die Massenberechnungen werden für die verschiedenen Arbeiten getrennt aufgestellt. Zusammenzuzählende lange Zahlenreihen werden senkrecht untereinander gesetzt, überflüssige Wiederholungen von Rechnungsansätzen sind durch Bezugnahme auf frühere Ansätze zu vermeiden. Für die Art der Berechnung sind folgende Regeln üblich:

a) Maurerarbeiten. Geschosshöhen von Oberkante bis Oberkante Fußboden. Bruchsteinmauerwerk auf halbe Decimeter abrunden. Für die Materialienberechnung kommen in Abzug alle Thüren, Fenster, Gurtbögen, Nischen usw. nach den in der fertigen Ausführung des Rohbaues genommenen Lichtmaßen (für das flache Bogenfeld Sehne $\times \frac{2}{3}$ der Pfeilhöhe). Fensterbrüstungsnischen, Schornstein- und Lüftungsrohre, Luftsilirschichten usw. werden nicht abgezogen. Bei den Putz- und Fugungsarbeiten werden Fenster- und Thüröffnungen, deren Leibungen geputzt oder gefugt sind, überhaupt nicht abgezogen, bei Gurtbögen und inneren Thüren ohne Futter wird eine Seite der Oeffnung als voll angerechnet, bei inneren Thüren mit Futter werden beide Seiten mit ihren lichten Abmessungen in Abzug gebracht. Natürlich sind die Materialien für die verschiedenen Stein- und Mörtelarten besonders zu ermitteln.

b) Steinmetzarbeiten. Verblendung nach qm unter Abzug aller Oeffnungen, Gesimse, Pfeiler usw.

Gesimse und Gebälke nach der in der größten Ausladung gemessenen Länge, mit Hinzurechnung der etwaigen Verkröpfungen.

Säulen, Pfeiler, Fenstergewände u. dergl. einzelne Bruchtheile nach lfd. m oder Rauminhalt.

Treppenstufen nach lfd. m, Podeste nach qm unter Mitrechnung der Einbindung; ebenso bei Thürschwellen, Abdeckungsplatten usw.

c) Zimmerarbeiten. Die Balken und Verbandhölzer werden ohne Rücksicht auf ihre Stärke gruppenweise aufgeführt, sodann wird die Länge für jede Querschnittsabmessung in eine besondere Spalte geschrieben. Die Längen werden nach den größten lichten Abmessungen, aber ohne Rücksicht auf Zapfen, Stöße, Ueberblattungen usw. berechnet. Am Schlusse

der Holzberechnung wird den erhaltenen Längen 3% für Verschnitt zugerechnet und hiernach der Rauminhalt ermittelt.

Dielungen, Schalungen, Verschläge nach qm. Bei Dachschalungen werden nur die über 1 qm großen Oeffnungen abgezogen.

d) Eisenarbeiten. Für die größeren Eisenverbindungen sind aufgrund der Festigkeitsberechnungen die Abmessungen der einzelnen Theile festzustellen. Alsdann werden die Massen nach den zu verwendenden Eisensorten getrennt aufgeführt und nach vollen Kilogramm (ohne Bruch) ausgerechnet.

Nach Feststellung der Maurermassen bedarf es noch der Berechnung der Maurermaterialien. Zur Erleichterung dieser Berechnung kann die nachfolgende Zusammenstellung (Art. 135) benutzt werden; sie enthält für den Materialbedarf die im Garnisonbau üblichen Ansätze, welche passende und auskömmliche Durchschnittssätze sind. Die letzten Spalten der Zusammenstellung enthalten entsprechende Preisangaben.

135. Zusammenstellung des Maurer-Materialbedarfs für Hochbauten nebst Preisangaben.

Lfd. Nr.		Gegenstand der Berechnung	Materialbedarf		Ungefährer Preis			
			Steine Stück	Mörtel Liter	für Arbeit		für Material	
					ℳ	Ⓢ	ℳ	Ⓢ
1	1 cbm	volles Bruchsteinmauerwerk, 1,3 cbm Bruchsteine und	—	335	2	75	10	90
2	„	Ziegelmauerwerk	400	290	3	—	14	70
3	1000	Stück Ziegelsteine in vollem Mauerwerk	—	725	7	50	36	70
4	1000	„ „ in Schornsteinen einschl. Abfilzen und Rappputz der Außenseiten	—	935	20	—	38	60
5	1 qm	Ziegelwand ohne Oeffnungen						
		1/2 Stein = 12 cm stark	50	28	—	50	1	80
6	„	desgl. 1 „ = 25 „ „	100	68	1	—	3	65
7	„	„ 1 1/2 „ = 38 „ „	150	110	1	40	5	50
8	„	„ 2 „ = 51 „ „	200	149	1	80	7	40
9	„	„ 2 1/2 „ = 64 „ „	250	188	2	20	9	30
10	„	„ 3 „ = 77 „ „	300	230	2	60	11	10
11	„	Fachwerkwand 1/2 Stein stark auszu- mauern, nach Abzug der Oeffnungen	38	21	—	50	1	35
12	„	desgl. und mit 1/2 Stein starker Ver- blendung	88	56	1	—	3	20
13	„	Verblendung mit ganzen Steinen	77	53	1	—	4	—
14	„	desgl. mit 1/2 und 1/4 Steinen (Köpfen) halbe Steine	55	42	1	30	4	20
		viertel „	55					
15	„	flachseitiges Pflaster auf Sandbettung mit ausgegossenen Fugen	32	3	—	40	1	—
16	„	desgl. mit 12 mm starker Mortelbettung	30	19	—	40	1	10
17	„	„ auf Sandbettung in Mörtel gesetzt	30	8	—	40	1	—
18	„	„ mit Cement auszufugen	—	6	—	40	—	20
19	„	hochkantiges Pflaster in Sand gelegt mit ausgegossenen Fugen	56	11	—	70	1	80
20	„	desgl. mit 10 mm starken Stofsfugen und Mortelbettung	52	31	—	70	1	90

Lfd. Nr.		Gegenstand der Berechnung	Materialbedarf		Ungefährer Preis			
			Steine Stück	Mörtel Liter	für Arbeit		für Material	
					ℳ	₰	ℳ	₰
21	1 qm	hochkantiges Pflaster auf Sandbettung in Mörtel	52	20	—	70	1	80
22	"	Gewölbe in der Ebene gemessen ausschließlich Hintermauerung						
		halbkreisförmiges Tonnengewölbe						
		1/2 Stein stark	84	39	3	—	3	40
23	"	desgl. 1 Stein stark	170	100	4	50	7	—
24	"	gedrücktes Tonnengewölbe 1/2 Stein stark	70	34	2	50	2	80
25	"	desgl. 1 Stein stark	152	84	4	20	6	20
26	"	flaches Kappengewölbe 1/2 Stein stark	54	26	1	60	2	20
27	"	desgl. auf Schwalbenschwanz	60	28	2	—	2	40
28	"	desgl. mit Verstärkungsrippen (alle 2 m je 1 1/2 Stein breit)	65	32	2	50	2	60
29	"	flaches böhmisches Kappengewölbe	56	32	2	—	2	30
30	"	desgl. auf Schwalbenschwanz	60	36	2	30	2	50
31	"	halbkreisförmiges Kreuzgewölbe						
		1/2 Stein stark, mit 1 1/2 Stein breiten und 1 Stein hohen Graten	102	54	4	—	4	10
32	"	flaches Kreuzgewölbe	69	36	3	50	2	80
33	"	schwacher Wandputz mit Fugenausfüllung	—	15	—	35	—	20
34	"	Wandputz 1 1/2 cm stark, desgl.	—	20	—	40	—	25
35	"	Wandputz 2 cm stark, ebenso	—	25	—	45	—	30
36	"	äußerer Putz mit schwachen Fugen	—	25	—	60	—	30
37	"	desgl. mit tiefen Fugen	—	32	1	—	—	35
38	"	Wandputz auf ausgemauerten Fachwerkwänden ohne Gipszusatz (Arbeitslohn einschl. Rohr, Draht, Nägel und Gips)	—	17	—	70	—	20
39	"	desgl. mit 2 l Gipszusatz	—	15	—	80	—	20
40	"	Fugung für massive Wände	—	6	—	60	—	10
41	"	Fugung für Fachwerkwände	—	6	—	60	—	10
42	"	Rappputz	—	13	—	25	—	15
43	"	Putz auf halbkreisförmigen Kreuz- und Tonnengewölben	—	26	—	70	—	30
44	"	desgl. auf gedrückten Tonnengewölben	—	23	—	60	—	30
45	"	Putz auf Kappengewölben	—	20	—	60	—	25
46	"	einfach gerührter Deckenputz mit 3 l Gipszusatz (Arbeitslohn wie Pos. 38)	—	17	—	80	—	30
47	"	doppelt gerührter Deckenputz mit 4 l Gipszusatz	—	30	1	20	—	40
48	"	Putz zu schleimen und zweimal zu weißen	—	1,1	—	—	—	—
49	"	zum Einsetzen und Verputzen einer Thür oder eines Fensters	—	30-50	—	—	—	—
50	1 qm	Gesimsputz an der Außenfront (Umfang genau gemessen)	—	45	—	—	—	—
51	"	Gesimsputz auf Innenflächen mit 15 l Gipszusatz	—	30	—	—	—	—

Anmerkung. Die Preisangaben in der letzten Spalte vorstehender Zusammenstellung gelten für Kalkmörtel und zwar im Mischungsverhältniß 1:2 1/2 bei Nr. 1 bis 21 und 1:2 bei den folgenden Nummern. Ferner sind folgende Materialpreise angenommen:

1 cbm Bruchsteine	=	6,—	<i>M</i>
1 hl gelöschter Kalk	=	1,80	"
1 cbm Mauersand	=	3,—	"
1000 Stück Ziegelsteine	=	30,—	" bei Nr. 2 bis 21
1000 " " "	=	35,—	" " " 22 " 32

Für andere Mörtelmischungen können die Kosten der Mörtelmaterialien aus der Zusammenstellung in Art. 88 entnommen werden. Beispielsweise berechnen sich die ganzen Kosten für 1 cbm Ziegelmauerwerk in verlängertem Cementmörtel, Mischung Kalk : Cement : Sand = 2 : 1 : 6 wie folgt:

400 Ziegelsteine zu 30 <i>M</i>	=	12,—	<i>M</i>
0,29 cbm Mörtelmaterialien (nach Art. 88 Nr. 9) zu 16 <i>M</i>	=	4,64	"	
Arbeitslohn einschließlic Mörtelbereitung	=	3,—	"
			<hr/>	
			zusammen 19,64 <i>M</i>	

136. Kostenanschlag. Die Kostenberechnung wird in Hauptabschnitte (Titel) gruppiert und diese enthalten die einzelnen Kostenansätze (Positionen).

Der Anschlag soll nicht lediglich zur Kostenermittlung dienen, sondern zugleich eine genaue und ausführliche Grundlage für die Bauausführung bilden. Deshalb müssen die einzelnen Ansätze einen klaren und bestimmten Wortlaut haben, aus welchem Art und Umfang des berechneten Gegenstandes deutlich und vollständig zu erkennen sind.

Zur Vermeidung von Wiederholungen sind in einer Vorbemerkung zum Anschlage oder am Kopfe jedes Titels diejenigen Nebenleistungen anzugeben, für welche kein besonderer Ansatz ausgeworfen ist und welche für die Anschlagpreise ohne besondere Entschädigung geleistet werden sollen. Auch ist die Berechnungsart der Vordersätze zu erläutern, um sie auch ohne Einsicht der Massenberechnungen verständlich zu machen.

Die Vordersätze der Massenberechnungen werden in den Anschlägen abgerundet, möglichst auf ganze Zahlen, mindestens auf zwei Decimalstellen.

Ueber die Art der Veranschlagung sind für die einzelnen Bauconstructionen bereits in den Abschnitten IX bis XI zahlreiche Angaben gemacht, welchen nur noch wenig hinzuzufügen bleibt.

Bei den Maurerarbeiten werden im Arbeitslohne die Massen ohne Abzug von Oeffnungen berechnet. Das Aufstellen, Vorhalten und Beseitigen der Rüstungen wird nach laufenden Metern der Rüstung berechnet; abgebundene Rüstungen werden bei den Zimmerarbeiten veranschlagt. Als nicht zu vergütende Nebenleistungen sind u. a. aufzuführen das Anlegen und Einwölben der Thür-, Fenster- und Gurtbogenöffnungen, die Bekleidung der Balken mit Dachsteinschichten an den Schornsteinen, das Verputzen der Fufsleisten und Ofenrohre, das Abgleichen der Bruchsteinmauern mit Ziegelroll- oder Flachsichten, das Isoliren der Balkenköpfe, die Heranschaffung der Materialien von den Lagerplätzen, Mörtelbereitung, Wasseranschaffung, das Vorhalten der Geräthe, der leichten Rüstungen und Lehrbögen sowie die Verpflichtung, die Rüstungen auch anderen Unternehmern zur Mitbenutzung zu überlassen. Uebrigens kann hierbei zur Abkürzung auf die allgemeinen Bedingungen (vergl. Art. 143) Bezug genommen werden.

Werden Nebenleistungen allgemeiner Art ausnahmsweise nicht verlangt (z. B. Mörtelbereitung), so ist dies gleichfalls besonders anzugeben.

Für das Aufstellen von Thürzargen, das Einstemmen von Dübeln, das Anlegen, Verputzen und Verfugen von Schornstein-, Heiz- und Luft-

rohren, das Vermauern der Zug- und Balkenanker, das Einmauern bzw. Vergießen von Pfannen, Mauerkloben und Unterlagsplatten, das Verlegen von eisernen Trägern oder Säulen und für ähnliche Leistungen empfiehlt es sich, in dem Anschläge angemessene Beträge als Zulage auszuwerfen.

Bei den Zimmerarbeiten ist in die Preise für das Verbinden und Aufstellen der Verbandhölzer auch das Anbringen des erforderlichen Eisenzeugs einzurechnen. Zu dem Zurichten und Verlegen der Balken gehört auch das Ausfalzen für die Stakung. Nägel werden in der Regel nicht besonders berechnet.

Bei den Stakerarbeiten kommt die ganze Deckenfläche des Raumes, ohne Abzug für die Balken, zur Anrechnung.

Bei zusammengesetzten Eisenconstructionsionen mufs in den Einheitspreis für 100 kg = 1 dz auch die Verbindung und Aufstellung sowie die Vorhaltung der nöthigen Rüstungen einbegriffen werden. Einzelne Eisenstücke werden hinsichtlich des Versetzens bei den Maurerarbeiten veranschlagt.

Die Dachdeckerarbeiten werden in der Regel einschliesslich der Lieferung aller Materialien veranschlagt. Werden die Dachsteine ausnahmsweise besonders veranschlagt, so sind zu berechnen

für ein einfaches Dach (Lattweite 20 cm)	. . .	35 Stück
„ „ Doppeldach („ 14 „)	. . .	50 „
„ „ Kronendach („ 25 „)	. . .	55 „

auf 1 qm Dachfläche. Solche Arbeiten, zu deren Ausführung es eines anderen Materials bedarf, als Eindeckung der Firste, Grate, Kehlen usw., sollten unter genauer Angabe der Herstellungsweise besonders veranschlagt werden.

Fenster und Thüren sind in der Regel nach dem Flächeninhalte der lichten Oeffnungen zu veranschlagen. Bei den Fenstern sind die Blindrahmen (Fensterfutter), Fensterbretter usw. in den Ansätzen einbegriffen. Thürfutter, Schwellbretter und Verkleidungen werden besonders, die ersteren nach Quadratmetern, letztere nach laufenden Metern berechnet. Die lichten Höhen bogenförmig geschlossener Oeffnungen werden im Scheitel gemessen und voll angerechnet.

Die Beschläge werden nach der Stückzahl der Thüren und Fenster, unter Angabe aller einzelnen Theile, veranschlagt. Wo, wie bei schmiedeisernen Thoren, Thüren und Fenstern, die Lieferung nach Gewicht erfolgen soll, sind die Beschläge mit in das Gewicht einzurechnen.

Für die Glaserarbeiten sind die gleichen Abmessungen wie bei den Tischlerarbeiten, ohne Abzug des Rahm- und Sprossenwerks, zu Grunde zu legen. Die Glassorte ist stets genau zu bezeichnen.

Die Anstreicher- und Malerarbeiten werden nach den Hauptansichtflächen berechnet, wobei für den einseitigen Anstrich der Fenster, Oberlichte und Glashüren die halbe aus den Lichtmassen sich ergebende Fläche in Ansatz kommt. Rahmen und Fensterbretter werden nicht besonders angerechnet, ausgenommen bei aufsergewöhnlicher Breite der Fensterbretter.

Lattenverschläge und eiserne Gitter sind als zweiseitige Flächen, Schutzgeländer nach laufenden Metern zu veranschlagen.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich zwar vorzugsweise auf Hochbauten, sind aber auch für die Bauausführungen des Wege-, Wasser- und Eisenbahnbaues als Grundlage anwendbar. Nur sind bei diesen die baulichen Verhältnisse nicht so einheitlich als bei den Hochbauten, weshalb auch die Kostenanschläge sich allgemeinen Regeln und Formen weniger gut anpassen lassen.

137. Vergebung der Bauarbeit. Für die Vergebung von Arbeiten und Lieferungen gelten bei allen Behörden bestimmte Vorschriften. Wenn diese selbstredend auch nicht in allen Einzelheiten genau übereinstimmen, auch innerhalb der Behörden häufig in einzelnen Stücken abgeändert werden, so kommen doch überall die gleichen Grundsätze zur Anwendung, weshalb es möglich ist, eine allgemein brauchbare Uebersicht zu geben.

Kleinere Arbeiten werden unmittelbar aus der Hand vergeben, nachdem man einige geeignete Personen über die vorzunehmenden Arbeiten am besten an Ort und Stelle unterrichtet hat. Für größere Leistungen sucht man geeignete Unternehmer durch öffentliche oder beschränkte Ausschreibung, und zwar bildet erstere die Regel.

Bevor eine Ausschreibung erfolgt, müssen die für die Verdingung erforderlichen Unterlagen bearbeitet und, soweit dies erforderlich ist, genehmigt sein. Die Ausschreibung kann einzelnen Unternehmern, deren Bewerbung wünschenswerth erscheint, auch bei dem öffentlichen Wettbewerbe besonders zugesandt werden. Bei der beschränkten Ausschreibung werden nur bestimmte Unternehmer zur Bewerbung aufgefordert. Sie ist in allen Fällen angezeigt und zulässig, wo besondere Sachkenntniß, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit so wesentlich sind, daß ohne diese Eigenschaften eine genügende Ausführung auch bei tüchtiger Bauleitung nicht gewährleistet ist.

Freihändige Verdingung ohne jede Ausschreibung ist, abgesehen von kleinen Leistungen (unter 1000 *M*), auch bei Dringlichkeit des Bedarfs, für Leistungen, deren Ausführung besondere Kunstfertigkeit erfordert, bei Nachbestellungen und nach einer vorangegangenen, aber erfolglos gebliebenen beschränkten Ausschreibung unter bestimmten Bedingungen zulässig.

138. Verdingungsanschlag. Zum Zwecke der Verdingung werden besondere Verdingungsanschläge auf grund der festgestellten Kostenanschläge, also unter Berücksichtigung der Prüfungsergebnisse bearbeitet. Die Verdingungsanschläge brauchen mit den Kostenanschlägen nicht vollständig übereinzustimmen, sie müssen unter Umständen den Anschlag ergänzen und alles Erforderliche über die Art und den Umfang der geforderten Leistung enthalten. Die nicht zu verdingenden Nummern bleiben fort, in der Regel auch die veranschlagten Preise, an deren Stelle der Bewerber seine Angebotpreise einzuschreiben hat. Ausnahmsweise können jedoch die Anschlagpreise eingesetzt und Angebote nach Procentsätzen der ganzen Summe des Verdingungsanschlages verlangt werden.

Auch die Verdingung nur nach Einheitspreisen ohne bestimmte Angabe des Umfanges einer Leistung ist zulässig, sofern ausnahmsweise die Verhältnisse eine vorherige zuverlässige Vorausberechnung nicht gestatten.

139. Vertragsbedingungen. Die Bedingungen sind in der Regel so abzufassen, daß in der Vertragsurkunde auf sie Bezug genommen wird und sie nicht in den Vertrag selbst aufgenommen werden.

Man unterscheidet die allgemeinen Bedingungen, welche bei fast allen Bauausführungen in Frage kommen, und die besonderen Bedingungen für den Einzelfall. Erstere werden entweder gedruckt beigelegt oder es wird auf ihre letzte Veröffentlichung (in Amtsblättern usw.) Bezug genommen.

Die besonderen Bedingungen sollen die Zeichnungen, die Anschläge und allgemeinen Bedingungen soweit ergänzen, daß hiermit eine ganz klare und vollständige Uebersicht des zu Leistenden gegeben wird, und daß aus ihnen in Verbindung mit den darin erforderlichen Erklärungen der Bewerber der Inhalt des abzuschließenden Vertrages vollständig zu entnehmen ist. Namentlich sind Bestimmungen zu treffen

- a) über die Vollendungsfrist und die etwaigen Theilfristen, sowie darüber, von welchem Zeitpunkte ab die auf bestimmte Zeitdauer bemessenen Fristen laufen;
- b) über die Kasse, durch welche die Zahlungen zu erfolgen haben;
- c) über die Höhe einer etwaigen Versäumnisstrafe, sowie über die Voraussetzungen, unter welchen diese fällig wird;
- d) über die Höhe einer etwa zu bestellenden Caution unter genauer Angabe der Verbindlichkeiten, für deren Erfüllung sie haften soll, sowie der Voraussetzungen, unter welchen die Rückgabe zu erfolgen hat;
- e) über die Abnahme der Leistungen, die Dauer und den Umfang der Haftpflicht des Unternehmers.

Wenn gedruckte Formulare zu den Bedingungen benutzt werden, so muß das für den vorliegenden Fall nicht Passende oder Ueberflüssige geändert oder gestrichen, das Fehlende ergänzt werden.

In den Bedingungen sind nicht nur die Pflichten, sondern auch die entsprechenden Rechte der Unternehmer anzugeben. Die aufzuerlegenden Verbindlichkeiten dürfen dasjenige Maß nicht übersteigen, welches Privatpersonen sich in ähnlichen Fällen auszubedingen pflegen.

Die Caution ist der Regel nach nicht höher als auf 5% der Vertragsumme zu bemessen. Cautionen bis zu 300 *M* können durch Einbehaltung von den Abschlagzahlungen eingezogen werden. Mehr- und Minderleistungen dürfen einseitig nur beansprucht werden, soweit sie sich bei der Ausführung aus der näheren Feststellung der Vordersätze des Anschlages ohne wesentliche Aenderung der Bauentwürfe ergeben.

Versäumnisstrafen sind in angemessenen Grenzen zu halten und nur auszubedingen, wenn ein erhebliches Interesse an der rechtzeitigen Vertragserfüllung besteht.

Von den Unternehmern kann ein Nachweis der Befähigung verlangt werden, ebenso die Namhaftmachung der Bezugsquellen. Es darf aber eine bestimmte Herkunft, welche andere, gleich gute Bezugsquellen ausschließt, und insbesondere der ausländische Ursprung der Waare nicht zur Bedingung gemacht werden.

140. Vertragsausfertigung. Nach Ertheilung des Zuschlages wird ein schriftlicher Vertrag abgeschlossen und zwar auch bei der freihändigen

Verdingung. Von einem förmlichen Vertragsabschluss kann jedoch abgesehen werden:

- a) bei Leistungen bis zum Werthe von 1000 *ℳ* einschliesslich;
- b) bei Zug um Zug bewirkten Leistungen;
- c) bei einfachen Verhältnissen, über welche ein alle wesentlichen Bedingungen vereinbarender Schriftwechsel vorliegt.

In die Vertragsurkunde müssen aufgenommen werden:

- a) die Bezeichnung der vertragschliessenden Parteien, des Gegenstandes der Unternehmung und der Höhe der Vergütung;
- b) die Angabe, ob dem Vertragschlusse eine öffentliche oder eine engere Ausschreibung vorangegangen ist und ob der gewählte Unternehmer hierbei Mindestfordernder gewesen ist;
- c) die Bezeichnung der zugehörigen Unterlagen (Verdingungsanschläge usw.), welche als solche beiderseits anzuerkennen sind;
- d) die Bezeichnung der Aufsichtsbehörde, welche nach den allgemeinen Bedingungen über Streitigkeiten entscheidet.

Ueber die Anzahl der Vertragsausfertigungen sind die bezüglichen Angaben dem Vertrage am Schlusse hinzuzufügen.

Am Kopfe der Verträge müssen Vermerke über die Berechnung und Verwendung der Stempel einschliesslich derjenigen für die Nebenausfertigung gemacht werden; hierbei ist auch der zu grunde gelegte Materialwerth anzugeben.

141. Stempelkosten. Ein Vertrag ist stempelpflichtig, wenn der Lieferungswerth für sich oder der Arbeitslohn für sich die stempelpflichtige Summe von 150 *ℳ* erreicht.

Ein Werkverdingungsvertrag, in welchem der Unternehmer auch das Material für das übernommene Werk ganz oder theilweise anzuschaffen hat, ist wie ein Lieferungsvertrag nach dem Gesamtpreise zu versteuern, sofern es sich um bewegliche Sachen handelt. Bei nicht beweglichen Sachen (Bauwerken) werden Lieferung und Arbeit getrennt behandelt und zwar sind die Baumaterialien in dem Zustande in Ansatz zu bringen, in welchem sie mit dem Grund und Boden in dauernde Verbindung gebracht werden sollen (Bauholz in beschnittenem Zustande, Mörtel fertig bearbeitet, bei Dachdeckerarbeiten das zugerichtete Material usw.). Es empfiehlt sich, eine ausdrückliche Angabe, dass der Werth der Materialien in dem fraglichen Zustande so und so viel beträgt, in den Vertrag aufzunehmen.

Der Lieferungsstempel beträgt $\frac{1}{3}\%$ vom Lieferungswerthe, der Arbeitsstempel von 150 *ℳ* an aufwärts durchweg 1,50 *ℳ* (bei fiscalischen Bauten 1 *ℳ*). Alle Stempelbeträge werden auf halbe Mark nach oben abgerundet. Für jedes Nebenexemplar beträgt der Stempel 1,50 *ℳ*, jedoch nicht mehr als für das Hauptexemplar.

142. Bauerlaubniss. Zur Ausführung von Neubauten sowie von Hauptreparaturen in Gebäuden ist eine baupolizeiliche Genehmigung erforderlich. Es darf daher nicht früher mit dem Bau begonnen werden, als bis den bestehenden orts- und baupolizeilichen Vorschriften genügt ist. Dem Baugesuche müssen die erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen, gewöhnlich in doppelter Ausfertigung, beigelegt werden.

Die Bauerlaubnifs soll eine Gewähr dafür geben, dafs der Bau mit den gesetzlichen Bestimmungen nicht in Widerspruch tritt. Verantwortlich bleibt aber trotzdem der Bauherr, welcher eine gesetzwidrige Anlage, auch wenn sie polizeilich genehmigt worden war, beseitigen mufs, wenn sie im Interesse des gemeinen Wohles nicht geduldet werden kann.

Mit den Grenznachbarn und den durch die Bauausführung etwa sonst noch berührten Personen ist schon vor Beginn des Baues in Verbindung zu treten und deren Zustimmung, soweit erforderlich, einzuholen. Eine rechtzeitige Mittheilung an die Nachbarn, deren Nachsicht und Entgegenkommen selten ohne Nachteile entbehrt werden kann, sollte niemals versäumt werden.

143. Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Staatsbauten. Diese Bedingungen, welche in den preussischen Amtsblättern von Zeit zu Zeit veröffentlicht werden, bilden für die sachgemäße Ueberwachung und für die Abrechnung vertragsmäfsiger Bauausführungen eine vorzügliche Grundlage. Die in den genannten Beziehungen wichtigen Bestimmungen sind nachstehend auszugsweise angegeben.

1. Die in den Verdingungsanschlügen angenommenen Vordersätze unterliegen denjenigen Aenderungen, welche — ohne wesentliche Abweichung von den Bauentwürfen — bei der Ausführung der betreffenden Bauwerke sich ergeben.

Abänderungen der Entwürfe selbst anzuordnen, bleibt der Bauleitung vorbehalten.

2. Die Berechnung der Vergütung erfolgt nach den wirklichen Leistungen unter Zugrundelegung der vertragsmäfsigen Einheitspreise und der in den Verdingungsunterlagen angewandten Berechnungsart für Materialbedarf usw.

3. Insoweit in den Verdingungsanschlügen für die zur planmäfsigen Herstellung des Bauwerkes gehörenden Nebenleistungen sowie für das Vorhalten von Werkzeug und Geräthen, Rüstungen usw. nicht besondere Preisansätze vorgesehen sind, wird für jene eine besondere Entschädigung nicht gewährt. Auch die Heranschaffung der Materialien aus den auf der Baustelle befindlichen Lagerplätzen, sowie die Gestellung der zu den Absteckungen, Höhenmessungen und Abnahmevermessungen erforderlichen Arbeitskräfte und Geräthe liegt dem Unternehmer ob, ohne dafs ihm hierfür eine besondere Entschädigung gewährt wird.

4. Leistungen, die vom Vertrage abweichen oder im Verdingungsanschlüge nicht vorgesehen sind, dürfen ohne schriftliche Anordnung oder Genehmigung nicht gemacht werden. Der Unternehmer hat für derartige, diesem Verbote zuwider bewirkte Leistungen keinen Anspruch auf Vergütung, sondern mufs für den etwa entstandenen Schaden aufkommen.

5. Wenn die Leistungen zufolge der Anordnungen der Bauleitung unter der vertragsmäfsigen Menge zurückbleiben, so hat der Unternehmer Anspruch auf den Ersatz des ihm nachweislich hieraus entstandenen wirklichen Schadens.

6. Die Leistung mufs im Verhältnifs zu den bedungenen Vollendungsfristen fortgesetzt angemessen gefördert werden. Die Arbeitskräfte, Geräthe und Vorräthe an Materialien müssen allezeit den übernommenen Leistungen entsprechen.

Wenn Alterthümer aufgegraben werden, ist Meldung zu erstatten und für Schutz gegen Zerstörung oder Veränderung der Fundstätten zu sorgen.

7. Glaubt der Unternehmer durch Anordnungen der Bauleitung, höhere Gewalt oder andere Unternehmer behindert zu sein, so ist schriftliche Anzeige zu erstatten.

8. Leistungen, welche den Bedingungen nicht entsprechen, sind sofort zu beseitigen und durch untadelhafte zu ersetzen. Der Unternehmer hat hierbei die Baukasse für Kosten und Materialverluste schadlos zu halten.

Ungeeignete Arbeiter müssen auf Verlangen entlassen und durch andere ersetzt werden. Materialien, welche den Bedingungen oder den Proben nicht entsprechen, sind auf Verlangen innerhalb einer festgesetzten Frist von der Baustelle zu entfernen. Behufs Ueberwachung steht den Aufsichtsbeamten der Zutritt zu den Arbeitsplätzen und Werkstätten frei.

9. Unternehmer muß über seine mit Handwerkern und Arbeitern geschlossenen Verträge dem bauleitenden Beamten auf Erfordern Auskunft ertheilen. Unternehmer hat die Bestimmungen über die Krankenversicherung usw. zu befolgen.

10. Entziehung der Arbeit und Aufhebung des Vertrages ist bei untüchtigen oder ungenügenden Leistungen (unter Beobachtung bestimmter Vorschriften) zulässig.

11. Unternehmer oder sein Vertreter muß sich auf Erfordern auf der Baustelle einfinden, so oft die baulichen Anordnungen ein mündliches Benehmen erforderlich machen. Die sämtlichen Angestellten und Arbeiter sind bezüglich der Bauausführung und der Aufrechterhaltung der Ordnung den Anordnungen des bauleitenden Beamten bezw. dessen Stellvertreters unterworfen.

Unternehmer hat für das Unterkommen seiner Leute, wenn nicht ein Anderes ausdrücklich vereinbart ist, ferner für die Bewachung seiner Materialien und Geräthe selbst zu sorgen.

12. Mitbenutzung von Rüstungen ist während ihres Bestehens auch anderen Bauhandwerkern unentgeltlich zu gestatten. Aenderungen an den Rüstungen zur bequemeren Benutzung seitens Dritter vorzunehmen, ist der Unternehmer nicht verpflichtet.

13. Unternehmer ist für die Befolgung der baupolizeilichen Vorschriften, der sonstigen polizeilichen Anordnungen, der Unfallverhütungsvorschriften sowie für die Stärke und Tüchtigkeit der Rüstungen verantwortlich. Er haftet persönlich für die Handlungen und Unterlassungen seiner Bevollmächtigten, Gehülfen und Arbeiter.

14. Ueber alle später nicht mehr nachzumessenden Leistungen müssen von den beiderseits Beauftragten während der Ausführung gegenseitig anerkennende Aufzeichnungen gemacht werden.

Ueber die Abnahme wird in der Regel eine schriftliche Verhandlung aufgenommen; auf Verlangen des Unternehmers muß dies geschehen.

15. Unternehmer hat seine Rechnung, welche genau nach dem Verdingungsanschlage einzurichten ist, aufzustellen. Mehrarbeiten sind unter Hinweis auf die schriftlichen Vereinbarungen besonders nachzuweisen.

16. Die Tagelohnrechnungen sind längstens von zwei zu zwei Wochen einzureichen. Die betreffenden Arbeiterlisten sollen täglich vorgelegt und geprüft werden.

17. Abschlagszahlungen werden dem Unternehmer in angemessenen Fristen auf Antrag, nach Maßgabe des jeweilig Geleisteten, bis zu der von dem bauleitenden Beamten mit Sicherheit vertretbaren Höhe gewährt.

Bleiben bei der Schlußabrechnung Meinungsverschiedenheiten, so soll das dem Unternehmer unbestritten zustehende Guthaben ihm gleichwohl nicht vorenthalten werden.

18. Vor Empfangnahme des als Restguthaben zur Auszahlung angebotenen Betrages muß der Unternehmer alle Ansprüche, die er sonst noch zu haben vermeint, bestimmt bezeichnen und sich vorbehalten, widrigenfalls die Geltendmachung dieser Ansprüche später ausgeschlossen ist.

19. Die Frist für die dem Unternehmer obliegende Haftpflicht für die Güte der Leistung beginnt mit dem Zeitpunkte der Abnahme. Der Einwand nicht rechtzeitiger Anzeige von Mängeln gelieferter Waaren ist nicht statthaft.

20. Unternehmer trägt die Stempelkosten. Die übrigen Kosten des Vertragsabschlusses fallen jedem Theile zur Hälfte zur Last.

144. Aufsicht und Abnahme bei Vertragsleistungen. Zum Ausweis über alle wichtigen Vorgänge sind von dem Aufsichtsbeamten auf der Baustelle die erforderlichen Bücher und Listen zu führen, insbesondere ein Notizbuch, Tagebuch, Materialienbuch und Geräteverzeichniß (vergl. Abschnitt XIII).

Bedingungswidrige Leistungen dürfen in der Regel nicht abgenommen werden, auch nicht mit dem Vorbehalte nachträglicher Abhülfe.

Für die nach Gewicht zu bezahlenden Gegenstände muß das Gewicht durch Wiegeatteste öffentlicher Waagen oder durch Nachwiegen seitens des abnehmenden Beamten festgestellt werden.

Abschlagzahlungen auf einen Vertrag werden auf grund eines Nachweises für die Berechnung des Guthabens angewiesen. Auf jeder Anweisung einer Abschlagzahlung ist der Betrag und der Tag der früher bereits angewiesenen Abschlagzahlungen, deren Gesamtbetrag und die Vertragssumme anzugeben.

Müssen einzelne Arbeiten für Rechnung, d. i. auf Kosten eines Unternehmers ausgeführt werden, so ist dieser vorher schriftlich zu benachrichtigen. Die bezüglichen Arbeiten sind stets besonders auszuführen und in Rechnung zu stellen; die Rechnungen müssen die nothwendigen erläuternden Angaben enthalten und die Beträge werden demnächst gleich den Abschlagzahlungen bei der Schlußrechnung angerechnet.

Für jeden selbständig veranschlagten Bau sind besondere Rechnungen aufzustellen, selbst wenn der Vertrag sich auf verschiedene Bauten bezieht.

In der Schlußrechnung kommt nur der Restbetrag des Guthabens zur Anweisung. Es muß aber der ganze Kostenbetrag nachgewiesen werden; von diesem werden die bereits geleisteten Zahlungen in Abzug gestellt.

Die Bescheinigungen der auf Verträgen beruhenden Rechnungsbeläge müssen einen Vermerk über die Einhaltung der vertraglichen

Fristen enthalten. Die Schlufsrechnung ist von dem Unternehmer als richtig anzuerkennen.

145. Bauausführung auf Rechnung. In der Regel kommen bei der Ausführung von Bauten sowohl vertragsmäfsig verdungene Leistungen und Lieferungen vor, als auch solche, die freihändig beschafft und ohne Zuziehung von Unternehmern bewerkstelligt werden. Entsprechende Vereinbarungen müssen gewöhnlich auch in dem letzten Falle getroffen werden und eine genaue Unterscheidung zwischen beiden Ausführungsarten kann daher kaum gegeben werden. Im allgemeinen spricht man von Bauausführungen auf Rechnung auch dann, wenn die verschiedenartigen Leistungen an die dafür geeigneten Handwerker, Fabrikanten und Händler einzeln verdungen werden; besonders aber da, wo die Bauleitung oder der Bauherr unmittelbar in das Verhältnifs des Arbeitgebers zu den ausführenden Arbeitern tritt.

Bei der Ausführung auf Rechnung ist eine sorgfältige Beaufsichtigung und Buchführung durchaus erforderlich und der Umfang der Bauleitungsgeschäfte bedeutend gröfser, als wenn die gesamten Leistungen nur wenigen Unternehmern oder gar einem einzigen Generalunternehmer übertragen werden. Andererseits werden aber beim Rechnungsbau die Schwierigkeiten vermieden, welche die Abnahme und Berechnung der an einen Unternehmer verdungenen Leistungen in manchen Fällen, z. B. bei der Baggerung in nachquellendem Boden, verursacht.

Wenn eine Arbeit einschliesslich der Materiallieferung verdungen ist, so braucht das auf die Baustelle gebrachte Material nur hinsichtlich seiner Brauchbarkeit untersucht zu werden, eine Abnahme nach der Menge sowie eine Sicherung gegen Entwendung ist aber nicht nöthig. Denn der zu vergütende Materialverbrauch wird alsdann lediglich rechnungsmäfsig nach den Ansätzen der Verdingungsunterlagen für die wirkliche Leistung festgestellt, wobei es nicht in Betracht kommt, ob in Wirklichkeit etwas mehr oder weniger Material verbraucht worden ist. Dementsprechend wird alsdann auch das auf der Baustelle übrig gebliebene Material, welches der Unternehmer geliefert hat, sein Eigenthum.

Anders ist es bei der getrennten Verdingung von Arbeit und Material, indem hierbei die gelieferten Materialien für sich abgenommen und in Obhut gestellt werden müssen und über ihre allmähliche Verwendung genau Buch zu führen ist. Was übrig bleibt, ist nach Beendigung der Bauausführung entweder zu verkaufen oder für einen anderen Verwendungszweck abzuliefern.

Der Unterschied zwischen Lieferung und Restbestand giebt den wirklichen Materialverbrauch. Dieser darf von dem anschlagsmäfsigen Bedarfe nicht erheblich abweichen, während kleine Unterschiede ganz naturgemäfs sind und keiner Erklärung bedürfen. Ist der Bau anschlagsmäfsig ausgeführt worden, so läfst sich die ungefähre Uebereinstimmung durch einfachen Vergleich der verbrauchten und veranschlagten Mengen erkennen. Wenn Abweichungen vom Anschlage vorgekommen sind, ist eine neue Materialienberechnung für die wirklich ausgeführten Massen nach der Berechnungsweise des Kostenanschlages anzufertigen, worauf deren Ergebnisse in der vorhin angeführten Weise mit dem wirklichen

Materialverbrauche verglichen werden können. Die einzelnen Verträge werden in der vorhin erörterten Weise abgerechnet.

Bei den Lohnarbeiten sind zwei Hauptfälle zu unterscheiden, nämlich die Annahme eigener Arbeiter und die Beschäftigung der von einem Handwerker, Unternehmer oder Fabrikanten auf grund eines schriftlichen Abkommens zu stellenden Arbeitskräfte. In dem zweiten Falle erfolgt die Bezahlung nicht unmittelbar an die arbeitenden Personen, sondern an diejenigen, welche sie gestellt haben und ihnen gegenüber Arbeitgeber bleiben. In solcher Weise wird vorzugsweise bei Hochbauten und bei anderen Bauausführungen häufig hinsichtlich der sogenannten gelernten Arbeiter verfahren, während die eigene Annahme von Arbeitern bei zahlreichen Bauarbeiten im Wasser-, Wege- und Eisenbahnbau üblich ist.

Die Arbeiter werden häufig statt nach einem festen Tagelohne nach Stücklohn (Accordsätzen) bezahlt. Durch Bildung kleiner Gruppen, die gemeinschaftlich zu arbeiten haben und verdienen, wird auf Ordnung und Fleiß vortheilhaft eingewirkt und die Ausscheidung untüchtiger Arbeiter erleichtert. Das Arbeiten auf Stücklohn (in Accord) ist deshalb in manchen Fällen sowohl für die Arbeitgeber als für die Arbeitnehmer sehr zweckmäßig, jedoch nicht überall anwendbar. Wichtig ist, daß die vereinbarten Einheitspreise richtig bemessen werden und zwar so hoch, daß die Arbeiter bei guter Einübung und Anstrengung erheblich mehr als im Tagelohne verdienen können. Ferner ist es für einen guten Erfolg unbedingt nothwendig, den Arbeitern die Gewähr zu bieten, daß im Falle eines hohen Verdienstes die Accordsätze nicht etwa alsbald heruntergesetzt werden.

Die vereinbarten beziehungsweise bewilligten Accordsätze müssen allen Arbeitern bekannt sein; es empfiehlt sich, sie nach Art der Verdingungsanschlätze unter genauer Angabe und Beschreibung der für jeden Stückpreis geforderten Leistungen schriftlich aufzustellen. Da fast stets noch Nebenarbeiten (Botengänge, Mefshülfe, Wasserpumpen usw.) und kleinere, nicht vorhergesehene Arbeiten vorkommen, so ist für solche ein fester Lohnsatz (nach Arbeitsstunden) vorzusehen und der fragliche Betrag dem verdienten Stücklohne zur gemeinsamen Verrechnung hinzuzufügen.

Preis- und Lohnverzeichnisse der vorerwähnten Art dienen auch dazu, für die Uebertragung der sich öfter wiederholenden kleineren Ausbesserungen und Erneuerungen schadhafter Theile sowie für sonstige kleine Arbeiten eine Unterlage zu geben. Diese Verzeichnisse werden entweder ohne Preisangaben geeigneten Unternehmern in beschränkter Ausschreibung zur Eintragung ihrer Preise zugestellt oder mit einem Unternehmer (Handwerker, Schachtmeister usw.) freihändig vereinbart.

146. Baurechnung. Die Abrechnung einer Bauausführung besteht gewöhnlich in einem Erläuterungsberichte, welcher die Bauvorgänge übersichtlich erörtert, und einer Kostenübersicht. Die letztere ist bei den laufenden Unterhaltungsarbeiten eine einfache, den Rechnungen vorzuziehende Zusammenstellung ihrer Schlufsbeträge.

Bei Neubauten, die nach einem Kostenanschlage ohne erhebliche Abweichungen und ohne Anschlagsüberschreitung ausgeführt wurden, sind alle für den Bau verausgabten Geldbeträge nach den einzelnen Abschnitten

(Titeln) des Anchlages zu ordnen und in einer mit den Nummern der Beläge versehenen Kostenübersicht zusammenzustellen. Die auf jeden Titel entfallende Ausgabe wird für sich aufgerechnet und unter ihrer Summe die betreffende Anschlagsumme angegeben, worauf die vorgekommenen erheblicheren Mehr- oder Minderausgaben zu begründen sind. Die einzelnen Rechnungen sind ihrer Aufeinanderfolge in der Kostenübersicht entsprechend fortlaufend neu zu numeriren und geordnet zusammenzuheften. In dem Erläuterungsberichte (Revisionsprotocoll) sind die Abweichungen von dem Bauentwurfe in allen wesentlichen Punkten übersichtlich darzustellen.

Wenn der Bau ohne Anschlag ausgeführt ist oder wenn erhebliche Aenderungen und Ueberschreitungen stattgefunden haben, müssen dem Erläuterungsberichte noch die der Ausführung entsprechenden Unterlagen (Bauzeichnungen, Massen- und Materialienberechnungen), soweit erforderlich, beigelegt werden.

Dreizehnter Abschnitt.

Rechnungssachen, Buch- und Dienstführung.

147. Form und Bescheinigung der Rechnungen. Alle Rechnungen müssen die Bezeichnung des Baues und des Gegenstandes der Leistung, sowie den Namen, Stand und Wohnort, Datum und Unterschrift des Ausstellers enthalten. Sie sollen stets auf ganze oder halbe Bogen Papier (nicht auf kleinere Zettel) geschrieben werden. Umfang und Zweck der Leistungen müssen deutlich zu ersehen sein.

Materialien und veranschlagte Leistungen sind thunlichst unter Beachtung der Anordnung und der Berechnungsweise des Kostenanschlages sowie in der Reihenfolge der Anschlagnummern in Rechnung zu stellen.

Beläge, welche zur Ergänzung anderer dienen, also bei Auslagen die Quittungen der Empfänger, bei Transportkosten die Frachtscheine, Wiegeatteste usw., sind stets beizufügen. Dagegen sind überflüssige Beläge fortzulassen und es gehören hierzu in der Regel die Recepte bei Arzneirechnungen, Droschenmarken bei Fuhrkosten, Belagsexemplare der Zeitungen bei den Rechnungen über Bekanntmachungskosten usw.

Alle Rechnungen müssen bescheinigt werden. Die gewöhnliche Bescheinigungsform lautet: „Die Richtigkeit bescheinigt“, und diese schließt neben der Richtigkeit der Angaben auch die Verantwortung für die Nothwendigkeit der Arbeit oder Lieferung, für ihre Vertragsmäßigkeit oder Preiswürdigkeit nach Umfang, Güte, Zahl und Gewicht ein, sowie dafür, daß alle Verpflichtungen, namentlich die Einhaltung gestellter Fristen, erfüllt sind.

Die Richtigkeit des Gewichts der nach Gewicht bezahlten Gegenstände ist besonders zu bescheinigen, sofern keine Wiegeatteste beigefügt werden.

Bei Arbeiten an Sonn- und Festtagen ist besonders anzugeben, daß die Arbeiter auch wirklich thätig gewesen sind und wodurch die Arbeit nothwendig geworden ist. Bei Lohnzahlungen muß ein Beamter anwesend sein und bescheinigen, daß die empfangsberechtigten Personen bzw. die Vertreter der betreffenden Arbeiterabtheilung in seiner Gegenwart die angewiesenen Beträge empfangen haben.

Die Rechnungen müssen ferner bei der Anweisung mit der Nummer des Baukasten-Hauptbuches versehen werden.

Wenn Geräte neu beschafft werden, so ist in der Rechnung die Ziffer des Geräteverzeichnisses, in welches der Gegenstand eingetragen worden ist, anzugeben. Bei Ergänzung zerbrochener Gegenstände ist die Ursache des Bruches oder Verlustes anzugeben und zutreffendenfalls zu

bescheinigen, daß kein vertretbares Verschulden eines Dritten vorliegt, bezw. der zum Ersatz Verpflichtete nicht zu ermitteln gewesen ist.

Außerdem sind noch die seitens der einzelnen Behörden erlassenen besonderen Vorschriften zu beachten.

Ueber jede Zahlung hat der Empfänger eine Bescheinigung (Quittung) auszustellen. Darin muß der gezahlte Betrag in Zahlen und Worten ausgeschrieben sein. Bei Tagelöhnen genügt indessen, daß die Empfangsberechtigten ihren Namen (oder Handzeichen) in die Quittungsspalte der Lohnlisten neben dem für sie ausgeworfenen Betrage einschreiben.

148. Lohnrechnungen. Werden Arbeiter für eigene Rechnung angenommen, so werden die Lohnrechnungen entweder wöchentlich oder in Fristen von zwei Wochen aufgestellt und angewiesen. Die Zahlung erfolgt durch einen Kassenbeamten in der Regel auf der Baustelle an die einzelnen Empfangsberechtigten in Gegenwart eines Aufsichtsbeamten. Wenn dagegen das Geld von der Kasse abgeholt werden muß, so ist es üblich, die Abhebung durch zwei Bevollmächtigte bewirken zu lassen. Auf der Rechnung ist alsdann zu bescheinigen, daß die Arbeiter sich mit der Gelderhebung durch die Bevollmächtigten einverstanden erklärt haben, und diese quittiren über den ganzen Betrag.

In den Rechnungen sind die geleisteten Arbeiten nach Art und Umfang genau anzugeben und die verdienten Beträge nach den Accord- und Lohnsätzen zu berechnen. Ferner ist jeder Arbeiter namentlich aufzuführen und sein Arbeitsverdienst in die dafür bestimmte Spalte einzutragen. In den folgenden Spalten sind sodann die von dem Arbeitgeber einzuzahlenden vollen Versicherungsbeiträge zu der Kranken-, Invaliditäts- und Altersversicherung sowie die Antheile der Arbeitnehmer, welche diesen bestimmungsgemäß abgezogen werden sollen, einzutragen. Die Art der Einzahlung der Krankenkassenbeiträge an die Krankenkassen muß den jedesmaligen Arbeits- und Versicherungsverhältnissen angepaßt werden, auch richtet sich nach diesen die Einrichtung der Rechnungsvordrucke (Formulare). Ueber die Ausgaben für die Krankenversicherung und für die verwendeten Beitragsmarken müssen besondere Listen geführt werden.

Wenn einzelne Arbeiter, weil sie bei verschiedenartigen Arbeiten beschäftigt waren, gleichzeitig auf mehreren Lohnrechnungen antheilig geführt werden, so ist es zweckmäßig, die Versicherungsbeiträge nicht auseinanderzuthemen, sondern auf einer Lohnrechnung in der vorstehend angegebenen Weise auszuwerfen und auf den anderen Rechnungen, für die alsdann ein einfacheres Muster anwendbar ist, einen entsprechenden Vermerk über die Verrechnung der Versicherungsbeiträge zu machen.

Kommt eine solche Theilung des Arbeitsverdienstes auf verschiedene Rechnungen in größerem Umfange vor, so empfiehlt es sich, die Versicherungsbeiträge überhaupt aus den Lohnrechnungen ganz fortzulassen und auf besonderen Listen nachzuweisen. Das betreffende Verfahren ist in der Regel bei den einzelnen Bauverwaltungen von vornherein, auch hinsichtlich der anzuwendenden Rechnungsmuster, vorgeschrieben.

Wenn über die von einem Unternehmer gestellten Arbeitskräfte Lohnrechnungen aufzustellen sind, so ist die namentliche Aufzählung der einzelnen Personen (Arbeiter, Gesellen usw.) gewöhnlich nicht erforder-

lich, indem es genügt, die verschiedenen Leistungen im ganzen anzugeben. Um diese Lohnrechnungen auf ihre Richtigkeit gehörig prüfen zu können, werden alsdann neben ihnen gewöhnlich noch besondere Tagelohnlisten und Meldezettel auf der Baustelle geführt. Nachstehend ist je ein Muster für einen solchen Meldezettel, für eine Tagelohnliste und für eine auf grund der letzteren aufzustellende Lohnrechnung mitgetheilt. Die Meldezettel werden täglich eingereicht und geprüft, worauf das Ergebnis in die Lohnlisten einzutragen ist. Diese werden wöchentlich abgeschlossen. Die einzelnen Schlufszahlen werden der Tagelohnrechnung zu grunde gelegt; die Lohnlisten sind der letzteren nicht beizufügen, sondern geheftet aufzubewahren.

Muster für einen Meldezettel.

Meldezettel vom Neubau
für den ten 18 . . .

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Arbeiter	Anzahl der Stunden	Angabe der Leistung	Bemerkungen.
1	Arbeiter C	5	} Ausschachten der Gräben für den Ausfluß des Küchenwassers	Gestellt von dem Schachtmeister N. N.
2	" D	5		
3	" E	5		
4	Geselle P	8	} Nachträglicher Durchbruch einer Thür im Kellergeschoß des linken Flügels	Gestellt von dem Maurermeister N. N.
5	" Q	8		
6	Arbeiter R	8		
7	" S	6		

Muster für eine Lohnrechnung.

Rechnung des usw. .

Lfd. Nr.	Leistung	Anzahl der Stunden	Stundenlohn- satz				Betrag		Bemerkungen.
			Stunden		einzel		im ganzen		
			ℳ	⊄	ℳ	⊄	ℳ	⊄	
	Bei den in Tagelohn ausgeführten Arbeiten an der Caserne wurden in der Zeit vom bis gestellt:								
1	zu dem nachträglichen Durchbruch einer Thür im Kellergeschoß des linken Flügels:								
	Gesellen	40	—	50	20	—			
	Arbeiter	38	—	30	11	40	31	40	
2	zu dem Herausnehmen einer 25 cm starken Scheidewand im Langbau rechts:								
	Gesellen	45	—	40	18	—			
	Arbeiter	36	—	30	10	80	28	80	

Muster für eine Lohnliste.

Neubau der Caserne usw.

I.f.d. Nr.	Arbeiter und Arbeitsleistung	Anzahl der Arbeitsstunden							Lohnbetrag		Bemerkungen.			
		Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend	im ganzen					
									M	δ		M	δ	
		Woche vom bis												
1	Ausschachten von Gräben für den Abfluß des Küchenwassers: Arbeiter C " D " E	—	—	5	4	6	—	—	—	15	30	4	50	Zu Nr. 1. Gestellt von dem Schachtmeister N. N.
	Nachträglicher Durchbruch einer Thür im Kellergeschoß des linken Flügels: Geselle P " Q Arbeiter R " S	—	—	8	8	4	—	—	20	50	10	—	Zu Nr. 2. Gestellt von dem Maurermeister N. N.	
3	Abbruch und Erneuerung eines schadhafteu Gurtbogens: Geselle " Arbeiter	—	—	—	—	8	6	6	14	50	7	—	Zu Nr. 3. Gestellt von dem Maurermeister N. N. und zwar für Rechnung des Unternehmers . . . , welchem Ausführungsfehler zur Last fallen.	
		—	—	—	—	8	8	6	14	50	7	—		
		—	—	—	—	8	8	6	14	30	4	20		
		—	—	—	—	—	—	—	—	31	40	18	20	

149. Tagebuch. Ueber alle wichtigen, die Ausführung eines Baues betreffenden Vorgänge sind in dem Tagebuche täglich kurze Angaben zu machen, welche sich auch auf das Wetter, die Arbeiterzahl, wichtige Arbeitsanfänge, auf die von den Vorgesetzten auf der Baustelle getroffenen Anordnungen sowie auf alles Wichtige zu erstrecken haben, was nicht in die außerdem zu führenden besonderen Bücher eingetragen wird. Insbesondere gehören hierher auch die Tiefen neuer Fundamente und alle Notirungen über Gegenstände, welche später schwierig festzustellen sind.

Der Kopf jeder Seite des Tagebuchs trägt das Datum des Tages, für welchen die Eintragung gilt. Man beginnt zweckmäßigerweise jeden Tag mit einer vollen Seite.

Die Beschäftigung jedes einzelnen Arbeiters wird gewöhnlich nicht in das Tagebuch eingetragen, da hierfür besondere Notizbücher zu dienen haben.

150. Materialienbuch. Die Buchführung über die Materialien richtet sich nach den besonderen Umständen. Sie soll stets so eingerichtet sein, daß mit Leichtigkeit zu ermitteln ist:

- a) wieviel von jeder Materialgattung überhaupt und von jedem einzelnen Lieferanten eingegangen ist,
- b) wieviel noch vorhanden ist und
- c) wohin die verbrauchten Materialien gekommen sind.

Als eingegangen wird ein Material erst dann betrachtet, wenn es dem Lieferanten durch mündliche, oder besser durch schriftliche Verhandlung als gut abgenommen und vermessen ist. Andere Materialeingänge notirt man nur, um darüber Auskunft geben zu können, überschlägig im Tagebuche.

Zum Eingange gehören auch die gelegentlich gewonnenen Materialien. Man notirt sie, sobald ihre Menge festgestellt ist, als eingegangen mit der Art ihres Einganges.

Als verwendet wird ein Material erst dann angesehen, wenn es seine Bestimmung im Bau erreicht hat. Solange es vorübergehenden Zwecken dient, darf es nicht als verwendet notirt werden. Gestohlene und verdorbene Materialien müssen besonders aufgeführt werden.

Der Abschluß des Materialienbuches wird je nach Vorschrift monatlich oder vierteljährlich gemacht, d. h. die Summe der Einnahme und Ausgabe gezogen und der Unterschied mit der Wirklichkeit auf der Baustelle verglichen und zum Stimmen gebracht.

Bei manchen Bauten vereinfacht sich das Materialienbuch außerordentlich. Stände ein Aufseher z. B. an einem von Grund aus massiven Brückenbau und wäre mit dem Steinlieferanten vereinbart, daß er für 1 cbm fertigen Mauerwerkes 1,3 cbm Bruchsteine (oder 400 Stück Ziegelsteine) gerechnet erhalten solle, so wäre wegen des Steinmaterials gar keine Notiz nöthig. Bekäme ferner vertragsmäßig der Unternehmer für 1 cbm volles Ziegelmauerwerk 1 hl Kalkbrei und 0,25 cbm Mauersand berechnet, so würde man über diese beiden Materialien nur Notizen führen, damit das richtige Verhältniß der Anlieferung beider sich prüfen läßt. Auf eine peinlich genaue Messung beider Materialien würde es aber nicht

ankommen und von einer Eintragung in das Materialienbuch wäre ganz abzusehen.

Für jedes Material ist in der Regel eine besondere Abnahmeliste zu führen; die sämtlichen Listen sind in einem besonderen Materialienbuche zusammenzufassen. In jeder Liste wird für jeden Lieferanten ein besonderer Abschnitt angelegt. Die Eintragungen in die Liste erfolgen sofort nach der jedesmaligen Abnahme unter Angabe des Abnahmetages.

In ähnlicher Weise werden die Ausgabelisten angelegt. Genaue Eintragungen sind insbesondere dann erforderlich, wenn eine Materialienmenge aus dem Bestande für einzelne besondere Zwecke (z. B. für kleinere Bauten, die für sich besonders abgerechnet werden) abzugeben ist. Der fortlaufende Verbrauch während der Bauarbeiten läßt sich dagegen nicht jederzeit mit voller Genauigkeit feststellen, weshalb die Materialienbücher bei den vorhin erwähnten Abschlüssen mit den wirklichen Beständen verglichen und in Uebereinstimmung gebracht werden müssen.

151. Geräteverzeichnifs. Alle Mefs-, Arbeits- und Zimmergeräte, welche aus Baugeldern beschafft oder von Behörden gegen Quittung entliehen worden sind, müssen in das Geräteverzeichnifs eingetragen werden. Das letztere kann verschiedenartig eingerichtet werden. Zweckmäfsig ist in den meisten Fällen die Bildung von Hauptgruppen, z. B. Gruppe A für Zimmergeräte, Gruppe B für Mefsgeräte, Gruppe C für Arbeitsgeräte usw. Die Eintragungen werden hierbei in jeder Gruppe oder Abtheilung für sich fortlaufend numerirt, sodafs die vollständige Bezeichnung in dem Geräteverzeichnisse beispielsweise C · 16, D · 7 usw. lautet. Für die einzelnen Gerätearten, als Tische, Stühle, Trinkgläser, Mefslatten, Karren, Sägen usw. werden besondere Spalten eingerichtet, in welche die Stückzahlen eingetragen werden. Zugänge und Abgänge werden nicht durcheinander, sondern je für sich eingetragen und zwar in der Regel die Zugänge auf die linke, die Abgänge auf die gegenüberstehende rechte Seite des Buches, was für den Abschluß und die Ermittlung des Bestandes am bequemsten ist.

Das umstehende Muster läßt die übliche Einrichtung des Geräteverzeichnisses erkennen.

Gewöhnlich sind zwei Geräteverzeichnisse zu führen. Das eine umfaßt den ganzen Aufsichtbezirk, den man vertritt, und enthält nichts davon, was innerhalb des Bezirks an die einzelnen Arbeitsstellen ab- und von ihnen zurückgegeben wird, sondern nur dasjenige, was neu beschafft oder aus fremden Bezirken einkommt oder was dauernd abgegeben oder abgenutzt ist. Das andere Verzeichnifs führt alles auf, was in dem Geräthelager beziehungsweise auf einer einzelnen Arbeitsstelle einkommt und ausgeht. Durch den Abschluß des ersteren erfährt man den Bestand des ganzen Aufsichtbezirks, durch den Abschluß des letzteren den Bestand der einzelnen Aufbewahrungs- oder Baustellen.

Alle Eintragungen müssen belegt sein, d. h. es müssen die Rechnungen bezeichnet werden, mit denen die Geräte bezahlt, oder die Schriftstücke, mit denen sie überwiesen wurden, beziehungsweise auf denen über den Empfang der abgegebenen Geräte quittirt worden ist. Ohne Quittung soll man nichts abgeben. Auch über die Verluste durch Abnutzung oder besondere Ereignisse bringt man Bescheinigungen oder

Muster für das Geräteverzeichnis.

Abtheilung A. Zimmergeräte (Zugang).

Laufende Nr.	Bezeichnung des Zugangs	Arbeitsische	Zeichentische	Waschtische	Stühle	Waschbecken	Trinkgläser	Lampen	usw.				Hinweis auf die Beläge	Bemerkungen.
1	Durch Ankauf .	2	—	1	4	—	—	3					Rechnung Nr. . . .	
2	Ueberwiesen von der Baustelle zu N. N. usw.	—	2	2	3	—	6	—					Verf. vom . . .	
	Summe	<hr/>												
	Abgang	<hr/>												
	Bestand am	<hr/>												

Abtheilung A. Zimmergeräte (Abgang).

Laufende Nr.	Bezeichnung des Abgangs	Arbeitsische	Zeichentische	Waschtische	Stühle	Waschbecken	Trinkgläser	Lampen	usw.				Hinweis auf die Beläge	Bemerkungen.
1	An die Baustelle zu N. N. abgegeben	—	2	2	3	—	6	—					Quittung vom	
2	durch Verkauf .	2	—	1	1	—	—	—					Verhandlung vom	
3	unbrauchbar geworden	—	—	—	—	—	—	1					Bericht vom	
	Summe	<hr/>												

Bemerkung. Dieser zweite Theil (Abgang) kommt rechts neben den ersten.

Nachweise bei. Die entsprechenden Belagstücke werden numerirt und geheftet aufbewahrt.

Das Verzeichniß ist von Zeit zu Zeit, sowie am Ende des Baues abzuschließen und der Bestand festzustellen.

152. Allgemeine Dienstführung. Es können an dieser Stelle nur die wichtigsten Grundregeln für die Aufsicht bei Bauten angegeben werden.

Auf der Baustelle muß Ordnung und Ruhe herrschen. Anfang und Ende der Arbeitszeit werden durch Glockenzeichen oder in anderer Weise erkennbar gemacht und müssen pünktlich eingehalten werden.

Der Aufsichtsbeamte muß täglich als der erste auf der Baustelle erscheinen und als der letzte sie verlassen. Er muß verstehen, säumige oder unfolgsame Arbeiter durch wenige eindringliche Worte zu Fleiß und Ordnung zu führen, möglichst ohne Schelten und Poltern. Die unverbesserlichen Arbeiter muß er entfernen und ohne besondere triftige Gründe nicht sobald wieder zur Arbeit zulassen.

Da der Fleiß der Arbeiter nach dem, was sie in gewisser Zeit vor sich gebracht haben, zu beurtheilen ist, muß der Aufsichtsbeamte sich Geläufigkeit verschaffen, Arbeiten nach ihrem Umfange und Geldwerthe überschläglich abzuschätzen. Hierzu ist häufiges Nachmessen nützlich, weshalb es sich empfiehlt, einen Meßstock mit sich zu tragen. Ferner ist dafür zu sorgen, daß die Baustelle mit den nöthigen Meßgeräthen versehen ist, daß die Werkmeister, Poliere, Schachtmeister und Vorarbeiter immer zeitig genug, sorgfältig und fleißig die Abschnürungen oder Absteckungen machen und deutlich erhalten, damit nicht nachträgliche Abänderungen nöthig werden. Um die Richtigkeit der Absteckungen und Abschnürungen beurtheilen zu können, muß man lernen, sie nach den vorliegenden Zeichnungen selbst zu machen. Hierbei ist es gut, gewisse sich kreuzende Hauptmittellinien durch starke Pfähle, in denen die Linie durch einen Sägeschnitt gekennzeichnet wird, für die ganze Dauer des Baues bleibend zu bezeichnen. Auch für die Einrichtung von festen und sicheren Höhenmarken ist Sorge zu tragen.

Die gelieferten Materialien müssen hinsichtlich ihrer Güte und Menge unter Beachtung der Lieferungsbedingungen sorgfältig geprüft werden. Die aufgemessenen und abgenommenen Haufen müssen so bezeichnet werden, daß sie unter keinen Umständen nochmals zur Abnahme vorgebracht werden können. Es dient dazu das Bespritzen mit Kalkmilch, was aber bei nasser Witterung häufig wiederholt werden muß, wenn die Materialien lange unverwendet lagern.

Den Lieferanten darf man eine Empfangsbestätigung nicht schuldig bleiben. Es ist gewissermaßen ein natürliches Recht des Absenders, anzunehmen, daß eine mit Frachtbrief oder Begleitzettel versehene Sendung, über die er weiter nichts hört, als daß sie in Empfang genommen wurde, auch richtig und vollzählig angekommen ist. Wenn also die Lieferung nach Art oder Umfang nicht dem Inhalte des Begleitzettels entspricht, so ist dies zur Vermeidung von Weiterungen thunlichst bald aufzuklären und zwar auch dann, wenn die eigentliche Abnahme erst später stattfindet.

Der Aufsichtsbeamte muß die bestehenden Verträge dermaßen im Gedächtnisse haben, daß er jederzeit beurtheilen kann, ob der Unter-

nehmer, Lieferant oder Werkmeister den übernommenen Verpflichtungen gemäß handelt. Vorkommende Abweichungen, die er nicht unmittelbar beseitigen oder verhindern kann, müssen dem nächsten Vorgesetzten angezeigt werden.

Für alle mündlichen oder schriftlichen Vereinbarungen, die der Aufsichtsbeamte zu machen sich genöthigt sieht, ist die Genehmigung der Vorgesetzten ausdrücklich vorzubehalten. Die Genehmigung eines mündlichen Abkommens wird dem Unternehmer mündlich oder schriftlich mitgetheilt; bei der Genehmigung eines doppelt auszufertigenden schriftlichen Abkommens ist ihm das mit dem Genehmigungsvermerke versehene Nebenexemplar auszuhändigen.

Für die sorgfältige Ueberwachung der Materialienbestände und der Geräthe ist eine genaue Führung der betreffenden Verzeichnisse unerlässlich. Wenn über diese Gegenstände nicht sehr sorgfältige Nachweise geführt werden, so geht bei größeren Bauten durch Nachlässigkeit und Diebstahl ungemein viel verloren. Zur Erlangung einer guten Uebersicht empfiehlt es sich, den einzelnen Arbeitsgeräthen ein dauerhaftes Kennzeichen, etwa eine Aufschrift mit Oelfarbe (in Worten und Zahlen), zu geben.

Wichtig ist die Kenntniss der Arbeiterversicherungsgesetze und der gesetzlichen Bestimmungen über die Verantwortlichkeit bei Unfällen, worüber die folgenden Artikel nähere Angaben enthalten. Auch mit den einschlagenden baupolizeilichen Vorschriften muß der Aufsichtsbeamte sich bekannt machen.

153. Krankenversicherung. Jeder Lohnarbeiter muß einer Krankenkasse angehören; versicherungspflichtig sind auch alle Angestellten, deren Lohn oder Gehalt nicht mehr als $6\frac{2}{3}$ \mathcal{M} täglich oder 2000 \mathcal{M} jährlich beträgt.

Es giebt Orts-, Betriebs-, Bau-, Innungs- und Hilfs-Krankenkassen, sowie eine diese Kassen ergänzende Gemeinde-Krankenversicherung. Jede Kasse hat ihre eigene Verwaltung und ihr besonderes Kassenstatut, mit welchem man sich daher bekannt machen muß. Die Ortskrankenkassen bilden die Regel. Betriebs- und Bau-Krankenkassen können oder müssen in geeigneten Fällen, wenn bei der Unternehmung 50 und mehr versicherungspflichtige Personen beschäftigt sind, eingerichtet werden. Im allgemeinen gehört jeder Arbeiter zu einer bestimmten Kasse, ohne daß er nöthig hat, ihr förmlich beizutreten oder sich an- und abzumelden. Das letztere liegt bei den Ortskrankenkassen und bei der Gemeinde-Krankenversicherung dem Arbeitgeber ob, welcher auch die ganzen Beiträge einzuzahlen hat.

Die An- und Abmeldungen müssen spätestens am dritten Tage nach Antritt bezw. Beendigung der Beschäftigung an den dazu bestimmten Meldestellen erfolgen. Die Beiträge sind im voraus zu den durch Statut festgesetzten Terminen einzuzahlen. Von diesen Beiträgen hat der Arbeitgeber $\frac{1}{3}$ aus eigenen Mitteln zu leisten, der Rest darf bei jeder regelmäßigen Lohnzahlung in Abzug gebracht werden, soweit er auf diese Lohnzahlungsperiode antheilsweise entfällt. Die Anrechnung höherer Beiträge ist strafbar.

Das Statut bestimmt die Höhe der Beiträge, die Zahlungstermine und die Leistungen der Krankenkasse. Die Beiträge werden bei den

Ortskrankenkassen nach Procenten des durchschnittlichen Tagelohnes bemessen, wobei die Höhe des letzteren klassenweise (nach Lohnklassen) festgesetzt werden kann. Bei den Betriebskrankenkassen werden bisweilen die wirklich verdienten Lohnbeträge der Beitragsberechnung zugrunde gelegt.

Die Kassen haben den Mitgliedern gewisse gesetzliche Mindestleistungen zu gewähren, das Statut bestimmt Art und Umfang der wirklichen Leistungen. Die Verwaltungskosten trägt bei den Betriebs- und Bau-Krankenkassen der Arbeitgeber.

154. Invaliditäts- und Alters-Versicherung. Alle Lohnarbeiter über 16 Jahre einschließl. der Dienstboten sind versicherungspflichtig, ebenso Betriebsbeamte usw., deren Jahresverdienst an Lohn oder Gehalt 2000 *M* nicht übersteigt. Ausgenommen von der Versicherungspflicht sind Personen, welche Invalidenrente beziehen oder bereits invalid, d. h. nicht mehr imstande sind, mindestens $\frac{1}{3}$ des ortsüblichen Tagelohnes zu verdienen; ferner die mit Pensionsberechtigung angestellten Staats- und Communalbeamten. Die Durchführung der Versicherung erfolgt durch besondere Versicherungsanstalten, deren Gebiet örtlich (nach Provinzen usw.) abgegrenzt ist und alle darin beschäftigten Personen umfaßt.

Die Beiträge werden durch Einkleben von Marken, welche die Versicherungsanstalt ausgiebt und die in den Postanstalten käuflich sind, in die Quittungskarte des Versicherten beigebracht. Die Marken entsprechen dem Beitrage für eine Kalenderwoche. Ihre Verwendung liegt dem Arbeitgeber ob und zwar demjenigen, welcher den Versicherten in der Woche zuerst beschäftigt hat, sodafs dieser den vollen Wochenbeitrag zu entrichten hat. Die Höhe der wöchentlichen Beiträge wird für je 5 Jahre im voraus festgesetzt; bis zum Jahre 1901 gelten folgende Sätze:

in Lohnklasse I	(bis zu 350 <i>M</i> Jahresverdienst)	14 <i>g</i>
„ „	II (von mehr als 350 bis 550 <i>M</i>)	20 „
„ „	III („ „ „ 550 „ 850 „)	24 „
„ „	IV („ „ „ 850 <i>M</i>) . . .	30 „

Der Arbeitgeber hat bei jeder Lohnzahlung die Marken in die Quittungskarten in fortlaufender Reihe einzukleben; ihre Entwerthung regelt sich durch besondere Vorschriften. Den Arbeitern darf die Hälfte der Beiträge in Abzug gebracht werden, die Abzüge dürfen sich aber nur auf die für die beiden letzten Lohnzahlungsperioden entrichteten Beiträge erstrecken.

Die Einziehung der Beiträge fällt dem Arbeitgeber zur Last; sie kann jedoch durch besondere Vorschriften in anderer Weise geregelt werden und dementsprechend werden an zahlreichen Orten die Beiträge durch die Krankenkassen oder andere Hebestellen eingezogen. In diesen Fällen werden Bestimmungen über die An- und Abmeldung der Versicherten erlassen, welche zu beachten sind. Die Berechtigung der Arbeitgeber, bei der Lohnzahlung die Hälfte der fällig gewordenen Beiträge in Abzug zu bringen, bleibt hierbei unverändert.

Die Quittungskarte darf nach Einklebung der Marken nicht wider den Willen des Inhabers zurückbehalten werden. Eintragungen oder Vermerke über Führung, Leistung u. dergl. in oder an der Quittungskarte

sind verboten und strafbar. Die Anwendung der Gesetzesvorschriften darf zum Nachtheile der Versicherten nicht ganz oder theilweise ausgeschlossen werden; zuwiderlaufende Bestimmungen sind ungültig.

Die Höhe der jährlichen Invalidenrente wird nach der Anzahl der in den einzelnen Lohnklassen geleisteten Beitragswochen berechnet und steigt mit jeder Beitragswoche in den vier Lohnklassen der Reihe nach um 2, 6, 9 und 13 § über den die Grundlage bildenden festen Satz von 110 \mathcal{M} . Die Wartezeit, nach deren Ablauf das Recht auf Rente beginnt, beträgt 5 Beitragsjahre von je 47 Beitragswochen. Beispielsweise beträgt die Invalidenrente, wenn 500 Beitragswochen in Lohnklasse II geleistet sind,

$$110 + 500 \cdot 0,06 = 140 \mathcal{M}.$$

Die Höhe der Altersrente richtet sich nicht nach der Anzahl der Beitragswochen, sondern nach der Höhe des durchschnittlichen Lohnsatzes, von welchem die einzelnen Beiträge entrichtet worden sind. Wenn die letzteren alle in die gleiche Lohnklasse fallen, so stellt sich die Altersrente einschließlic des Reichszuschusses von 50 \mathcal{M} auf

106,40 \mathcal{M}	für Lohnklasse	I,
134,60	" "	II,
162,80	" "	III,
191,—	" "	IV.

Die Altersrente beginnt nach Ablauf des 70. Lebensjahres unter Voraussetzung einer Beitragszeit von 1410 Beitragswochen (30 Beitragsjahre zu je 47 Beitragswochen). Für die Uebergangszeit sind Erleichterungen vorgesehen und zwar vermindert sich die Wartezeit um so viele Beitragsjahre, als der Versicherte am 1. Januar 1851 Lebensjahre hatte. Es muß jedoch der Nachweis geführt werden, daß der Versicherte bereits in den Jahren 1888 bis 1890, welche dem Inkrafttreten des Gesetzes (am 1. Januar 1891) unmittelbar vorangingen, mindestens 141 Wochen hindurch in einem der gegenwärtigen Versicherungspflicht entsprechenden Lohn- oder Dienstverhältnisse gestanden hat.

Alle Renten werden durch die Versicherungsanstalt festgesetzt.

Eine Selbstversicherung in Lohnklasse II ist unter Verwendung besonderer Marken unter gewissen Bedingungen für Personen unter 40 Jahren zulässig.

155. Unfallversicherung. Ein Betriebsunfall ist ein mit dem Betriebe in Verbindung stehendes Ereigniß, welches für Leben oder Gesundheit schädlich ist; das Ereigniß braucht nicht auf den besonderen Gefahren des Betriebes zu beruhen. Auch solche Unfälle, welche sich bei der Beschäftigung außerhalb der eigentlichen Betriebsstätten, bei Transporten usw., ereignen, gehören zu den Betriebsunfällen; ausgeschlossen sind nur die ganz außer Beziehung zu dem Betriebe stehenden Unfälle (z. B. auf Urlaubsreisen, durch Schlägereien usw.). Dagegen ist es völlig unerheblich, ob ein wirklicher Betriebsunfall durch irgend ein Versehen oder etwa durch höhere Gewalt entstanden ist; er ist stets von der Genossenschaft zu entschädigen.

Der Versicherung unterliegen gesetzmäßig ohne weiteres alle in den Betrieben der Berufsgenossenschaften beschäftigten Arbeiter und Be-

trichtsbeamten, deren Lohn oder Gehalt nicht über 2000 *M* jährlich beträgt.

Die Entschädigung erstreckt sich bei der Körperverletzung auf freie Cur und auf eine Rente für die Dauer der Erwerbsunfähigkeit, bei der Tödtung auf ein Sterbegeld (20facher Betrag des Tagesverdienstes) und eine vom Todestage an zu gewährende Rente an die Hinterbliebenen.

Bei einer Körperverletzung hat für die ersten 13 Wochen die Krankenkasse einzutreten; vom Beginne der fünften Woche an muß jedoch das baare Krankengeld mindestens $\frac{2}{3}$ des durchschnittlichen Lohnsatzes ausmachen und zwar hat der Arbeitgeber den entsprechenden Zuschuß an die Kasse zu leisten. Erst vom Beginn der vierzehnten Woche ab tritt die Berufsgenossenschaft ein.

Die Kosten der Unfallversicherung werden ohne Heranziehung der Versicherten von den zu Berufsgenossenschaften vereinigten Betriebsunternehmern getragen.

Die Berufsgenossenschaften werden für bestimmte Bezirke gebildet und umfassen innerhalb derselben alle Betriebe, für welche sie errichtet sind. Jeder Betrieb ist bei der unteren Verwaltungsbehörde anzumelden und jeder Unfall ist der letzteren binnen zwei Tagen anzuzeigen. Die Feststellung der Entschädigung erfolgt durch den Vorstand der Genossenschaft, die etwaige Beschwerde gegen dessen Entscheidung geht zuerst an ein Schiedsgericht, dann an das Reichsversicherungsamt. Die Auszahlung der Entschädigungen geschieht vorschufweise durch die Post.

Zum Zwecke der Kostenaufbringung hat jedes Mitglied der Genossenschaft jährlich eine Nachweisung einzureichen, welche enthält:

1. die während des abgelaufenen Rechnungsjahres im Betriebe beschäftigten versicherten Personen und die von diesen verdienten Löhne und Gehälter;
2. eine Berechnung der bei der Umlegung der Beiträge in Anrechnung zu bringenden Beträge der Löhne und Gehälter;
3. die Gefahrenklasse, in welche der Betrieb eingeschätzt worden ist.

Die Genossenschaften sind befugt, für ihren ganzen Bezirk oder für bestimmte Betriebsarten Unfallverhütungsvorschriften zu erlassen und deren Befolgung zu überwachen.

Die Betriebsunternehmer und deren Bevollmächtigte, Betriebs- und Arbeitsaufseher haften, wenn durch strafgerichtliches Urtheil festgestellt worden ist, daß sie den Unfall vorsätzlich oder durch Fahrlässigkeit mit Aufserachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit, zu der sie vermöge ihres Amtes, Berufs oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, herbeigeführt haben, für alle Aufwendungen, welche infolge des Unfalles von den Genossenschaften und Krankenkassen gemacht sind.

Anmerkung. Auszug aus dem Strafgesetzbuche. § 330: Wer bei der Leitung oder Ausführung eines Baues wider die allgemein anerkannten Regeln der Baukunst dergestalt handelt, daß hieraus für andere Gefahr entsteht, wird mit Geldstrafe bis zu 900 *M* oder mit Gefängniß bis zu einem Jahre bestraft.

§ 367: Mit Geldstrafe bis 150 *M* oder mit Haft wird bestraft

6. wer Waaren, Materialien oder andere Vorräthe, welche sich leicht von selbst entzünden oder leicht Feuer fangen, an Orten oder in Behältnissen auf-

bewahrt, wo ihre Entzündung gefährlich werden kann, oder wer Stoffe, die nicht ohne Gefahr der Entzündung beieinander liegen können, ohne Absonderung aufbewahrt;

14. wer Bauten oder Ausbesserung von Gebäuden, Brunnen, Brücken, Schleusen oder anderen Bauwerken vornimmt, ohne die von der Polizei angeordneten oder sonst erforderlichen Sicherungsmaßregeln zu treffen;

15. wer als Bauherr, Baumeister oder Bauhandwerker einen Bau oder eine Ausbesserung, wozu die polizeiliche Genehmigung erforderlich ist, ohne diese Genehmigung oder mit eigenmächtiger Abweichung von dem durch die Behörde genehmigten Bauplane ausführt oder ausführen läßt.

Vierzehnter Abschnitt.

Wege- und Strafsenbau.

156. Anlage und Abmessungen der Verkehrswege. Die Wege sind, dem Gelände thunlichst angepafst, auf trockenem Untergrunde, sonnig und luftig anzulegen, rutschiges Gelände ist womöglich zu umgehen oder vor Inangriffnahme der Erdarbeiten zu entwässern. Die Strafsenkronen liegen zweckmäfsig etwas über dem Gelände. Langgestreckte niedrige Einschnitte sind wegen der Schneeverwehungen thunlichst zu vermeiden oder durch Weifsdornhecken u. dergl. zu schützen. Tiefe Einschnitte können den angrenzenden Ländereien durch Austrocknung nachtheilig werden.

Die Steigungen betragen bei steilen Waldwegen, auf denen nur Thalfrachten stattfinden, bis zu 12 cm auf 1 m Länge, im allgemeinen sind die Grenzwerte der Steigungen

für Feld- und Waldwege im Gebirge	8	cm auf 1 m Länge,
„ „ „ „ „ „ Flach- und Hügellande	6	„ „ „ „ „
„ Kunststraßen im Gebirge	5	„ „ „ „ „
„ „ „ „ „ „ Hügellande	4	„ „ „ „ „
„ „ „ „ „ „ Flachlande	2,5	„ „ „ „ „

Je besser die Beschaffenheit der Fahrbahn ist, desto geringer soll die Steigung einer Strafsen sein, weil die Abnahme der Zugleistungen bei der Bergfahrt um so mehr ins Gewicht fällt, je gröfser die Zugleistung auf der wagerechten Strecke, also je fester und glatter die Fahrbahn ist. Ferner ist die Ermäfsigung der Steigungen um so wünschenswerther und es können dafür um so gröfsere Kosten angelegt werden, je gröfser der Verkehr ist.

Den asphaltirten Strafsen giebt man keine stärkeren Steigungen als 1,3 bis 1,5 cm/m.

Die Steigungen müssen ferner in den Krümmungen kleiner als auf geraden Strecken gemacht werden.

Ganz wagerechte Strecken sind nur bei freier Lage und guter Entwässerung der Strafsen zulässig, wünschenswerth ist aber auch hier ein Mindestgefälle von $0,2 \text{ cm/m} = 1 : 500$.

In scharfen Krümmungen ist eine Verbreiterung der Fahrbahn nothwendig. Der Krümmungshalbmesser der Mittellinie sollte womöglich nicht unter 30 m betragen.

Für Strafsenbahngleise ist im Nothfalle ein Halbmesser von 15 m noch anwendbar.

Die Breite richtet sich nach der Art und Gröfse des Verkehrs. In ungünstigem Gelände kommen Wegebreiten von nur 2,8 m vor; alsdann

sind jedoch Ausweichstellen womöglich derartig anzulegen, daß von der einen zur anderen gesehen werden kann. Damit sich zwei Fuhrwerke überall begegnen können, muß die Fahrbreite mindestens 4,6 m betragen. Chausseen wurden früher gewöhnlich 9 bis 12 m breit gemacht, während gegenwärtig häufig geringere Breiten von 7 und sogar nur 6 m vorkommen.

157. Form der Strafsenoberfläche. Eine mäßige Wölbung des Planums ist zur seitlichen Abführung des Regenwassers selbst auf Sandwegen vortheilhaft. Freilich wird die Wölbung der unbefestigten Fahrbahn durch die entstehenden tiefen Gleise in der Regel bald unterbrochen, weshalb man durch Planirung von Zeit zu Zeit nachhelfen muß. Hat ein solcher Weg ein starkes Längengefälle, so würde das herabrinnde Regenwasser die Gleise bald ausspülen und erweitern, weshalb man über die ganze Breite des Weges ausgepflasterte flache Mulden anlegen muß, durch welche das Wasser aus den Gleisen in die Seitengräben ablaufen kann.

In Lehm- oder Letteboden muß die Entwässerung sehr sorgfältig sein und es muß auch darauf hingewirkt werden, daß die Seitengräben womöglich niemals mit Wasser angefüllt bleiben, sondern dieses rasch abführen. Denn die fetteren Erdarten geben nur solange sie trocken sind, einen festen, guten Weg; wenn sie aber durchnäßt sind, werden sie sozusagen grundlos und die Räder sinken tief ein.

Die Oberfläche der Strafe wird nur selten nach einem Kreisbogen geformt, häufiger nach quergeneigten geraden Linien, die in der Mitte durch einen kurzen flachen Bogen miteinander verbunden werden.

Die Querneigung kann um so geringer sein, je breiter und glatter die Fahrbahn und je größer das Längengefälle ist.

Sie beträgt durchschnittlich

bei chassirten Strafsen . . .	3 bis 6 $\frac{0}{10}$,
„ gepflasterten „ . . .	2 $\frac{1}{2}$ bis 4 $\frac{0}{10}$,
„ asphaltirten „ . . .	1,5 bis 2 $\frac{0}{10}$.

Bürgersteige erhalten eine Querneigung von etwa 3 $\frac{0}{10}$, Sommerwege und Bankette 3 bis 5 $\frac{0}{10}$.

Gräben sind überall erforderlich, wo das Planum nicht wenigstens 0,6 m über dem Gelände liegt. Wo sie, wie beispielsweise in durchlässigem Sandboden, kein Wasser abzuführen haben, dienen sie nur zur Begrenzung und können dem Gelände folgend gleichmäßig tief angelegt werden und zwar mit 0,3 m Sohlbreite, 0,4 m Tiefe und 1 $\frac{1}{2}$ fachen Böschungen. In den meisten Fällen müssen aber die Gräben für die Ableitung des zufließenden Wassers eingerichtet werden und dementsprechend ein ununterbrochenes Gefälle nach den Abflusstellen haben. Bisweilen werden gepflasterte Rinnen an Stelle der offenen Gräben angelegt und häufig ist es geboten, das Wasser unterirdisch von einer Strafsenseite nach der anderen zu leiten.

Auf den Landwegen und Kunststraßen wird gewöhnlich nur ein Theil des Planums befestigt. Die Chassirung wird gewöhnlich 4 m und nur ausnahmsweise über 4,5 m breit gemacht; bisweilen begnügt man sich mit 2,5 m; alsdann muß aber ein 2,5 bis 3 m breiter Sommerweg neben der Steinbahn vorhanden sein, um das Begegnen zweier Wagen zu ermöglichen. Beiderseits schliessen sich seitliche Bankette von je

1 bis 2 m Breite an, das eine zum Aufstapeln von Materialien, das andere für Fußgänger.

Die Böschungen werden in den Aufträgen niemals steiler als $1:1\frac{1}{2}$ gemacht. Die Einschnittböschungen dürfen je nach der Beschaffenheit der Bodenart eine steilere Anlage erhalten, jedoch müssen sie in niedrigen Einschnitten zur Verhütung von Schneeverwehungen abgeflacht werden.

Den vorstehenden Angaben gemäß läßt sich die erforderliche Gesamtbreite der StraÙe für den Grunderwerb feststellen, wenn noch berücksichtigt wird, daß am FuÙe der Dammböschungen und längs der äußeren Grabenränder 0,5 m breite Schutzstreifen erforderlich sind.

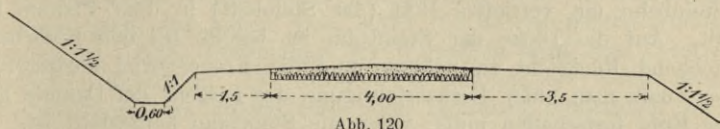


Abb. 120

Abb. 120 veranschaulicht das Querprofil einer Chaussee mit Sommerweg, wobei der Deutlichkeit wegen die Höhen in größerem Maßstabe gezeichnet sind als die Längen.

158. Gebesserte Wege. Sandige Wege lassen sich durch Aufbringen von etwas Lehm verbessern. Die Lehmschicht braucht nur etwa 5 cm stark zu sein, für 1 qm Oberfläche sind also etwa 0,05 cbm Lehm erforderlich. Solche sog. Lehmchauseen sind bei trockener Witterung recht brauchbar; in feuchtem Zustande dürfen sie aber zur Vermeidung schneller Zerstörung nicht befahren werden und es wird deshalb nicht das ganze Planum mit der Lehmdecke versehen, sondern nur ein 2,5 bis 3 m breiter Streifen. Bei feuchter Witterung fährt man auf dem unbefestigten Sandwege, welcher alsdann fester wird, während die Lehmdecke aufweicht.

Besser und allgemeiner anwendbar als eine Lehmdecke ist die Befestigung mit Kies und Sand, und zwar sowohl bei lehmigem als bei sandigem Untergrunde.

Der Kies muß hart und wetterfest sein, durch Siebe werden die sandigen Beimengungen und die zu großen Stücke ausgeschieden und zwar nicht erst auf der Baustelle, sondern schon in der Grube. Man thut gut, die untere Kante des Siebes in einen Bretterkasten einzusetzen, der an einer Seite keine Wand hat und so aufgestellt wird, daß man das gereinigte Material mit Leichtigkeit in darunter gefahrene Schubkarren oder sonstige Transportmittel vorschieben kann, ohne es aufs neue zu heben. Das Sieb muß übrigens dicht neben der Fundstelle des Kieses aufgestellt werden, sodafs womöglich der Arbeiter, der den Kies aus dem Berge abgräbt, ihn gleich auf das Sieb werfen kann. Die kleinsten Kieskörner sollen etwa Erbsengröße, die größten Wallnufsgröße haben.

Auf sandigem Untergrunde erhalten gebesserte Landwege, die Sommerwege der Kunststraßen und Fußwege eine 5 bis 8 cm starke Kiesschüttung und darüber eine 2 cm starke Lehmschicht als Bindemittel. In thonigem Boden ist eine Packlage aus Schotter oder groben Kiesstücken als Unterlage für die eigentliche Kiesdecke zweckmäßig, und zwar mit

Sickerrinnen bis zu den Seitengräben, um das Tagewasser schnell abzuführen.

Bessere Fußwege werden gepflastert und zwar auf einer Sandbettung entweder mit kleinen, zerschlagenen Steinen (Mosaikpflaster) oder mit Platten aus natürlichen oder künstlichen Steinen. Die Steinstückchen des Mosaikpflasters sind 8 bis 10 cm hoch und haben eine 30 bis 60 qcm große unregelmäßige Kopffläche.

159. Chaussirung. Die Befestigung der Fahrbahn durch Chaussirung wird gewöhnlich in folgender Weise ausgeführt. Nachdem das Steinmaterial herangeschafft und zugerichtet ist, wird zunächst zur Aufnahme der Steinbahn ein vertieftes Bett (das Steinbett) in dem Planum hergestellt. Auf die Dicke der Steinbahn ist bereits bei den Erdarbeiten entsprechend Rücksicht zu nehmen und die Krone soviel niedriger anzulegen, daß man unter Berücksichtigung des Setzens der Dämme nicht wieder Erde fortschaffen muß, wenn die Steinbahn hergestellt ist.

Der Boden des Steinbettes muß nach einer Lehre angelegt werden, deren Form von der Lehre für die Wölbung der Bahn etwas abweicht, weil die Steinbahn in der Mitte um etwa 5 bis 8 cm stärker gemacht wird als an den Seiten.

Nach Herstellung des Steinbettes gräbt man an seinen äußersten Rändern 10 cm tiefe Rinnen ein und setzt die längsten Steine, die aus den geschlagenen Steinen ausgesucht oder besonders beschafft werden, als Bordsteine aufrecht in diese Rinnen, einen an den anderen, mit der breiten Seite gegen die Erdwand des Steinbettes gelehnt. Diese Bordsteine bilden gleichsam das Widerlager der Steinbahn; sie werden so tief eingesetzt, daß ihre Oberkanten sich später 5 bis 8 cm unter der fertigen Chausseeoberfläche befinden.

Zwischen den Bordsteinen wird nun eine Packlage dadurch gebildet, daß das gröbere Steinmaterial (etwa 18 cm hoch, 15 cm breit und 10 cm dick) sorgfältig hochkantig nebeneinander gepackt wird, wobei die ebene, aber schmale Seite nach unten kommt (wie ein umgekehrtes Pflaster). Auf die Packlage kommt eine Decklage von kleineren Steinen.

Die Packlage wird nicht unter 12 cm stark gemacht, für schweren Frachtverkehr giebt man ihr eine durchschnittliche Dicke von 16 bis 18 cm. Damit sie sich mit der Decklage gut verbindet, dürfen die Steine niemals auf das breite, ebene Lager gelegt werden und zu breite Steine müssen gespalten oder zerschlagen werden. Oben werden demnächst die vorstehenden Steinspitzen abgeschlagen und die Zwischenräume mit kleinen Steinen sorgfältig ausgezwickt.

Die Decklage erhält eine Stärke von 9 bis 15 cm. Der Steinschlag muß gleichmäßig in der Größe sein und zwar werden die Stücke für sehr festes Material 4 cm, für weicheres 6 cm groß geschlagen; zur Bemessung der Größe dienen Ringe.

Das Kleingeschlag wird in der vorgeschriebenen Stärke unter Berücksichtigung der Querneigung lose aufgebracht und mit schweren gußeisernen Walzen festgewalzt. Der mit Maschinen hergestellte Steinschlag muß vor der Verwendung gesiebt werden, um den Grus auszuschneiden. Ist hartes Steinmaterial knapp und kostspielig, so bringt man zwei Decklagen von geringerer Stärke auf und kann alsdann zu der unteren

das weniger widerstandsfähige Material verwenden. Jede Lage wird besonders abgewalzt und 6 bis 10 cm stark gemacht.

Das Walzen geschieht am besten bei nassem Wetter; bei trockener Witterung ist eine Anfeuchtung durch Begießen mit Wasser nothwendig. Man walzt zuerst an den Rändern und schreitet dann nach der Mitte vor. Pferdewalzen haben etwa 1,25 m Rollfläche (Walzenlänge) und leer 4000 kg, voll belastet 6000 kg Gewicht. In einer Stunde Arbeitszeit können damit etwa 5 cbm Steinschlag oder 50 qm einer 10 cm starken Decklage fertig eingewalzt werden. Man walzt wohl 30 bis 60 mal; je stärker die Steinlage, desto länger muß gewalzt werden. Während des Walzens (nicht schon vorher) bringt man etwas Bindematerial auf, und zwar Sand oder feinen Kies, sowie die durchgesiebten Abfälle des Steinschlages. Nach Beendigung der Walzarbeit wird eine 1 cm starke Sanddecke aufgebracht. Die Walze wird während der Arbeit nach und nach beschwert, bis zuletzt ihre volle Belastung eingetreten ist. Die Bespannung (mit sechs Pferden) braucht hierbei nicht vermehrt zu werden, weil die Widerstände der Bewegung mit der fortschreitenden Befestigung abnehmen.

Um das während der Herstellung der Steindecke einsickernde Wasser abzuleiten, muß schon bei der Anlage des Steinbettes für seine Entwässerung gesorgt werden. Entweder durchsticht man die Seitenbankette in angemessenen Abständen, oder man legt Sickerkanäle quer durch die ganze Breite des Planums unter der Steindecke an, damit das Wasser aus dem Steinbett seitwärts ablaufen kann.

Die Bordsteine werden bisweilen fortgelassen und durch einzelne, in Abständen von 5 bis 6 m gesetzte Richtsteine ersetzt; letztere haben den Zweck, den Rand der Steinbahn nach Richtung und Höhe festzulegen.

Häufig wird die Chaussirung auch ohne Packlage hergestellt, und zwar entweder aus mehreren Lagen Steinschlag (makadamisirte Strafen) oder als sog. Kies-Chausseen. Die ersteren sind für nachgiebigen Untergrund nur wenig geeignet. Für die Kies-Chausseen ist nur vorzügliches Kiesmaterial anwendbar, mit etwas Sandgehalt, aber ohne erdige Beimengungen. Der gröbere Kies kommt, entsprechend der Packlage, nach unten. Ist der Kies nicht sehr fest, so kann man seine Verwendung auf die untere Lage beschränken und eine Decklage aus Steinschotter darauf setzen.

Der Steinschlag soll aus harten Steinarten hergestellt werden. Bei der Abnahme der Lieferungen geschlagener Steine ist große Vorsicht erforderlich, weil man den Steinbrocken nicht so leicht als den ungeschlagenen Steinen ansieht, ob sie weich und verwitterlich sind. Deshalb ist es üblich, die Steine ungeschlagen anliefern zu lassen und erst an der Verbrauchsstelle kleinschlagen zu lassen. Das Aufsetzen der ungeschlagenen Steine in regelmäßige Haufen wird in der Regel durch eigene Arbeiter bewirkt und nicht den Lieferanten überlassen. Die Abnahme findet streckenweise erst dann statt, wenn das ganze Material für die betreffende Strecke vollständig vorhanden ist. Die abgenommenen und vermessenen Haufen werden mit Kalkmilch angesprengt.

Zu 1 cbm fertiger Steindecke sind etwa 1,3 cbm dicht aufgesetzte Feld- oder Bruchsteine erforderlich.

160. Pflasterung. Das Bett, in welches eine Pflasterung gesetzt werden soll, muß abgeebnet, festgestampft und mit Pflastersand (grobem Sand oder feinem Kies) beschüttet sein. Die Sandbettung wird 15 bis 30 cm stark gemacht und reicht an jeder Seite mindestens 15 cm über die Kante hinaus.

Die einzelnen Pflastersteine werden, und zwar zunächst die etwas größeren Randsteine, so in den Sand einer an den anderen fest eingesetzt, daß die Oberfläche möglichst eben ausfällt und etwa 3 cm höher steht, als die später abgerammte StraÙe werden soll. Nach dem Setzen werden die Fugen durch Einschütten von Pflastersand ausgefüllt. Das Abrammen geschieht mit 16 bis 20 kg schweren Handrammen derartig, daß von jedem Borde nach der Mitte hin fortschreitend je zwei Arbeiter thunlichst auf derselben Querreihe gleichzeitig rammen. Mit dem Rammen ist 3 m vor dem jedesmaligen Ende der Pflasterung aufzuhören. Alle Steine, die bei dem Abrammen zerbrechen, spalten oder zu tief einsinken, müssen entfernt und durch andere, gut einpassende ersetzt werden.

Um das Profil der Pflasterung richtig zu treffen, werden zunächst einzelne Reihen nach den gegebenen Festpunkten angelegt, welche die Lehre für die ganze Arbeit abgeben und auf die man die Visirtafeln aufsetzt, um alle zwischengelegenen Punkte zu bestimmen. Ebenso setzt man für die anzulegenden Wasserrinnen oder Rinnsteine einzelne Lehren.

Erst nach der Abnahme des Pflasters wird es mit Sand eingefegt und mit einer 2 cm hohen Sandlage bedeckt.

Man unterscheidet rauhes Pflaster und Kopfstein- oder Reihenpflaster. Das erstere, auch Rundsteinpflaster genannt, besteht aus Findlingen oder Bruchsteinen, an denen entweder gar keine oder nur eine geringe Bearbeitung vorgenommen wird. Bei der Unregelmäßigkeit der Steine ist eine häufige Anwendung von Zwickern erforderlich, welche in die oben geöffneten Fugen in Sand versetzt werden. Eine Sortirung der Steine und Verwendung der einzelnen Sorten in zusammenhängenden Flächen ist zu empfehlen.

Kopfsteine nennt man solche Pflastersteine, die eine glatte und regelmäßige Kopffläche haben, sodafs sie in regelmäßigen Reihen nebeneinander gestellt werden können. Sie haben in der Regel die Form von abgestumpften Pyramiden und größere Höhe als Länge und Breite; die besten und theuersten sind die sogenannten Würfelsteine, welche allseitig rechtwinklig bearbeitet sind.

Die Reihen werden rechtwinklig auf die Borde angelegt, in den Reihen stehen die Steine der Länge nach und mit versetzten Stofsugen. Die Abmessungen werden in den Lieferungsbedingungen vorgeschrieben und betragen bei den länglichen Pflastersteinen 13 bis 21 cm Länge und 10 bis 15 cm Breite der Kopffläche bei 12 bis 16 cm Höhe, bei Würfelsteinen 12 bis 20 cm Seitenlänge der Kopffläche und 10 bis 20 cm Höhe.

Die Köpfe müssen rechteckig bearbeitet sein und die Seitenflächen mindestens auf 2 bis 5 cm Höhe vom Kopfe rechtwinklig zur Kopffläche stehen; die GröÙe der ebenen Grundflächen muß mindestens $\frac{2}{3}$ der Kopffläche betragen.

Je besser die Steine sind, mit denen man pflastert, desto besser muß auch die Unterbettung sein, zu welcher man deshalb unter Umständen groben Kies trocken oder mit Mörtel (als Stampfbeton) verwendet. Eine solche Betonunterlage erhält 15 bis 20 cm Stärke und ist vorzugsweise da am Platze, wo auch die Pflastersteine in hydraulischem Mörtel versetzt werden, ferner bildet sie den Unterbau aller Asphaltstraßen. Das auf einer Betonunterlage ruhende Pflaster wird nicht abgerammt.

Die gewöhnlichen Pflastersteine werden in Haufen aufgesetzt und nach cbm abgenommen, Würfelsteine und häufig auch Reihenpflastersteine nach qm der Oberfläche. Rauhes Pflaster erfordert eine Rohmaterialmenge von durchschnittlich 1,10 der fertigen Pflasterdecke, bei dem Kopfstein- und Reihenpflaster ist der Rauminhalt der aufgesetzten Steine gleich demjenigen der fertigen Steindecke.

161. Durchlässe. Bei der Anlage von Straßen müssen nicht nur für ihre Ueberführung über vorhandene Bäche und Flüsse Brücken erbaut werden, sondern es ist auch für die Ableitung des in Gräben, Rinnen und als sogenanntes wildes Wasser die Linie des Straßenzuges kreuzenden Wassers Sorge zu tragen. Die hierzu erforderlichen Durchlässe werden zwar schon bei der Entwurfsaufstellung nach Lage und GröÙe festgestellt, immerhin kann es vorkommen, daß sich bei der Ausführung Abweichungen als nothwendig ergeben oder daß nicht vorgesehene Durchlässe angelegt werden müssen. Es ist daher wichtig, während der Erdarbeiten zu einer neuen StraÙe die Abflußverhältnisse der durchschnittenen Ländereien sorgfältig zu beobachten, sich mit den örtlichen Bedürfnissen bekannt zu machen und nöthigenfalls darüber auch ohne Auftrag zu berichten.

Für die erforderliche GröÙe der Durchlässe ergibt sich gewöhnlich der beste Anhalt aus der GröÙe der in dem Graben schon vorhandenen älteren Durchlässe, wobei man sich aber erkundigen muß, ob diese sich als ausreichend bewährt haben; ferner aus der GröÙe der Zuleitungsgräben, der GröÙe des Abflußgebietes usw. Von Nutzen wird es immer sein, mit ortskundigen Personen Rücksprache zu nehmen.

Häufig werden die Durchlässe aus Rohren hergestellt. Alsdann ist bei der Verlegung ganz besonders darauf zu achten, daß die Rohre nicht zu hoch gelegt werden.

Man darf sie durchaus nicht mit ihrer Unterkante in die Höhe der Grabensohle legen, sondern etwa so, daß die Mittellinie des Rohres in jene Höhenlage zu liegen kommt. Der Grund dafür ist leicht einzusehen

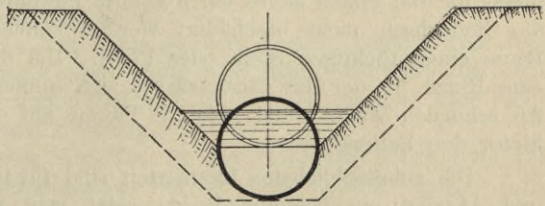


Abb. 121

und ein Blick auf Abb. 121 zeigt, daß bei der oberen Rohrlage trotz des großen Durchmessers nur ein kleiner Durchflußquerschnitt für das Wasser vorhanden sein würde. Das Rohr muß also tiefer als die regelmäßige Grabensohle liegen und die anschließenden Grabenstrecken müssen einen entsprechenden Anschluß erhalten.

Bei den Durchlässen mit ebener Sohle und lothrechten Seitenwänden würde eine fehlerhafte Höhenlage augenfälliger sein, auch bedürfen sie einer Tieferlegung der Sohle nicht in gleichem Maße wie die Rohrdurchlässe. Immerhin ist es gut, auch bei ihnen die Sohle etwas tiefer als die Grabensohle anzulegen, damit der Durchlaß für eine etwaige spätere Grabenvertiefung kein Hinderniß bildet.

Die Construction der Durchlässe richtet sich nach der Weite und den verfügbaren Baumaterialien. Cementrohre (vgl. Art. 132) lassen sich fast überall in der Nähe der Baustelle anfertigen und sind für Lichtweiten von 30 bis 100 cm sehr zweckmäßig. Gemauerte Plattendurchlässe erhalten zweckmäßig ein durchgehendes Fundament, welches zugleich die Sohle des Durchlasses bildet. Nur bei Lichtweiten über 1 m ist es der Kosten wegen vorzuziehen, jedem Widerlager ein besonderes Fundament zu geben und die Sohle durch Pflasterung zu bilden; alsdann sind aber wenigstens am Ein- und Auslaufe durchgehende Heerdmauern vorzusehen.

Mit Steinplatten lassen sich Oeffnungen bis zu 0,9 m Lichtweite überdecken. Die Platten müssen der guten Auflagerung wegen die $1\frac{1}{2}$ fache Lichtweite zur Länge haben und 0,15 bis 0,25 m stark sein. Der Mittelpfeiler eines doppelten Plattendurchlasses muß die für die Auflagerung der beiderseitigen Platten erforderliche Stärke haben. Durchlässe von mehr als 1 m Lichtweite werden überwölbt.

162. Nebenanlagen. Bäume in etwa 10 bis 12 m Abstand voneinander sind eine angenehme Zier der Wege und wegen Darbietung des erwünschten Schattens im Sommer, sowie als Wegweiser im Schnee zulässig und empfehlenswerth. Es darf jedoch die Strafe nicht dem Lichte und Luftzuge entzogen werden, weil die gute Austrocknung der Fahrbahn für ihren Bestand und Zustand sehr wichtig ist. Deshalb sind fortlaufende Laubhecken und geschlossene Gebüsch an Lehmwegen nachtheilig. Die drei- bis vierjährigen, etwa 3 cm dicken und 2 m hohen Bäumchen werden auf beiden Seiten des Weges mit Versetzung um ihren halben Abstand, in mindestens 30 cm Abstand von der Kante eingepflanzt, wobei die Baumlöcher mindestens 0,80 m tief und 0,60 m breit gemacht werden. Durch loses Anbinden an Baumpfähle muß man ihnen für die ersten Jahre einen Schutz gewähren, und damit sie durch die Radachsen nicht beschädigt werden können, setzt man vor jeden Baum einen tüchtigen Stein oder Pfahl. Um die Bäumchen macht man eine Rinne, in der das Regenwasser sich sammeln und einsickern kann. An schmalen Wegen setzt man die Bäume auf den äußeren Straßenseitengraben, hinter den Seitengraben.

Die gebräuchlichsten Baumarten sind für magere Bodenarten Birken und Akazien; in besseren Boden setzt man gern Linden, Kastanien, Eichen, Ulmen und Ahorn. Pappeln beschatten die angrenzenden Ländereien in nachtheiliger Weise und sind ihnen, ebenso wie die Weiden, auch der Raupen wegen schädlich.

Die beste Jahreszeit zum Pflanzen der Bäume ist der Spätherbst oder der Frühlingsanfang, bevor nach dem Winter das Pflanzenleben wieder erwacht ist.

Eingegangene Bäume pflegt man an den Chausseen und Landstraßen nicht auszuroden, sondern derartig abzusägen, daß der stehbleibende Baumstumpf einen Schutzstein ersetzt. Die neuen Bäume werden dann zwischen die alten gesetzt.

Zur Eintheilung der StraÙe setzt man in Abständen von 100 m Nummersteine und alle 1000 m einen größeren Kilometerstein. Gegen die anstossenden Grundstücke ist das StraÙengelände durch Mark- oder Grenzsteine festzulegen, die so einzusetzen sind, daß ihre Aufsenkanten die Grenzlinien bilden. Sehr zweckmäÙig ist es ferner, die vorhandenen DurchläÙe durch aufgestellte Steine mit entsprechender Aufschrift zu bezeichnen.

Auf Dämmen sind Schutzsteine erforderlich, die in Abständen von 2 bis 4 m am StraÙenrande aufgestellt werden und deren Höhe so zu bemessen ist, daß die Wagenachsen noch soeben darüber hinweggehen. An besonders gefährlichen Stellen verbindet man die Steine oben durch eine eiserne Stange (Gasrohr) oder man stellt ein hölzernes Schutzgelande auf.

163. Ausbesserung und Unterhaltung. Eine sorgfältige und sachgemäÙe Unterhaltung ist für alle Verkehrswege sehr wichtig, während eine nachlässige Behandlung bald groÙe und kostspielige Ausbesserungen nothwendig macht.

Zur Unterhaltung gehört in erster Linie die stete Offenhaltung der Gräben, DurchläÙe und Mulden, die Instandhaltung der Böschungen, die Erhaltung einer genügend gewölbten und ausreichend festen Wegekrone, ferner bei KunststraÙen die Reinigung und die Wiederherstellung der abgenutzten Fahrbahn.

Staub und Koth darf auf der Steindecke höchstens eine Dicke von 1 bis 2 cm erreichen. Die Abfälle sind möglichst als Staub von der StraÙe zu entfernen und zwar erfolgt das Abkehren mit Besen (Piassavabesen). Die Kothbildung wird durch das Staubabziehen sehr vermindert. Das Kothabziehen kann nur bei nassem Wetter geschehen, wenn der Koth weich ist. Es dienen dazu gewöhnlich Krücken mit einem hölzernen oder eisernen Brett an langem Stiel; die Krücken dürfen nicht zu schwer sein, damit keine Steine losgerüttelt werden. Der abgezogene Koth wird auf dem Seitenbankett abgelagert und thunlichst bald, sobald er hinreichend fest geworden ist, abgefahren.

In Städten und Ortschaften mit starkem Verkehr benutzt man zum Abziehen des Staubes und Kothes häufig eine StraÙenkehrmaschine, mit welcher man zwar auf SchotterstraÙen nicht billiger arbeitet, aber mehr als mit Handarbeit zu leisten vermag.

Auf den gepflasterten StraÙen ist die Reinigung leichter als auf den chausseierten, auch erfordern sie bei der Unterhaltung weniger Aufmerksamkeit und Geld. Ist das Pflaster an einzelnen Stellen eingesunken, so ist gewöhnlich ein völliges Umpflastern der ganzen StraÙenstrecke, wobei auch die Unterbettung entsprechend ergänzt wird, einer stückweisen Ausbesserung vorzuziehen. Die ausgehobenen Steine werden, soweit sie noch gesund sind, umgearbeitet, bis sie einen neuen Kopf erhalten haben; Würfelsteine können umgewendet werden, wobei die abgenutzte Fläche nach unten kommt; unbrauchbare Steine müssen durch neue ersetzt

werden. Die Umpflasterungsarbeiten werden am besten nicht an einen Unternehmer verdungen, sondern im Tagelohne ausgeführt; dasselbe gilt auch von allen anderen Unterhaltungsarbeiten.

Für die Unterhaltung der Stein- oder Kiesbahnen der Chausseen gelten folgende Regeln. Es sind Gleiseindrücke, namentlich bei neuen und ausgebesserten Steindecken, dadurch möglichst zu verhindern, daß man durch einzelne große Steine die wahrnehmbar werdenden Fahrlinien sperrt, sodafs täglich in anderen, auch wohl in sich schlängelnden Linien gefahren werden muß. Zur Nachtzeit müssen diese Hindernisse bei Seite genommen werden. Entstandene Gleiseindrücke und sonstige Vertiefungen müssen auf einer Steinbahn mit Steinstücken, mit etwas Kies vermischt, auf einer Kiesbahn mit Kies allein ausgefüllt und festgerammt oder festgewalzt werden. Solche Ausbesserungen sind vorzugsweise im Herbst und Frühjahr vorzunehmen und zwar müssen vorerst die Vertiefungen von Schlamm und Steinmüll gehörig gereinigt werden. Nöthigenfalls löst man das letztere durch Wasserbespülung auf, um es leichter abzuziehen, und füllt auch das neue Material unter Begießen mit Wasser ein, wodurch es sich beim Rammen oder Walzen fester anschließt. Man arbeitet daher gern bei nassem Wetter.

Ist aber eine StraÙe durch schlechte Beschaffenheit des Steinmaterials unbrauchbar geworden, so muß erst besseres herbeigeschafft und je nach dem Zustande der StraÙe das schlechte Material bis in größere oder geringere Tiefe fortgebracht und durch das neue ersetzt werden, wobei die Regeln für den Neubau wieder volle Anwendung finden. Bei bloßer starker Abnutzung der oberen Decklage wird eine neue über die ganze Breite der Steinbahn regelmäÙig auf die alte aufgebracht und das frühere Profil wiederhergestellt. Die Oberfläche der alten Bahn muß zuvor von allem Schlamm und Staube befreit und möglichst rauh und scharf gemacht werden. — Ganz ebenso werden die Kiesbahnen in Ordnung erhalten.

164. StraÙenfuhrwerke und deren Ladung. Für die LandstraÙen gelten in den meisten Ländern gesetzliche Vorschriften über die Abmessungen und die Belastung der Fuhrwerke, insbesondere über die Breite der Radfelgen, weil diese von Einfluß auf die Abnutzung der StraÙe ist. Die gebräuchlichsten Felgenbreiten sind 5 bis 6 cm für leichtes und 10 bis 15 cm für schweres Fuhrwerk.

Der Raddruck ergibt sich aus dem Eigengewichte der Wagen und ihrer Ladung; er sollte 200 kg für je 1 cm Felgenbreite nicht überschreiten.

Für die Construction der StraÙenbrücken ist die Größe der Verkehrsbelastung sehr wichtig. Da es sehr kostspielig sein würde, alle Brücken für die denkbar schwersten Lasten einzurichten, so wird häufig eine den Verkehrsverhältnissen entsprechende Höchstbelastung zu grunde gelegt und das Befahren mit schwereren Lasten verboten. Für die preussischen Chausseebrücken ist vorgeschrieben, daß das Gewicht eines vierräderigen Wagens samt Nutzlast höchstens 85 dz = 8500 kg betragen darf. Schwerere Transporte sind vorher anzumelden, damit etwa nöthige Brückenverstärkungen, deren Kosten der Frachtführer zu tragen hat, hergestellt werden können.

Das Eigengewicht der Wagen beträgt durchschnittlich:

für zweispänniges Landfuhrwerk	600 kg
„ „ Frachtfuhrwerk auf Chausseen	1200 „
„ vierspänniges schweres Frachtfuhrwerk	2000 „

Die größte Last Z für jedes Pferd richtet sich nach der Beschaffenheit der Fahrbahn und den auf längeren Strecken vorkommenden Steigungsverhältnissen und kann durchschnittlich wie folgt angenommen werden.

Beschaffenheit der Fahrbahn	Z in kg für jedes Pferd der Bespannung bei der Steigung					Bemerkungen.
	0	0,02	0,04	0,06	0,08	
Sandweg	600	500	400	320	250	Z bedeutet das auf ein Pferd der Bespannung entfallende größte Gesamtgewicht von Wagen und Ladung.
Fester Erdweg	900	700	550	440	350	
Schlammige Chaussee	2200	1400	1000	750	550	
Gute Chaussee	3000	1700	1100	800	600	
Gutes Steinpflaster	4500	2100	1300	900	650	
Bestes „	6000	2400	1400	950	700	

Hieraus läßt sich die größte zulässige Ladung ermitteln. Beispielsweise ist für einen zweispännigen Wagen auf gutem Erdwege mit langen Steigungen von 0,02 die größte Gesamtlast nach der vorstehenden Tafel $= 2 \cdot 700 = 1400$ kg. Beträgt nun das Eigengewicht des Wagens 600 kg, so darf die Nutzlast $1400 - 600 = 800$ kg betragen. Wenn jedoch die genannte Steigung nur auf wenigen kurzen Strecken vorhanden ist, so kann auf diesen die Größe Z etwa um $\frac{1}{3}$ der Tafel-Werthe gesteigert werden.

Die Frachtkosten sind von der Nutzlast eines Frachtfuhrwerks abhängig und lassen sich ungefähr auf 0,30 \mathcal{M} für 1 km Wegelänge und jedes Pferd der Bespannung einschätzen. In dem letzten Beispiele würde also eine Ladung von 800 kg auf 15 km Wegestrecke etwa $2 \cdot 0,30 \cdot 15 = 9$ \mathcal{M} oder jedes Tonnenkilometer etwa 0,75 \mathcal{M} kosten. Auf einer guten Chaussee mit Steigungen bis zu 2% würde die Nutzlast eines zweispännigen Wagens von 1200 kg Eigengewicht

$$2 \cdot 1700 - 1200 = 2200 \text{ kg}$$

oder 2,2 t und die Fracht für 1 Tonnenkilometer nur

$$\frac{2 \cdot 0,30}{2,200} = \text{rund } 0,30 \mathcal{M}$$

betragen.

Fünftehnter Abschnitt.

W a s s e r b a u .

165. Wasserstandsbeobachtungen. In allen Gewässern kommen Veränderungen in der Höhe des Wasserstandes vor. Der Wasserspiegel darf daher bei der Ausführung von Messungen nicht als fest angesehen werden, und wenn die Höhen über, oder die Tiefen unter dem Wasserspiegel gemessen werden, muß man stets zugleich die eigene Höhe des letzteren gegen eine feste Marke feststellen und angeben.

Zur Beobachtung des Wasserstandes dienen die Pegel. Dies sind Höhenmafsstäbe, gewöhnlich hölzerne oder eiserne Latten, welche nach Metermafs eingetheilt und so aufgestellt sind, dafs man den Stand des Wasserspiegels unmittelbar ablesen kann.

Die Art der Aufstellung und die Höhenlage des Nullpunktes der Pegeltheilung ist an und für sich gleichgültig und kann beliebig gewählt werden. Denn der Pegel ist weiter nichts als ein Beobachtungsmittel für die örtlichen Wasserstandsänderungen und er steht sonst in keinem Zusammenhange mit dem Flusse. Aber die einmal gewählte Höhenlage eines Pegels darf nicht beliebig geändert, sondern muß unverändert beibehalten werden. Denn sonst würde ein sehr wichtiger Zweck der Pegelbeobachtungen verloren gehen, indem es nicht mehr möglich sein würde, die Wasserstände verschiedener Jahre miteinander richtig zu vergleichen.

Jeder Pegel wird zur Prüfung der Richtigkeit seiner Höhenlage an einen sicheren Festpunkt durch Höhenmessung angeschlossen, wodurch man zugleich ein sicheres Mittel gewinnt, um die zur Auswechselung oder zur Erneuerung des Anstrichs abgenommene oder etwa verloren gegangene Pegellatte richtig wieder anzubringen.

Der Wasserstand wird gewöhnlich täglich zu einer bestimmten Stunde abgelesen und in die Pegelliste eingetragen; diese wird von dem Beobachter monatlich abgeschlossen, unterschrieben und eingereicht. Für die Ausführung der Beobachtungen und die Führung der Listen erhält der Beobachter eine Anweisung.

In fließenden Gewässern hat der Wasserspiegel eine geneigte Lage. Obschon das Gefälle nicht überall gleichmäfsig ist und auch auf einer und derselben Strecke nicht immer unverändert bleibt, sondern bald stärker, bald schwächer wird, so genügt es doch für die gewöhnlichen wasserbaulichen Arbeiten, sofern die aufgestellten Pegel nicht gar zu weit auseinander liegen, bei allen Messungen und Peilungen auf den Wasserstand des nächstgelegenen Pegels Bezug zu nehmen. Wenn beispielsweise eine Flufsstrecke abgepeilt werden soll, so braucht man das Längen-

gefälle der Strecke nicht zu kennen, sondern nur den Wasserstand an dem für die fragliche Flusstrecke maßgebenden Pegel. Soll z. B. die Fahrrinne auf eine Tiefe von 1,50 m bei Mittelwasser ausgebaggert werden und steht das Mittelwasser auf 1,10 m am Pegel, der augenblickliche Wasserstand aber auf 1,40 m, also 0,30 m über M.W. (Mittelwasser), so hat man $1,50 + 0,30 = 1,80$ m tief zu baggern.

In ähnlicher Weise werden auch andere Höhen und Tiefen auf den Pegel übertragen.

So kann man beispielsweise sagen: die Unterkante der Brücke zu Marienberg liegt 3,85 m über dem Wasserstande von 0,46 m am Pegel zu Mönchswinkel, wenn man die lichte Höhe der Brücke über dem Wasserspiegel = 3,85 m gemessen hat und gleichzeitig ein Wasserstand von 0,46 m an dem nächstgelegenen Pegel (zu Mönchswinkel) beobachtet worden ist. Ist nun ferner der Mittelwasserstand an jenem Pegel = + 0,80 m, so läßt sich schliesen, daß die Marienberger Brücke bei mittlerem Wasserstande des Flusses eine lichte Höhe von

$$3,85 + 0,46 - 0,80 = 3,51 \text{ m}$$

hat. Allerdings ist diese Schlußfolgerung nicht ganz sicher, weil das Steigen und Fallen des Wasserstandes nicht an allen Stellen einer längeren Flusstrecke gleich groß ist. Es ist deshalb hierin Vorsicht geboten und es verdienen unmittelbare Feststellungen überall, wo sie gemacht werden können, den Vorzug. Wäre also in dem obigen Beispiele der Hochwasserstand am Pegel zu Mönchswinkel = + 2,60, so würde die Marienberger Brücke bei gleich großem Wasserstandswechsel

$$3,85 + 0,46 - 2,60 = 1,71 \text{ m}$$

über Hochwasser liegen, jedoch wäre diese Schätzung ziemlich unsicher und eine unmittelbare Messung des Hochwasserstandes an der Brücke würde vorzuziehen sein.

Durch die Ausführung von umfangreichen Flufsregulirungen entstehen bisweilen erhebliche Veränderungen der Wasserstände, insbesondere wenn Durchstiche und Baggerungen ausgeführt werden. Alsdann ist die Bezugnahme auf entfernte Pegel nicht mehr ausreichend und es müssen neue Pegel in der Nähe der einzelnen Arbeitsstellen aufgestellt werden.

166. Peilungen. Bei allen Peilungen muß man die Stellen kennen, wo die Messung angestellt wurde, weil sonst ihr Zweck beinahe ganz verfehlt wird. An den nicht übermäßsig breiten Wasserläufen bedient man sich der quer über das Wasser gespannten Peilleine. Diese besteht gewöhnlich aus einem 10 bis 15 mm starken Hanftau, welches in Entfernungen von 5 m durch Lederstreifen oder Drahtumwicklung eingetheilt, vorher aber zur Verminderung der sonst unvermeidlich eintretenden Verkürzungen in heißes Leinöl getaucht wird. Man reibt alsdann die Leine mit Wachs in wollenem Lappen ab, bis sie eine glänzende, gleichsam polirte Oberfläche erhält; hierauf zieht man sie kräftig aus und bringt in diesem Zustande die Eintheilung an.

Für größere Breiten kommt ein 4 bis 6 mm starkes Drahtseil von verzinktem Eisen oder Gufstahl zur Anwendung. Das Seil ist auf eine Trommel gewickelt und wird durch ein Getriebe angespannt, gewöhnlich auch durch Zwischennachen unterstützt.

Zur Tiefenmessung in den abgesteckten und mit der Peilleine überspannten Querprofilen dient die Peilstange, eine rund gehobelte, in Ringe von 10 cm Höhe eingetheilte und mit Oelfarbe abwechselnd schwarz und weiß oder roth und weiß gestrichene hölzerne Stange. Um die Abnutzung der Enden und das Eindringen in den Boden zu vermeiden, ist an den Enden eine Blechscheibe anzubringen. Zweckmäßig ist eine

symmetrische Eintheilung, welche das Umkehren der Stange bei dem Peilen gestattet.

Bei der Anwendung ist die Peilstange, deren Länge etwas größer als die zu peilenden Wassertiefen sein muß, zunächst schräge gegen die Strömung einzusetzen, bis sie den Boden berührt, und dann gerade zu richten.

Bei Wassertiefen von 5 m und darüber ist der Gebrauch der Peilstange schon sehr unbequem und das Ablothen der Tiefen vorzuziehen. Das Loth besteht aus einem kegelförmigen Eisen- oder Bleigewicht an einer mit eingebundenen Lappen und Lederstreifen eingetheilten Leine. Es wird der Strömung entgegen oder in der Fahrtrichtung des Bootes ausgeworfen, und wenn es den Boden erreicht hat, wird es angezogen und die Tiefe abgelesen.

Für Messungen in großen Tiefen benutzt man besondere Geräte und das Fahrzeug darf dabei nicht in Bewegung bleiben.

Gewöhnlich peilt man von einem Nachen aus, der an der ausgespannten Peilleine entlang fährt. Der Nachen darf wenigstens in kräftiger Strömung nicht an die Peilleine gehängt werden, weil diese sonst stark stromabwärts gezogen wird.

In Seen und Strommündungen begnügt man sich häufig damit, einzelne Punkte in den zu peilenden Linien als Schnittpunkte zweier am Ufer ausgefluchteten Richtungslinien, oder durch verankerte Tonnen usw. festzulegen. Man durchfährt dann die Strecke mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, rudern oder dampfend, und peilt dabei nach der Uhr in regelmäßigen Zeitabschnitten. Die Lage der einzelnen Peilstellen kann alsdann nach Maßgabe der ganzen Länge der Strecke und der Anzahl der Peilungen annähernd gefunden werden.

Die Peilungstiefen werden auf halbe Decimeter abgelesen. Eine größere Genauigkeit ist bei Tiefenmessungen nicht zu erreichen und würde auch deshalb überflüssig sein, weil das Flußbett nicht unverändert bleibt. Dementsprechend braucht auch, wie schon erwähnt wurde, die Peilstange nur in volle Decimeter eingetheilt zu werden.

Bei jeder Peilung ist der Pegelstand oder, wenn der Pegel zu weit entfernt ist, die Zeit (Tag und Stunde) der Ausführung zu notiren, damit der betreffende Wasserstand später aus den Pegellisten entnommen werden kann.

Die Peilungsergebnisse pflegt man aufzuzeichnen und zwar auf quadrirtes Papier und in verzerrem Maßstabe, nämlich die Tiefen fünf- bis zehnmal größer als die Längen, weil dadurch die Wassertiefen deutlich hervortreten, ohne daß die Querprofile zu lang und unübersichtlich werden. Auch in diesen Profilzeichnungen ist stets der Pegelstand, bei welchem sie gepeilt oder auf welchen die Peilungen ungerechnet worden sind, anzugeben.

Fleißiges und sorgfältiges Peilen ist bei allen Wasserbauarbeiten sehr nützlich und das beste Mittel, sich mit dem Wasser vertraut zu machen. Man fahre nie auf dem Wasser, ohne zu peilen und ohne den Wasserstand an den Pegeln, an welchen man vorbeikommt, abzulesen und zu notiren.

167. Geschwindigkeit und Wassermenge. Wenn von der Geschwindigkeit des Wassers die Rede ist, so wird darunter gewöhnlich der in einer Secunde zurückgelegte Weg verstanden, also das Verhältniß

$$\frac{\text{Weglänge in Metern}}{\text{Zeit in Secunden}}$$

Das in dem Bett eines Wasserlaufes abströmende Wasser hat nicht an allen Stellen eines Querprofils die gleiche Geschwindigkeit, sondern es fließt im sogenannten Stromstriche schneller als an den Uferändern, in der Oberfläche schneller als an den Wandungen des Bettes. Man muß deshalb die verschiedenen Einzelgeschwindigkeiten unter sich sowie von der sogenannten mittleren Profilvergeschwindigkeit unterscheiden. Unter der letzteren versteht man diejenige Geschwindigkeit, welche vorhanden sein würde, wenn alle Wassertheilchen eines Wasserquerschnitts die gleiche Geschwindigkeit besäßen. Bezeichnet man diese mittlere Geschwindigkeit, in Metern ausgedrückt, mit v und ist der Wasserquerschnitt $= F$ qm, so giebt das Product

$$F \cdot v = Q$$

die in einer Secunde abfließende Wassermenge oder kurzweg die Wassermenge in cbm.

Zur Kenntniß der in einem Graben oder Fluß abfließenden Wassermenge kann man wie folgt gelangen. Man wähle für die Messung eine gerade und regelmäßige Strecke von etwa 30 bis 60 m Länge, messe das Querprofil an mehreren Stellen und berechne die Profillfläche F als Mittel der gepeilten Einzelprofile. Hierauf wird das Anfangs- und Endprofil am Ufer ausgefluchtet und ein Schwimmkörper (etwa eine theilweise gefüllte Flasche) 20 bis 40 m oberhalb des ersten Profils ins Wasser geworfen. Man beobachtet in beiden Profilen den Durchgang des Schwimmers, worauf dieser aufgefangen und von neuem benutzt wird. Aus der durchlaufenen Weglänge von einem Profil zum anderen und aus der mittleren Zeitdauer in Secunden ergibt sich die mittlere Geschwindigkeit des Schwimmers. Wenn diese der mittleren Profilvergeschwindigkeit entspricht, so würde die Wassermenge gleich dem Producte aus Profillfläche und Schwimmergeschwindigkeit sein. In Wirklichkeit bewegt sich aber der Schwimmer mit der im Stromstriche vorhandenen Oberflächen- geschwindigkeit v_0 , welche größer als die mittlere Profilvergeschwindigkeit v ist. Dementsprechend ist auch die Wassermenge Q nicht gleich $F \cdot v_0$, sondern nur gleich $F \cdot v$ und zwar läßt sich als Durchschnittswerth annehmen

$$v = 0,75 \cdot v_0,$$

d. h. die mittlere Profilvergeschwindigkeit ist gleich 0,75 der Oberflächen- geschwindigkeit.

Beispiel. In einem Graben sei gemessen die Tiefe $= 1,20$ m, die Sohlbreite $= 1,5$ m und die Wasserspiegelbreite $= 5,1$ m, ferner sei beobachtet, daß der Schwimmer eine 60 m lange Strecke durchschnittlich in 150 Secunden durchläuft. Alsdann ist

$$F = \frac{1,50 + 5,10}{2} \cdot 1,20 = 3,96 \text{ qm,}$$

$$v_0 = \frac{60}{150} = 0,40 \text{ m und } v = 0,75 \cdot 0,40 = 0,30 \text{ m.}$$

Daher ist die Wassermenge

$$Q = 3,96 \cdot 0,30 = \text{rund } 1,19 \text{ cbm.}$$

Um die Geschwindigkeit des Wassers an beliebigen Stellen eines Querprofils, auch unter Wasser, zu messen, wendet man verschiedene Instrumente an, insbesondere den hydrometrischen Flügel.

Während die Geschwindigkeit der in der Natur vorhandenen Wasserläufe durch Messung und Beobachtung ermittelt werden kann, führt dieser Weg natürlich nicht zum Ziele, wenn es sich darum handelt, die Wassergeschwindigkeit eines neu anzulegenden Wasserlaufes im voraus zu berechnen. In diesem Falle muß außer dem Querprofile des Wasserlaufes auch sein Gefälle bekannt sein. Drücken wir das letztere als sogenanntes relatives Gefälle aus, nämlich

$$J = \frac{h}{l} = \frac{\text{Höhenunterschied des Wasserspiegels}}{\text{Länge des Wasserlaufes}},$$

so ist die mittlere Profilvergeschwindigkeit

$$v = c\sqrt{R \cdot J},$$

worin R den sogenannten Profilradius, nämlich das Verhältniß

$$R = \frac{\text{Fläche des Querprofils in qm}}{\text{benetzter Umfang des Querprofils in m}},$$

und c einen Erfahrungswerth bedeutet. Für gewöhnliche Gräben und Bäche in mäsig gutem Unterhaltungszustande kann man annähernd setzen

$$c = 24 + 10 \cdot R.$$

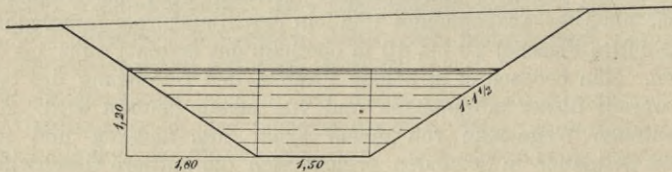


Abb. 122

Beispiel. Ein Graben von 1,5 m Sohlbreite mit $1\frac{1}{2}$ fachen Böschungen hat 1,20 m Wassertiefe (Abb. 122) und das Gefälle beträgt 0,60 m auf 400 m Länge. Wie groß ist die Geschwindigkeit und die Wassermenge?

$$\text{Wasserspiegelbreite } 1,50 + 2 \cdot 1,20 \cdot 1\frac{1}{2} = 5,10 \text{ m,}$$

$$\text{Querschnittfläche } F = \frac{1,50 + 5,10}{2} \cdot 1,20 = 3,96 \text{ qm,}$$

Seitenlänge einer Böschung unter Wasser

$$\sqrt{1,20^2 + 1,80^2} = \sqrt{4,68} = \text{rd. } 2,16 \text{ m,}$$

benetzter Umfang $1,50 + 2 \cdot 2,16 = 5,82 \text{ m,}$

$$\text{Profilradius } R = \frac{3,96}{5,82} = \text{rd. } 0,68 \text{ m,}$$

Geschwindigkeitscoefficient $c = 24 + 10 \cdot 0,68 = \text{rd. } 31,$

$$\text{Gefälle } J = \frac{0,60}{400} = 0,0015,$$

$$v = c\sqrt{R \cdot J} = 31 \cdot \sqrt{0,68 \cdot 0,0015} = 0,99 \text{ m,}$$

$$\text{Wassermenge } Q = F \cdot v = 3,96 \cdot 0,99 = \text{rd. } 3,92 \text{ cbm.}$$

168. Ausflus durch Oeffnungen und Ueberfalle. Der Druck, welchen die einzelnen Wassertheilchen aufeinander und auf die begrenzenden Wandungen ausüben, wächst in geradem Verhältnisse mit der Tiefe unter dem Wasserspiegel, weshalb diese Tiefe auch die Druckhöhe genannt wird. Von der Druckhöhe hängt die Geschwindigkeit ab, mit der das Wasser durch eine Oeffnung fließt. Bezeichnet man nämlich die Höhe des Wasserspiegels über dem Mittelpunkte oder dem Schwerpunkte der Ausflusöffnung f mit H , so ist die Ausflusgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{2g \cdot H},$$

worin $g = 9,81$ m die Erdbeschleunigung bedeutet (vergl. Art. 53). Der ausfließende Wasserstrahl ist jedoch dünner als die Oeffnung, indem er sich zusammenzieht, und die wirkliche Ausflusmenge ist nicht gleich dem Producte aus Querschnitt und Ausflusgeschwindigkeit, sondern nur gleich

$$\mu \cdot f \cdot v,$$

wo μ (ausgesprochen „mi“) den sogenannten Ausfluscoefficienten bedeutet. Für Oeffnungen mit scharfen Kanten ist $\mu = 0,62$, und wenn die Oeffnung bis auf den Boden des Behälters reicht oder durch einen geneigten Vorboden an den letzteren sowie durch Leitwände seitwärts angeschlossen wird, so steigt μ bis 0,70.

Wenn der Ausflus unter Wasser stattfindet, also das Unterwasser höher als die Oeffnung steht, so gilt als Druckhöhe nur der Unterschied zwischen Ober- und Unterwasser.

Eine besondere Art der Abflusöffnungen bilden die Ueberfalle. Setzt man die Breite, in der das Wasser überfließt, gleich b m und

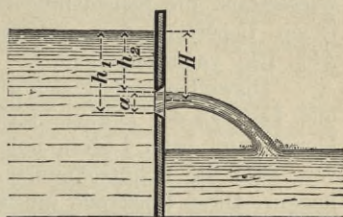


Abb. 123

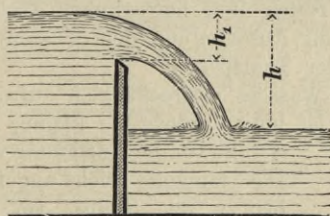


Abb. 124

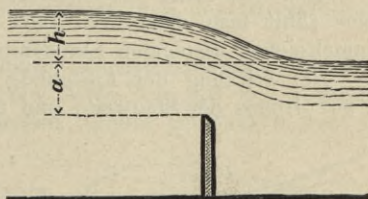


Abb. 125

die Ueberfallhöhe gleich Höhe des Oberwasserspiegels über der Ueberfallkante gleich h_1 , so ist die abfließende Wassermenge annähernd

$$Q = 0,40 \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g h_1},$$

oder wegen $\sqrt{2g} = \sqrt{2 \cdot 9,81} = 4,43$:

$$Q = 1,77 \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{h_1}.$$

Beispielsweise fließt über einen 4 m breiten Ueberfall bei 0,25 m Ueberfallhöhe die Wassermenge

$$Q = 1,77 \cdot 4,0 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,25} = 0,885 \text{ cbm}$$

in der Secunde ab.

Wenn jedoch das Unterwasser bis über die Krone des Ueberfalls ansteigt, so wird der letztere ein Grundwehr, welches eine besondere Berechnung erfordert. Man zerlegt nämlich alsdann den Durchflussschnitt über dem Wehrrücken in zwei Abschnitte, für welche der Unterwasserstand die Scheidelinie bildet, und betrachtet den oberen Theil als freien Ueberfall, den unteren als Ausflufsöffnung unter Wasser, wie Abb. 125 veranschaulicht.

Bisweilen ändert sich die Druckhöhe, wie z. B. während des Füllens und Leerens der Schleusenammern, wo das Gefälle beim Füllen immer kleiner und beim Leeren immer gröfser wird; ferner kommt es hierbei vor, dafs die Schützöffnungen bald über, bald unter dem Unterwasser liegen. Diese Umstände müssen bei der Berechnung der Ausflussmengen und der zum Füllen oder Leeren der Schleusenammern erforderlichen Zeit berücksichtigt werden, damit man keine Fehler begeht.

Ueberfälle sind, so lange ihre Krone nur niedrig überströmt wird, wenig wirksam, weshalb man, wenn sie gegen plötzliche Anschwellungen bei Hochfluthen sichern sollen, ihre Weite nicht zu knapp bemessen darf. Grundwehre führen mehr Wasser ab, bedürfen aber einer Vorrichtung zum Öffnen und Schliessen.

169. Stauanlagen. In fließenden Gewässern entsteht ein Stau durch jeden das Wasserbett verengenden oder theilweise durchbauenden Einbau. Denn überall, wo der Wasserquerschnitt verkleinert wird, tritt zunächst eine Hemmung des regelmässigen Abflusses ein und es wird ein Theil des von oberhalb zufließenden Wassers in der Engstelle aufgehalten und angesammelt, wobei das Wasser oberhalb ansteigt und an der Engstelle ein Gefälle entsteht. Mit der wachsenden Druckhöhe wird die Durchflusgeschwindigkeit und die Durchflusmenge des Wassers immer gröfser, bis der Abflufs gleich dem von oben kommenden Zuflusse geworden ist; alsdann tritt ein Gleichgewichtszustand ein.

Stauwerke sind insbesondere die festen und beweglichen Wehre, ferner zählt man dazu wohl auch die zur Ansammlung des Wassers in Sammelteichen dienenden Staudämme oder Thalsperren.

Die Wirkung der Anstauung des Wassers erstreckt sich aufwärts bis zur Grenze der Stauweite und diese ist um so gröfser, je kleiner das

Gefälle vor der Anstauung war. Die Stauweite reicht ungefähr bis zu der Stelle, wo das Flußbett gleich hoch mit dem gestauten Wasserspiegel am Wehre liegt, wo also eine durch den Wasserspiegel gelegte Wagerechte die Flußsohle schneidet.

Wenn beispielsweise die Stauhöhe am Wehre 5 m beträgt

und der ungestaute Fluß ein Gefälle $J = 0,0025$ oder 1:400 und eine Wassertiefe von 0,8 m hat, so liegt die Staugrenze ungefähr

$$\frac{5,0 + 0,8}{J = 0,0025} = 2320 \text{ m oberhalb des Wehres.}$$

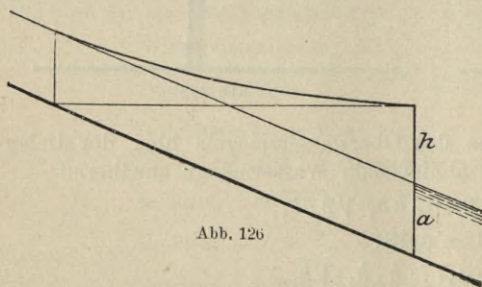


Abb. 126

Auch in die Seitenthäler und Nebengewässer erstreckt sich die Stauwirkung in ähnlichem Umfange, was zur Vermeidung von Vorfluthschäden sorgfältig zu beachten ist.

Während die Anstauung des Wassers bei den Wehren Zweck der Anlage ist, bildet sie bei anderen Einbauten in das Flussbett, z. B. bei Brückenpfeilern, nur eine unvermeidliche Nebenwirkung, die aber nicht übersehen werden darf. Brückenpfeiler üben die größte Stauwirkung bei Hochwasser aus. Auch durch Buhnen und andere Flufsregulierungswerke kann eine Hebung des Wasserspiegels verursacht werden. Bei diesen ist aber die Stauwirkung am größten bei mittleren Wasserständen, während bei hohen Wasserständen die Einbauten überströmt werden und das Durchflufsprofil verhältnismäßig weniger eingeengt wird.

Die Ausführung von Stauwerken erfordert große Sorgfalt gegen Unterspülung und Umströmung, denn es bilden sich leicht Wasseradern von dem Oberwasser nach dem Unterwasser. In durchlässigem Boden sichert man sich gegen diese Gefahr am besten durch dicht und tief eingeschlagene Spundwände, die aber auch seitwärts in die Ufer eingreifen müssen (Flügelspundwände). Auf Felsgrund und bei Thonboden

braucht man mit dem Fundament nicht so tief in den Boden zu gehen, indem das Durchquellen schon bei mäßigem Einbinden verhindert wird. Wichtiger als eine große Tiefe ist alsdann eine auskömmliche

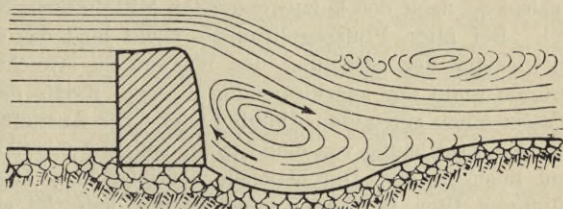


Abb. 127

liche Breite des Wehrkörpers und es ist die Bildung von Absätzen oder Verzahnungen in der Fundamentfläche zweckmäßig. Ueberall muß auf eine sehr sorgfältige Ausfüllung und Feststampfung des Hinterfüllungsbodens gesehen werden.

Unterhalb der Wehre treten starke Rückströmungen und Wirbel auf, gegen deren zerstörende Gewalt ein festes Sturzbett und sorgfältige Uferdeckung nothwendig ist. Das Sturzbett besteht gewöhnlich aus einer rohen Schüttung von großen Steinen auf einer Unterlage aus Packwerk oder Sinkstücken.

Um den Uferabbrüchen wirksam vorzubeugen, empfiehlt es sich, das Unterwasserbett als Sturzkolk nach Abb. 128 seitlich auszubuchten und damit von vornherein denjenigen Zustand herzustellen, der sich an solchen Stauanlagen, bei denen die Ufer nicht gehörig gedeckt sind, mit der Zeit von selber auszubilden pflegt.

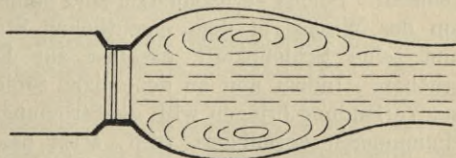


Abb. 128

Zur Erbauung einer Stauanlage ist in den meisten Fällen eine obrigkeitliche Genehmigung erforderlich, in welcher zugleich die einzuhaltenen Stauhöhen festgesetzt werden. Diese Stauhöhen pflegt man

durch sogenannte Merk- und Sicherpfähle unverrückbar festzulegen und erkennbar zu machen.

170. Flufsregulirungen. Unter der Regulirung eines Wasserlaufes versteht man den über die gewöhnlichen Unterhaltungsarbeiten hinausgehenden Ausbau des ganzen Laufes oder einzelner Strecken. Hierbei kommt neben der Begeradigung des Laufes, der Absperrung von Nebenarmen und einer planmäßigen Ausbildung der Profile vorzugsweise die Uferdeckung in Frage, um schädliche Uferabbrüche und neue Verwilderungen zu verhüten.

Häufig findet sich, dafs das Flußbett stark verwachsen ist, dafs der Abfluß durch umgestürzte Bäume und Sträucher behindert wird, oder dafs schädliche Verlandungen in unbefugter Weise herbeigeführt worden sind. Alsdann bringt vielleicht schon die Beseitigung dieser Hindernisse eine genügende Verbesserung der Vorfluth zustande.

Für den Ausbau der einzelnen Strecken müssen Normalprofile zu grunde gelegt werden. Man wird aber diese nicht überall vollständig herstellen, was viel zu kostspielig sein würde, sondern betrachtet die Normalprofile nur als Richtschnur und als das Ziel, dem der wirkliche Ausbau je nach den aufzuwendenden Mitteln mehr oder weniger zustreben soll. Bei allen Flufsregulirungen sucht man das angestrebte Ziel unter Mitwirkung der Strömung des Wassers zu erreichen. Man beginnt am unteren Ende der auszubauenden Strecke, sodafs das in diese eintretende Wasser einen geregelten Abfluß findet. Die Austiefung einer zu senkenden Strecke wird häufig von dem Strome selber wenigstens theilweise geleistet, und auch in den Durchstichen überläßt man häufig, nachdem die zukünftigen Ufer im voraus angelegt und befestigt sind und eine schmale Abflufsrinne hergestellt ist, die weitere Erdarbeit dem Strome, welcher gewöhnlich schon bei dem nächsten Hochwasser das Bett ziemlich vollständig herstellt und das mitgeführte Material zufolge des vorangegangenen Ausbaues der unteren Strecke nicht an ungelegenen Stellen, sondern in den Zwischenräumen der Regulirungswerke, in aufzulandenden Nebenarmen u. dergl. unschädlich ablagert.

Mit mindestens dem gleichen Erfolge und in dem gleichen Umfange wie für die Vertiefungsarbeit wird der Strömungsvorgang auch für die Verminderung der Tiefen und die Verlandung von Profiltheilen nutzbar gemacht. Solche Verflachungen sind häufig an gewissen Stellen erwünscht, um das Wasser in dem eigentlichen Stromschlauche zusammenzuhalten und seine Schleppkraft daselbst zur Fortbewegung der Sinkstoffe zu erhöhen. Indem nun an denjenigen Stellen des Flußbettes, welche man zur Verlandung bringen will, die Strömungsgeschwindigkeit durch geeignete Hemmungen vermindert wird, setzt das Wasser die mitgeführten Sinkstoffe daselbst ab und das Flußbett wächst von selber empor. Man darf aber die Strömung nicht gänzlich abhalten, sondern sie nur ermäßigen, weil sonst der geschilderte Vorgang der Absetzung von Sinkstoffen nicht mehr stattfinden könnte. Feste Einbauten, welche den Durchfluß des Wassers nicht gestatten, sind deshalb für den gedachten Zweck weniger zweckmäßig als durchbrochene Werke, z. B. Schlickfänge, Flechtzäune, Gehänge, Drahtgeflechte und Gitterwerke. Die Anordnung, Construction und Ausführung dieser Werke muß dem Charakter des Flusses und den

örtlichen Verhältnissen angepaßt werden, da jeder Wasserlauf seine besondere Bauweise erfordert.

Wo Untiefen in dem Flußbette zu beseitigen sind, darf man die Vertiefungsarbeit nicht immer dem Strome allein überlassen, sondern muß dessen Arbeit in geeigneter Weise — durch Baggerung — unterstützen. Zugleich ist aber durch zweckmäßige Regulirung dafür zu sorgen, daß die Ablagerungen sich nicht stets von neuem wieder ausbilden.

Bei der Regulirung einer Flußstrecke muß man die neue Uferlinie häufig in das alte Flußbett hineinlegen und alsdann entstehen diejenigen Anlagen, welche vorzugsweise als Regulirungswerke gelten, nämlich Buhnen und Parallelwerke. Die letzteren bilden unmittelbar die neue Begrenzung des Flußbettes, während die Buhnen nur in der Verbindungslinie ihrer Köpfe die neue Uferlinie darstellen. Die Buhnen ermöglichen einen guten Anschluß an das alte Ufer und führen, wenn sie niedrig gehalten sind und das Wasser über sie hinweg fließen kann, die neue Uferbildung sehr vollständig herbei, wodurch sie zugleich den ferneren Angriffen des Wassers entzogen werden. Die Parallelwerke bleiben dem Stromangriffe dauernd ausgesetzt, weil der abgeschnittene Theil des Flußbettes entweder gar nicht oder stark durchströmt wird und deshalb nicht verlandet. Sie verdienen aber da den Vorzug vor den Buhnen, wo die neue Uferlinie nur einen geringen Abstand von der alten hat und das Parallelwerk womöglich sogleich oder doch während des Fortganges der Arbeiten etwa mit Baggerboden hinterfüllt werden kann. Kurze Buhnen, die sogenannten Buhnenköpfe, sind nicht zweckmäßig.

Die Krone der Buhnen sollte niemals höher gelegt werden, als für den eigentlichen Zweck der Regulirung unbedingt nöthig ist. Der Abstand darf nicht so groß sein, daß sich der Strom zwischen die einzelnen Buhnen hineinwerfen kann; diese müssen sich vielmehr stets gegenseitig unterstützen und sie sind niemals einzeln, sondern immer gruppenweise anzuordnen. Unter der Richtung der Buhnen versteht man stets ihre Lage gegen den Stromstrich; man pflegt sie aufwärts gekehrt zu wählen, weil dabei die Verlandungen sich am besten an das Ufer anschließen; häufig ist es aber zweckmäßig, innerhalb einer Gruppe die Richtung der einzelnen Werke verschieden zu wählen. In jeder Gruppe wird gewöhnlich mit den oberhalb gelegenen Buhnen begonnen, um die folgenden unter dem Schutze der ersten leichter ausführen zu können.

Die Breite des Flußbettes zwischen den Buhnenköpfen (die Normalbreite) darf nicht zu knapp bemessen und die Buhnen dürfen nicht zu hoch angelegt werden, denn je schmaler das Flußbett ist, desto höher steigt der Wasserspiegel bei zunehmender Wassermenge, und mit der Wassertiefe wächst auch die Geschwindigkeit. Das Flußbett wird dann stärker angegriffen, und wenn es nicht genügend widerstandsfähig ist, so geräth es in Bewegung und wird unregelmäßig aufgewühlt, wobei Kolke mit Untiefen wechseln. Das Flußbett läßt sich also nicht in beliebige Formen bringen, sondern seine Form und Größe muß dem Flusse angepaßt werden, wofür die Profile regelmässiger Strecken, in denen weder Verlandung noch Abbruch vorkommt, den besten Anhalt geben. Innerhalb gewisser Grenzen lassen sich aber durch die Regulirung

bedeutende Wirkungen erzielen, insbesondere in Wasserläufen mit starkem Gefälle. Die Einschränkung der Breite wirkt hierbei im allgemeinen auf eine Austiefung der Flußsohle und Senkung des Wasserspiegels, während die Verbreiterung des Bettes oft eine sehr bedeutende Auflandung zur Folge hat. Wo die Sohle nicht genügend widerstandsfähig ist und ein Wasserlauf (Wildbach) sein Bett zu tief einschneidet, den Fuß der Gehänge unterspülend, muß diesem gefährlichen Vorgange durch stufenweise Verbauung und Befestigung der Sohle begegnet werden.

Bisweilen begegnet man der Meinung, der geschlängelte Lauf der Gewässer sei ihr natürlicher Zustand. Demgegenüber ist zu bemerken, daß jener Zustand vielmehr der Vernachlässigung der Unterhaltung zuzuschreiben ist. Denn schon ein kleines Hinderniß an einer oder der anderen Stelle des Bettes, etwa eine kleine Uferbank an der Einmündung eines Seitengewässers, veranlaßt das Wasser, sich bald rechts, bald links zu wenden, und da es infolge des Beharrungsvermögens diese Richtung beizubehalten sucht, greift es abwechselnd die Ufer an. So entstehen Krümmungen aus zufälligem Anlaß und die einmal vorhandenen werden immer schärfer, indem die Strömung sich dem einbuchtenden Ufer zuwendet und dieses in Abbruch setzt, während die fortgerissenen Erdtheilchen sich an dem strömungschwächeren ausbuchtenden Ufer ablagern. So wandert der Fluß in seinem Thale hin und her, immer von neuem Uferflächen abwechselnd abreisend und neubildend. Die Neubildungen haben natürlich kein sehr festes Gefüge und so wird der Widerstand der ungedeckten Ufer gegen die Angriffe der Strömung immer geringer: der Fluß verwildert, wenn er nicht sorgfältig unterhalten wird und man dem Uferabbruche vorbeugt.

Durchstiche sind in einer stark gekrümmten Flußstrecke ein wichtiges Regulierungsmittel zur Verbesserung der Vorfluth. Man muß nur beachten, daß durch die Verkürzung des Laufes das Gefälle und folglich im allgemeinen auch die Strömung stärker wird. Würde also die stärkere Strömung die Ufer angreifen oder das Bett aufwühlen, so muß man dem begeradigten Flusse eine größere Profildbreite geben, um die Strömung zu ermäßigen. In dem breiteren Bette ist aber die Wassertiefe geringer und somit geht die Begeradigung in der Regel mit einer Verminderung der Wassertiefe Hand in Hand. Dies ist der Grund, warum man bei schiffbaren Flüssen vorsichtig in der Verkürzung des Laufes sein muß, obschon scharfe Krümmungen für die Schifffahrt sehr un bequem sind.

Für die Offenhaltung einer Flußstrecke ist es vortheilhaft, wenn diese in der Richtung der Hochwasserströmung liegt. Strömt dagegen das Hochwasser quer über das eigentliche Flußbett, so pflegt dieses stark verflacht zu werden.

171. Uferdeckungen. Auf regelmässigen geraden Strecken sind die Ufer in der Regel keinen starken Angriffen ausgesetzt; noch weniger ist dies in ausbuchtenden Ufern der Fall, wo man sogar häufig einem Vorrücken des Ufers Einhalt thun und die Pflanzungen, welche den Anwuchs befördern, beseitigen muß.

Am leichtesten ist immer die Erhaltung des Ufers, wenn sein Fuß eine gehörige Abflachung nach dem Strome hat. In diesem Falle ist

die Bepflanzung des Ufers mit Weidenstrauch ein sehr wirksames Mittel, um den Boden vor den Angriffen der Hochwasserströmung und den Beschädigungen durch Eis und Wellenschlag zu schützen. Schwieriger ist die Deckung, wenn das Flußbett unter dem Niedrigwasser steil abfällt, also eine große Tiefe sich nahe vor dem Ufer befindet, und die Schwierigkeiten werden am größten, wenn das Ufer auch über dem Niedrigwasser steil ansteigt. Senkrechte Uferwände, etwa Bohlwerke, gewähren hierbei keinen dauernden Schutz, weil sie den Strom anziehen und die Vertiefung des Bettes leicht den Absturz des Ufers unter der senkrechten Wand und die Zerstörung der letzteren zur Folge hat. Besser ist es, die Uferdeckung so einzurichten, daß sie bei zunehmender Vertiefung des Bettes an ihrem Fuße nicht leidet, sondern von selbst herabsinkt und dadurch eine Beschädigung in der Tiefe, die immer am gefährlichsten ist, verhindert.

Eine schräge Decke aus geschütteten Steinen ist für die Uferdeckung am besten geeignet. Häufig wendet man auch eine Strauchmatte

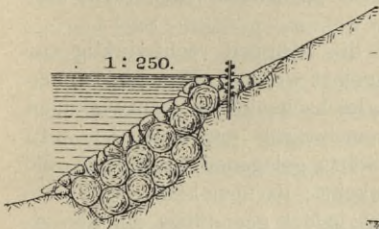


Abb. 129

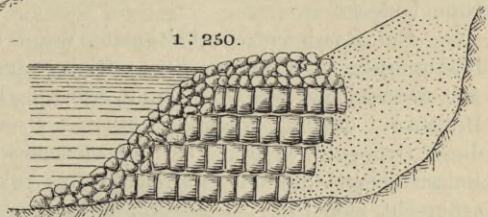


Abb. 130

an, die vom Wasserspiegel bis zur Sohle des Bettes hinabreicht und mit losen Steinen überschüttet wird. Die letztere Deckungsart ist aber nur da anwendbar, wo eine ziemlich flache und regelmäßige Unterwasserböschung vorhanden ist, also z. B. in Schiffahrtcanälen zum Schutze

gegen Wellenschlag. Fällt das Ufer ziemlich steil ab, so kommt neben der Steinschüttung auch die Deckung mit Senkfascinen zur Anwendung. Es sind dies 4 bis 5 m lange, in der Mitte 60 bis 80 cm dicke cigarrenförmige Körper aus Busch mit einem inneren Kern von Steinen oder Kies (vergl. Art. 172). Sie dienen insbesondere zur Ausfüllung schädlicher Auskolkungen, zu Grundschwellen und zur Ausdeckung des Grundes an solchen Stellen, wo eine Vertiefung zu besorgen ist. Aus Abb. 129 und 130 ist die Anordnung von Uferdeckungen mit Senkfascinen zu ersehen.

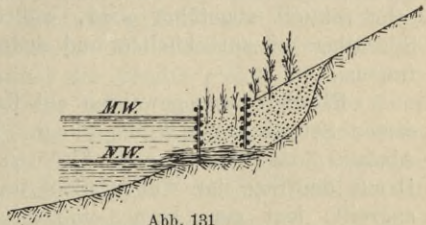


Abb. 131

In der Höhe des Niedrigwasserspiegels wird häufig ein 2 bis 3 m breites Bankett angelegt und mit Schilf bepflanzt.

Das Ufer darüber sichert man durch Buschbelag, Spreutlage, Flechtzäune oder Abpflasterung gemäß Abb. 131, eine Rasenbekleidung ist nur über dem mittleren Wasserstande anwendbar.

Buschbelag kommt hauptsächlich am Fusse von Deichen und Dammböschungen zum Schutze gegen das Hochwasser vor. Die Buschlage wird etwa 12 cm dick gemacht, die Reiser werden senkrecht zur Böschungskante als Rücklage mit den Wipfeln an der Oberfläche verlegt und durch Würste oder Flechtbänder gehalten, die in etwa 1 m Abstand wagerecht aufgelegt und alle 0,6 bis 1 m durch Bühnenpfähle befestigt werden. Das Ganze wird mit Erde, Kies oder Steinbrocken beschüttet.

Spreutlagen werden aus frisch geschnittenen, drei- bis vierjährigen Weidenruthen 4 bis 8 cm stark hergestellt. Man zieht in etwa 2 m Abstand kleine, 0,20 m tiefe, wagerechte Gröppen, befestigt in ihnen Würste aus Weidenstrauch und schiebt unter diese die Stammenden der Reiser, von oben beginnend. Die Wipfelenden der tieferen Lage sollen immer über die Gröppenwurst und die Stoppelenden der höheren Lage reichen. Die Reiser werden sodann mit Würsten und Pfählen so befestigt, daß die Würste 0,6 bis 0,8 m Abstand voneinander erhalten und alle 0,6 m genagelt werden. In der Höhe des Wasserspiegels sind zwei Würste nebeneinander zu strecken. Die Lage wird schließlicly mit fruchtbarer Erde bedeckt.

Ein Rauhwehr erhält man, wenn die Gröppen rechtwinklig zur Böschungskante oder zum Stromstriche angelegt werden. Man giebt ihnen 1 m Abstand und den Querschnitt eines ungleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks, dessen längere Kathete stromabwärts gerichtet ist. In diese Gröppen werden, bei der stromabwärts gelegenen beginnend, die Reiser gelegt, die Wipfel stromabwärts gekehrt; darüber kommen Würste senkrecht zum Ufer. Diese Anordnung hat jedoch gegenüber der Spreutlage den Nachtheil, daß das Tageswasser in den geneigten Gröppen sehr schnell abgeführt wird, während die wagerechten Gröppen der Spreutlage es zurückhalten und dadurch zum Anwurzeln der Reiser beitragen.

Flechtzäune gewähren auf flach geneigtem Ufer einen sehr wirksamen Schutz gegen Wellenschlag. Die Pfähle erhalten 0,20 bis 0,30 m Abstand, das Strauch zum Flechten kann bis 3 cm Stammdicke haben. Damit der Sog der Wellen nicht unter den Zaun hinweg die Böschung angreift, legt man gerne eine dünne Strauchlage unter die untersten Ruthen oder schüttet Steine an der Oberwasserseite vor. Häufig werden doppelte Flechtzäune hergestellt und der etwa 0,6 m breite Zwischenraum mit Strauch und Steinen ausgefüllt. Sehr zweckmäfsig ist auch die Ausfüllung mit Rohr- oder Schilfwurzeln.

Das Ausflechten geschieht nach Art der Korbmacherarbeit, jedes Reis muß mit dem Stammende wenigstens an zwei Pfählen mit der Spitze des vorhergehenden zusammentreffen. Die Stammenden versticht man in den Raum, welcher sich zwischen Pfahl und Reis der Tiefe nach bildet. Wird vom Wasser aus geflochten, so stellt man einzelne Flechtstreifen von 10 cm Höhe her und stößt diese auf einer möglichst langen Strecke gleichzeitig mit Holzgabeln herunter.

172. Faschinenbauten. Die Faschinen sind Strauchbündel von 2,5 bis 3,0 m Länge und 0,30 m Dicke am Stammende, welche mit Weidenruthen oder Draht mindestens zweimal fest verschnürt sind. Das erste Band steht etwa 0,30 m vom Stammende ab.

Das verwendete Strauch soll nicht sperrig sein, d. h. keine starren Seitenäste haben. Es muß aus ziemlich geraden Zweigen bestehen, welche am Stammende nur 2 bis 3 cm stark sein dürfen und womöglich durch die ganze Faschine reichen. Am besten ist Weidenstrauch, jedoch sind auch die anderen weichen Holzarten (Pappeln, Ellern usw.) sowie Nadelhölzer verwendbar.

Die Abnahme erfolgt auf der Baustelle in Haufen von 2 m Höhe, welche zwischen Stangenverschlügen mit 30 cm Sackmaß dicht aufgepackt werden. Bisweilen wird nur ein Probehaufen mit Sackmaß aufgesetzt, die Anzahl der Faschinen notirt und der Rest der Ladung nach der Stückzahl in cbm umgerechnet.

Das Weidenstrauch wird nur Ende Juli, vor dem zweiten Triebe, oder im Spätherbst gehauen, weil sonst die Pflanzung zu grunde geht.

Bindeweiden müssen 1,25 bis 1,50 m lang sein, aus zweijährigen Ruthen, am Stammende nicht über 2,0 cm stark. Sie werden in Bündeln von 100 Stück angeliefert, von denen jedoch oft eine erhebliche Anzahl als unbrauchbar verworfen werden muß. Die Bindeweiden dürfen nicht zu viel Saft enthalten, sondern müssen bei der Verarbeitung schon ziemlich welk sein oder künstlich am Feuer und an der Luft getrocknet werden.

Bindedraht wird häufig als Ersatz der Bindeweiden angewandt und zwar als Eisendraht, der auf Holzkohlen geglüht und langsam abgekühlt ist. Zum Binden der Faschinen braucht man ihn 2 mm, für Senkfaschinen 3 mm stark.

Die Würste sind lange dünne Faschinen, 10 bis 15 cm stark, an der Arbeitsstelle auf der Wurstbank in Längen bis zu etwa 20 m hergestellt. Das ausgesuchte astfreie Reis wird so in die Bank gelegt, daß die Wipfelenden immer nach einer Richtung gekehrt sind und nicht zu viel Stammenden nebeneinander kommen. Alle Stammenden werden in der Mitte der Wurst versteckt; Abstand der Bänder gleich 20 cm.

Flechtbänder werden hergestellt, indem man aus drei oder mehr Weidenruthen mit gut versteckten Enden eine Strähne dreht und deren drei zu einem Bande zusammenflecht. Das Drehen und das Zusammenflechten der Strähne muß gleichzeitig erfolgen. In die Maschen der Bänder werden später die Faschinenpfähle eingeschlagen.

Bühnenpfähle sind 1,25 bis 1,50 m lang und 5 bis 7 cm am Kopf stark; angewandt zum Befestigen der Faschinen und Würste. Sie werden aus starken Ästen der Kropfweiden oder aufgespalten aus Kiefernholz hergestellt, unten kurz zugespitzt, am Kopfende glatt abgeschnitten.

Spreatlagenpfähle sind etwas kürzer und schwächer (1 m lang und 5 bis 6 cm stark) und werden gerne aus frisch verarbeiteten Weidenästen gemacht.

Pflasterpfähle werden 1 bis 1,6 m lang und 10 bis 15 cm stark gewählt, insbesondere als Einfassung des Pflasters auf der Bühnenkrone.

Senkfaschinen wurden bereits in Art. 171 erwähnt. Zur Herstellung dient die in Abb. 132 (S. 220) dargestellte Rüstung. Die aufgeschnittenen Faschinen werden so ausgebreitet, daß nur Stammenden in die Stirnebenen fallen (Abb. 133), darauf bringt man Kies und Steine gut vertheilt auf, schließt die Enden mit Pfropfen aus kurzem Strauch, stellt dann die obere Strauchlage her und bringt die Bänder an, indem man

dicht neben ihnen die Senkfaschine mit einer Kette stark zusammenwürgt. Zuerst wird ein Band in der Mitte angebracht, darauf eins an jedem Ende und sodann die Zwischenbänder in etwa 30 cm Abstand. Schliesslich zieht man die dem Ufer zugekehrte Reihe der Schrägpfähle aus und rollt die Senkfaschine von der Rüstung. Zur Deckung beim Bühnenbau werden die Senkfaschinen vom Schiffe aus verstützt.

Sinkstücke werden aus regelmässig aufeinander geschichteten und durch Wurstroste zusammengehaltenen Faschinen gebildet. Ein solches Sinkstück hat bisweilen eine Länge und Breite von 20 m und etwa 0,9 bis 1,2 m Dicke, gewöhnlich beträgt aber die Breite nicht über 12 m. Man fertigt es auf geneigten Gerüsten an, von denen man das fertige

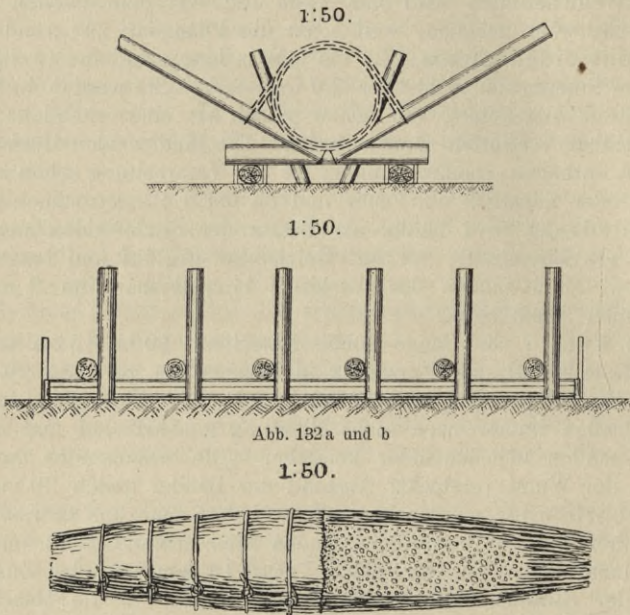


Abb. 133

Sinkstück auf vorher festgehaltenen Walzen mit quer gelegten Brettern ablaufen lässt. Neigung der Gerüste, welche auch auf einem Prahme errichtet werden können, = 1:8 bis 1:12.

Die Roste bestehen aus einem Netz von kreuzweise mit 90 cm Maschenweite verlegten Würsten. Alle Kreuzungsstellen der beiden äusseren Würste am ganzen Umfange und eine um die andere Kreuzungsstelle der übrigen Würste werden mit Luntleinen (Hanfleinen von 3,5 cm Umfang) festgebunden. Beide Enden der Luntleine müssen gleich lang und erheblich länger sein, als das Sinkstück dick werden soll; man führt sie an Bühnenpfählen, hier Luntpfähle genannt, die in die Kreuzungsstellen der Würste verloren eingesteckt sind, in die Höhe und befestigt sie vorläufig oben an dem Luntpfahl. Die übrigen Kreuzungspunkte werden mit Weidenbändern oder 3 mm starkem Draht statt mit Luntleinen gebunden. Nun bringt man die Faschinenpackung lagenweise auf,

wobei die Faschinen mit den Wipfelenden nach innen in zweifachen Schichten kreuzweise übereinander gepackt werden. Dann kommt der obere Wurstrost, dessen Kreuzungspunkte neben die durch die Luntpfähle gekennzeichneten Kreuzungsstellen des unteren Rostes gelegt und mit den Enden der Luntleinen festgebunden werden. Auf jedem Sinkstücke sind hinreichend viele feste Punkte zum Anbringen der Ankertaue beim Versenken anzuordnen, ferner ein Netz von Flechtzäunen zum Festhalten des Belastungsmaterials. Die Versenkung geschieht von verankerten Schiffen, von denen auch das Belastungsmaterial aufgebracht und das schwimmend herangebrachte Sinkstück versenkt wird. Die einzelnen Sinkstücke werden wie Quadern mit versetzten Fugen neben- und übereinander gestellt.

Packwerk kommt vielfach bei Uferdeckungen und beim Bühnenbau vor. Es besteht aus 0,6 bis 1,0 m starken Schichten, welche aus Faschinen auf der Oberfläche des Wassers schwimmend zusammengesetzt, durch übergangenagelte Würste befestigt und dann mit schwerer Erde belastet werden. Hierbei dreht sich die versenkte Lage um eine etwa in Wasserhöhe liegende Kante der früheren Lage. Die Abmessungen nach Länge, Breite und Stärke jeder Lage müssen so bestimmt werden, daß die fertig versenkte Lage mit einer Neigung von 1:2 bis 1:3 bis auf die Flußsohle reicht und hier noch etwa 1 m aufliegt. Auch die Breite richtet sich nach der Wassertiefe, sie ergibt sich aus der Kronenbreite und der profilmäßigen Querböschung des fertigen Werkes. Ist also beispielsweise die Kronenbreite einer Bühne = b Meter, die Querneigung = 1:1 und die Tiefe des Flußbettes unter der Krone = t Meter, so muß die Breite der Lage noch etwas mehr als $b + 2 \cdot t$ betragen. Da die Tiefe in der Regel mit dem Abstände vom Ufer zunimmt, so ist die gewöhnliche Form der Lagen trapezförmig. Wenn die Tiefen unregelmäßig zunehmen, bildet man die sog. Pülvlagen mit keilförmig nach vorne zunehmender Dicke. Sorgfältige Peilungen sind während der Arbeit unerläßlich.

Der Packwerkbau erfordert eigenthümliche Geschicklichkeit und häufig eine Umsicht und Geistesgegenwart, welche am besten auf der Baustelle selber, durch eigene praktische Arbeit unter Leitung eines tüchtigen Bühnenmeisters erworben werden.

173. Regulirungswerke. Bühnen aus Packwerk müssen fest in das Ufer eingebunden werden; man gräbt das Ufer bis auf den Wasserspiegel ab und bildet daselbst eine ebene Fläche, an die man die ersten Faschinenlagen durch die Würste mit Pfählen verankern kann. Man baut schwimmende Doppellagen in das Wasser hinein, deren jede aus einer Ausschufs- oder Vorlage und einer Rücklage besteht. Die Ausschufslage wird von der Wurzel aus, an der stromaufwärts gerichteten Seite beginnend, nach vorne, die Rücklage von dem äußeren Ende rückwärts nach der Wurzel hin verlegt, das Wipfelende der Faschinen stets dem Wasser zugekehrt. Hierauf wird die Lage mit Würsten und Bühnenpfählen befestigt, wobei der äußere Rand durch eine doppelte Randwurst gesichert wird. Dann wird soviel Belastungserde vorsichtig aufgebracht und eingestampft, daß die Faschinen soeben bis zum Wasserspiegel einsinken, worauf mit der folgenden Doppellage begonnen wird.

Indem man jede Lage über die frühere möglichst weit vorgreifen läßt, rückt das Werk weiter in das Flußbett vor, wie aus Abb. 134 ersichtlich ist, welche die einzelnen Doppellagen einer Buhne im Grundriß und Längenschnitt veranschaulicht. Jede Buhne muß ohne Unterbrechung fertig gemacht werden, weil die halbschwimmenden Lagen bald zerstört sein würden. Zur Sicherung des Untergrundes gegen Unterspülung wendet man häufig Sinkstücke und Senkfaschinen als Grundlage an, die letzteren insbesondere zur Ausfüllung von Kolken.

Die Krone der Buhnen wird am besten mit Steinen bedeckt und am Kopfe abgeflastert. Früher war eine Spreutlage oder ein Rauhwehr (Art. 171) zur Abdeckung der Krone gebräuchlich und es bildete sich darauf ein üppiger Weidenwuchs. Dieser behindert jedoch den Hochwasserabfluß und kann dadurch sehr nachtheilig wirken, weshalb man ihn jetzt überall beseitigt, die Buhnen thunlichst niedrig macht und mit einer glatten Krone versieht. Der Buhnenkopf muß eine flache Neigung erhalten und man sollte ihn niemals steiler als 1:4 abböschchen.

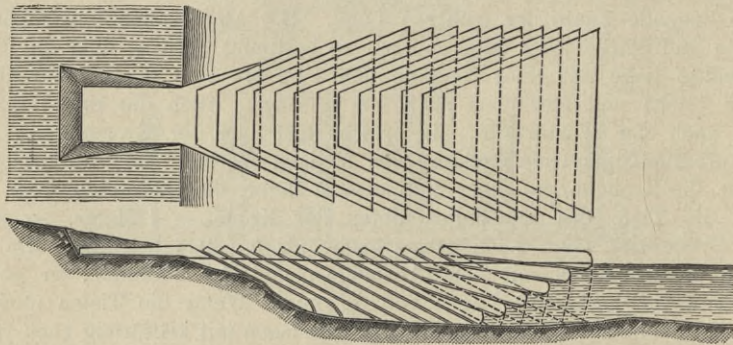


Abb. 134

Er wird am besten aus Steinen geschüttet, bei nicht zu starkem Stromangriff auf einer Unterlage von Sinkstücken mit vorgelegten Senkfaschinen.

Grundschwellen oder Stromschwellen sind niedrige Buhnen, welche an keiner Stelle über Mittelwasser liegen und deshalb in dem gewöhnlichen Packwerkbau nicht hergestellt werden können. Man erbaut sie aus Senkfaschinen oder Sinkstücken in einer oder mehreren Lagen.

Parallelwerke aus Packwerk werden ähnlich wie die Buhnen erbaut. Sie legen sich entweder unmittelbar an das Ufer an und werden dann Deckwerke genannt, oder sie werden frei im Wasser gebaut, wenigstens am oberen Ende an das Ufer sich anschließend. Zwischen Ufer und Werk sind buhnenartige Querverbindungen (Schlickfänge usw.) anzulegen. Zur Erleichterung der Verlandung ist es gut, das Parallelwerk anfangs nur niedrig (Krone unter gewöhnlichem Sommerwasserstande) anzulegen und später zu erhöhen.

Die Böschung an der Stromseite bedarf einer Steinschüttung, welche bei starker Strömung drei- bis vierfach abgeböschet sein muß.

Durchdämmungen sind zur Schließung von Nebenarmen oder des alten Flußbettes neben einem neu angelegten Durchstiche auszuführen.

Gewöhnlich geht man von beiden Ufern buhnenartig gegen die Mitte des Stromes vor. Die Stelle, wo die beiden Theile gegeneinander stoßen sollen, muß besonders sorgfältig gegen Ausspülung gesichert werden. Man vollendet zuerst den einen Theil und giebt ihm vorne eine flache Neigung mit Steinbeschüttung, worauf der andere Theil möglichst schnell angeschlossen wird. Die Durchdämmung darf in der Regel nicht hochwasserfrei gemacht werden, sie wird folglich bei Hochwasser überströmt und muß flufsabwärts drei- bis vierfach geböschet und mit Steinschüttung gedeckt werden. Die Krone sichert man durch ein Rauwehr oder eine Steindecke. Die Ausführung einer Durchdämmung gehört zu den schwierigsten Wasserbauarbeiten. Alles Baumaterial muß reichlich vorrätbig sein.

Schlickfänge sind leichte Werke, welche in der Regel einen mäßigen Wasserdurchfluß gestatten sollen. Man construirt sie häufig aus zwei Pfahlreihen, die mit 1:6 bis 1:8 gegeneinander geneigt sind und deren Zwischenraum mit Faschinen ausgepackt wird. Die Faschinen werden in die Längsrichtung des Werkes gelegt und sind mit Steinbewurf zu beschweren. Auch am Fufse ist eine kleine Steinschüttung zweckmäßig.

Der Zwischenraum läßt sich auch mit Senkfaschinen ausfüllen; man schlägt alsdann die Pfähle senkrecht ein mit etwa 0,50 m Abstand der Pfahlreihen und 0,50 bis 0,60 m Entfernung der Pfähle in den Reihen.

Schlickzäune nennt man die leichtesten Schlickfänge, die bisweilen nur aus einfachen oder doppelten Flechtzäunen bestehen (vergl. Art. 171).

Gehängebauten kommen vorzugsweise an Gebirgsflüssen vor, um Uferanlandungen herbeizuführen. Es werden Matten aus Faschinen angefertigt und an eingerammten Pfählen in der zukünftigen Uferlinie schwebend aufgehängt; das freie Ende gleitet auf dem Flußbett, dem zu verlandenden Ufer zugekehrt. Hinter den Matten wächst das Flußbett in geschiefbeführenden Flüssen schnell an und die Verlandung wird durch Schlickzäune, die von der Gehängelinie nach dem alten Ufer hin errichtet werden, noch beschleunigt. Nach der Auflandung nimmt man die Matten fort und befestigt das neue Ufer durch ein leichtes Packwerk.

174. Unterhaltungsarbeiten. Ein sorgsame Unterhaltung ist für alle Wasserläufe von der größten Wichtigkeit, und wenn für eine solche nicht genügend gesorgt ist, so schafft auch eine Regulirung keinen dauernden Nutzen. Die Unterhaltung besteht in der Sicherung der abbrechenden Ufer, in der Beseitigung von Kraut und Wasserpflanzen, dem Abstechen des Anwuchses, der sich besonders an dem ausbuchtenden Ufer bildet, und dem Auswerfen der sich bildenden Sandhäger.

Die Krautung ist ein wirksames Mittel zur Beförderung des Wasserabflusses namentlich im Sommer, wo bisweilen in kurzer Zeit ein starker Krautwuchs entsteht. In regelmäßigen kleinen Wasserläufen läßt sich ein Sensenapparat anwenden, bestehend aus einer Kette von Sensenklingen, welche durch Bolzen gelenkartig verbunden sind und sich flach auf den Boden legen, in welcher Lage sie durch nachschleppende Gewichte oder kurze Kettchen erhalten werden. Dieses Geräth wird von Arbeitern,

welche an beiden Ufern langsam stromaufwärts schreiten, wie eine Säge hin und her gezogen und schneidet das Kraut dicht über dem Boden ab. Das gelöste Material treibt abwärts und muß unterhalb aufgefangen und ausgeworfen werden.

Die Ufer dürfen nur mit niedrigen Weiden bepflanzt werden; sonstiges Gebüsch und Bäume sind zu entfernen, weil die Wurzeln das Ufer zerstören und die überhängenden Zweige das Wasser verunreinigen. Nachtheilig für die Haltbarkeit der Ufer ist das Weiden des Viehes auf ihnen.

Die richtige Erhaltung der Wasserzüge in ihrer Tiefe und Breite wird sehr erleichtert durch Einfügung von Lehren, indem an geeigneten Stellen Sohlswellen eingelegt und die Wände sorgfältig befestigt werden.

Wo viele Anlieger an der Unterhaltung betheilig sind, ist die Einrichtung von Zweckverbänden zur einheitlichen und gemeinsamen Ausführung der Unterhaltungsarbeiten sehr zweckmäßig. Wo sich dies nicht durchführen läßt, kann durch Polizeivorschriften unter Einrichtung einer geeigneten Aufsicht mit regelmässigen Schauungen (Schauverband) wenigstens darauf hingewirkt werden, daß die nothwendigsten Krautungen und Räumungen von den Unterhaltungspflichtigen nicht ganz unterlassen werden.

Pflanzungen sind da angezeigt, wo es darauf ankommt, entstandene Anlandungen zu erhalten und weiter aufzuhöhen. Sie werden aus frischen Weidenstecklingen im Frühjahr und Herbst hergestellt, wobei man entweder Reihen bildet, die sich regelmässig kreuzen, oder kleine Gruppen (Nester), die ebenfalls gleichmäßig vertheilt werden.

Die Stecklinge werden aus 2 bis 3 cm dicken Aesten 0,50 bis 0,60 m lang geschnitten und etwa 40 cm tief mit dem Stammende nach unten eingesetzt. Abstand der Stecklinge in den Reihen etwa 25 cm, Abstand der Reihen 75 cm. Bei der Nesterpflanzung werden in 75 cm voneinander entfernten Reihen etwa 40 cm tiefe und 30 cm weite Löcher in 1 m Abstand voneinander und in Verband gegraben und in diese am Rande herum 6 bis 8 Stecklinge gesetzt, worauf man die Löcher mit dem aus den Löchern der folgenden Reihe gewonnenen Boden verfüllt. Guter Boden kann enger, schlechter Boden muß weitläufiger besetzt werden.

Ist der Anwuchs hoch genug (etwa bis zur Mittelwasserhöhe) emporgewachsen, so muß man die Pflanzung beseitigen, um einer für die Vorfluth nachtheiligen weiteren Erhöhung zu beugen.

Sechzehnter Abschnitt.

Eisenbahnbau.

175. Der Unterbau des Bahnkörpers. Die Planumsbreite, d. i. die obere Breite des Erdkörpers, welcher die Bettung des Gleises aufzunehmen hat, richtet sich nach der Kronenbreite, der Bettungshöhe und der Böschungsanlage des Erdkörpers; erstere, d. i. die Breite in der Höhe des Schienenfusses, ist durch die Spurweite und die Anzahl der Gleise bestimmt. Die Spurweite beträgt bei den Hauptbahnen 1,435 m zwischen den Innenkanten der Schienenköpfe, bei den Nebenbahnen 1 oder 0,75 m. Die Bettung soll bei den Hauptbahnen mindestens 20 cm vom Planum bis zur Unterkante der Schwellen stark sein; wenn also die Schwellendicke 16 cm beträgt, so liegt das Planum mindestens 0,36 m tiefer als die Krone.

Die Kronenkante soll von der nächsten Gleismitte mindestens 2 m abstehen und der Abstand der Gleise von Mitte zu Mitte mindestens 3,5 m, bei Neubauten 4 m betragen. Demnach beträgt die Kronenbreite bei eingleisigen Bahnen 4 m und bei zweigleisigen 7,5 bzw. 8 m. Bei Nebenbahnen soll der Abstand der Kronenkante von der Gleismitte mindestens 1,75 m und die Bettungshöhe 15 cm betragen.

Das Planum erhält eine Abdachung von 1:30 bis 1:25, damit das durch die Gleisbettung sickernde Wasser seitlich ablaufen kann. Es muß bei Dämmen mindestens 0,6 m über dem Hochwasser und überall so hoch über dem Grundwasser liegen, daß dieses frostfrei bleibt. Die Böschungen des Bettungskörpers dürfen nicht mit undurchlässigem Material (Rasen usw.) bekleidet werden.

Die Bahngräben erhalten im Einschnitt 0,4 bis 0,6 m Tiefe und Sohlenbreite, Böschungen 1:1,5, Gefälle mindestens 1:600. Bei Gefällen über 1:100 ist in der Regel eine besondere Deckung erforderlich.

In nassem, thonigem Boden ist die Bettung sowohl in Dämmen als in Einschnitten stärker zu machen und das Planum der Dämme stärker abzudachen, während es in den Einschnitten durch unterirdische Canäle entwässert wird.

Wenn das Planum in Thoneinschnitten nicht frostfrei liegt, so entstehen beim Auftauen leicht Frostbeulen, indem das Gleis stellenweise aufgetrieben wird.

Die Ausführung der Erd- und Böschungsarbeiten ist in Abschnitt VII behandelt.

176. Die Bettung. Zweck der Bettung ist, das Gleis sicher und möglichst trocken zu lagern. Das Bettungsmaterial muß daher wider-

standsfähig und durchlässig sein, auch muß es, um dem Gleise genau die richtige Höhenlage geben zu können, sich stopfen lassen. Hinsichtlich der Durchlässigkeit ist grobes Gestein, hochkantig als Packlage gesetzt, am besten; jedoch läßt sich dieses Material nicht zum Stopfen gebrauchen und man muß daher für die obere Schicht der Bettung Schotter verwenden, der aus wetterbeständigen Steinen in 3 bis 5 cm Korngröße geschlagen ist, oder Kies, der jedoch rein von erdigen und lehmigen Beimischungen sein muß und höchstens 10 bis 20% Sandbeimengungen enthalten darf.

Der Unterbau der Bettung, die Packlage, erhält eine der Schwellenlage gleichlaufende, also in geraden Strecken wagerechte, in gekrümmten eine geneigte (siehe Art. 180) Oberfläche in etwa 10 cm Tiefe unter Schwellenunterkante, alsdann bringt man das Stopfmateriale auf. Wenn dieses beim Stopfen und durch die Erschütterungen beim Befahren des Gleises zerbröckelt, so macht der Schlamm den oberen Theil der Bettung undurchlässig. Das Gleis zeigt dann die Erscheinung des sogenannten „Suppens“ und erfordert außerordentlich große Unterhaltungskosten. Es ist daher eine sorgfältige Auswahl des Stopfmateriale sehr wichtig. Nächst hartem Steinschlag ist reiner, scharfer Flußkies, der wenig Feldspath enthält, zu empfehlen. Kann man auch diesen nicht haben, so ist man auf Grubenkies angewiesen; hierbei ist jedoch streng darauf zu achten, daß er gut gesiebt wird mit Sieben von etwa 8 mm Maschenweite, die nicht zu steil, sondern höchstens unter 45° geneigt aufgestellt werden.

177. Allgemeine Anordnung des Oberbaues. Ueber den Bau der Eisenbahnen bestehen technische Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und bindende Vorschriften, durch welche die allgemeine Anordnung des Oberbaues in allen wesentlichen Stücken festgestellt wird. Nachstehend ist nur ein kurzer Auszug daraus gegeben.

Die Spurweite, im lichten zwischen den Schienenköpfen gemessen, muß in geraden Gleisen 1,435 m betragen.

In Krümmungen mit Halbmessern unter 500 m ist die Spurweite angemessen zu vergrößern. Diese Vergrößerung darf jedoch das Maß von 30 mm niemals überschreiten.

Es wird empfohlen, die Schienen nach innen geneigt zu stellen und zwar mit einer Neigung von 1:20.

Die winkelrecht gegenüberliegenden Oberkanten der beiden Schienen eines Gleises müssen in geraden Strecken mit Ausnahme der Ueberhöhungsrampen (siehe unten) in gleicher Höhe liegen. In Krümmungen (Bögen) muß die äußere Schiene überhöht werden; die Ueberhöhung soll auf ganze Bogenlänge voll vorhanden sein und dann in Ueberhöhungsrampen auslaufen, deren Länge mindestens das 200fache der Ueberhöhung beträgt.

An der Innenseite der Schienen eines Gleises müssen in der Breite des Raumes für den Spurrand alle Befestigungsmittel auch bei größter Abnutzung der Schienen mindestens 38 mm unter Schienenoberkante liegen.

Bei den Stofsverbindungen ist auf die durch Wärmewechsel entstehenden Längenänderungen Rücksicht zu nehmen.

Bei Wegeübergängen über Gleise von 1,435 m Spurweite muß der Raum für den Spurrand 67 mm breit und wenigstens 38 mm tief sein; bei vergrößerter Spurweite des Gleises ist dieser Raum um die volle Spurerweiterung breiter zu machen.

Die stärkste Längsneigung soll in der Regel nicht mehr als 25‰ (1:40) betragen.

Die Neigungswechsel sind abzurunden. Für die Abrundung wird ein Halbmesser von nicht unter 2000 m empfohlen.

Laschen sich gut anlegen, und hat eine Auflagerbreite von 105 mm. Die Schienen werden jetzt nicht mehr aus Schweißseisen, sondern aus Flußstahl hergestellt, dessen Zugfestigkeit 50 kg/qmm betragen soll; sie sind 134 mm hoch und 1 lfd. m wiegt 33,4 kg; die Länge beträgt allgemein 9 m, nur für die Bögen werden auch sogenannte Ausgleichschienen, die 7 cm kürzer sind und mit einem dritten Loch an einem Ende besonders bezeichnet werden, verwendet. Jede Schiene muß auf dem Stege das Fabrikzeichen und die Jahreszahl der Lieferung in erhabener Form tragen.

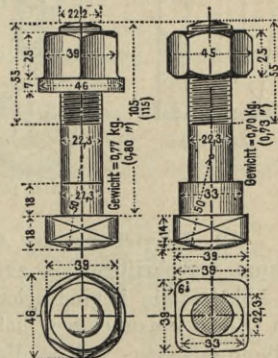
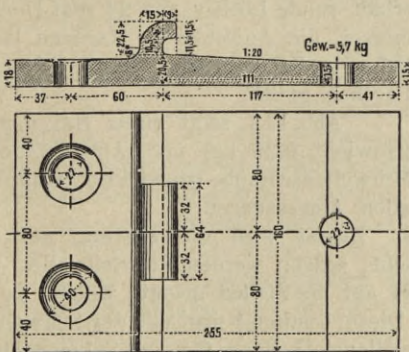
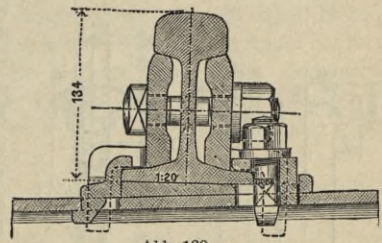
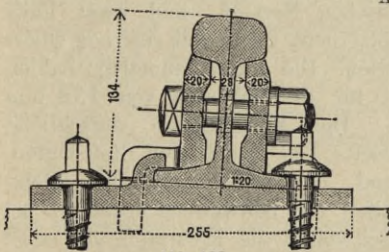
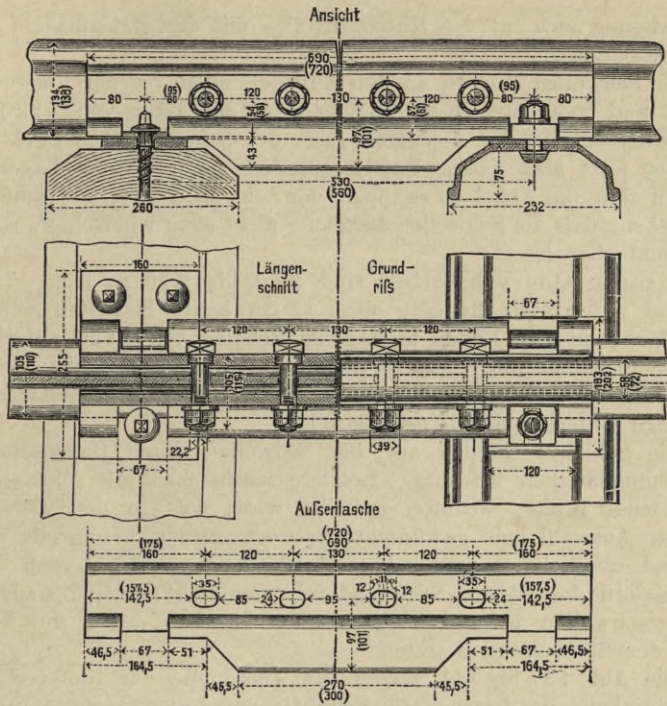
Die Laschen werden ebenso wie die Schienen aus Flußstahl hergestellt. Man unterscheidet nach ihrer Form und Länge Innen- und Außenlaschen; die ersteren erhalten runde, die Außenlaschen längliche Bolzenlöcher. Unter ihrer unteren Berührungsfläche mit den Schienen sind die Laschen zweimal im Winkel gebogen und um 40 mm unter den Schienenfuß hinaus nach unten verlängert, für die Unterlagsplatte und Schwelle sind sie ausgeklinkt. Die innere Lasche ist etwas länger als die äußere und hat an jedem Ende eine Ausklinkung für den zweiten Hakennagel (siehe unten), der dazu dient, das Wandern der Schienen zu verhindern.

Die Laschenbolzen aus Schweißseisen von 22 mm Durchmesser sind am Kopfende länglich gestaltet, entsprechend den Löchern der Außenlasche, um das Drehen beim Anziehen zu verhindern. Die Muttern sind also stets innerhalb des Gleises angebracht. Um das Losdrehen der Muttern zu verhindern, wird unter jede ein Federring untergelegt.

Die Holzschwellen erhalten jetzt 2,70 m (früher 2,50 m) Länge, 16 cm Dicke und 26 cm Breite. Sie sollen unten vollkantig sein, während sie oben waldkantig sein dürfen und nur eine Breite von 16 cm vorhanden sein muß. Die Stoßschwellen sollen aber möglichst vollkantig sein. Auf eine Schiene von 9 m Länge kommen 10 Schwellen, auf den Hauptlinien mit starkem Verkehr jedoch 11 Stück. Kieferschwellen werden mit Zinkchlorid, Eichen- und Buchenschwellen mit Creosot getränkt. Die Unterstützung des Schienenstoßes ist stets schwebend, die beiden Stoßschwellen werden bis auf 0,25 bis 0,30 m Zwischenraum aneinander gerückt.

Unterlagsplatten aus Schweiß- oder Flußeisen, 180 mm lang, 160 mm breit und 12,5 mm stark, mit 5 mm Randhöhe dienen zur Auflagerung der Schienen.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen erfolgt mit Hakennägeln. Diese sind 165 mm lang und 15 × 15 mm stark; sie haben keine Spitze, sondern eine Schneide, die beim Einschlagen die Holzfasern quer durchschneidet; ein Hakennagel wiegt 0,29 kg. Befestigung der Schiene auf jeder Mittelschwelle mit zwei, auf den Stoßschwellen mit drei Hakennägeln, wovon zwei auf der Innenseite, und für welche die Unterlagsplatten die nöthigen Löcher erhalten. Auf der Innenseite der Schienen kommen auch Schwellenschrauben an Stelle der Hakennägel zur Anwendung. Der zweite Hakennagel auf der Innenseite greift in eine Ausklinkung der Lasche, wodurch die Schienen an den Stoßschwellen festgehalten werden und nicht „wandern“ können. Neuerdings erfolgt



die Befestigung auch auf den Mittelschwellen mit drei Hakennägeln bezw. Schwellenschrauben.

Die Schwellen werden an den Auflagerstellen vor der Verwendung gehobelt und zwar mit einer Neigung der Lagerfläche von 1:20 nach innen, entsprechend der geneigten Lage der Schienen (Art. 177). Man verwendet jetzt aber häufig Unterlagsplatten mit geneigter Lagerfläche und dann fällt das Abhobeln (Kappen) der Schwellen fort, nur muß man darauf sehen, daß die Schwellenoberfläche nicht etwa windschief, sondern gerade und eben ist.

Eiserne Querschwellen sind 2,50 bis 2,70 m lang, 75 mm hoch und unten etwa 24 cm, oben 11 cm breit; bisweilen wird die Rückenfläche an den Enden nach einer Neigung von 1:20 aufgebogen, um die Schienenneigung ohne Verwendung von Unterlagsplatten, die alsdann überhaupt fortbleiben, herzustellen. Bei gerader Rückenfläche sind keilförmige Unterlagsplatten erforderlich.

Die Schienen werden auf den Schwellen durch Hakenschrauben und Klemmplättchen befestigt. Letztere macht man mit Ansätzen von verschiedener Breite, wodurch erreicht wird, daß in den Bögen bei passender Auswahl jede gewünschte Spurerweiterung hergestellt werden kann und sämtliche Querschwellen gleichmäßig gelocht werden dürfen. Das Wandern des Gleises wird dadurch verhindert, daß die zur Form der Querschwellen passend abgeschrägten Laschen gegen die Klemmplatten der Stofschwelle treten.

Die Abb. 137 bis 141 zeigen die Anordnung der Stofsverbindung mit Ausklinkung der Laschen für Schwelle und Unterlagsplatte nach den preussischen Normen, und zwar links auf hölzernen, rechts auf eisernen Querschwellen.

Die eingeklammerten Zahlen gelten für die Schienen von 138 mm Höhe. Die Außenlasche umschließt beiderseits den Haken der Stofsplatten, während die Innenlasche bei Holzschwellen die Schwellenschrauben, bei Eisenschwellen die Klemmplatten nebst Hakenschrauben einfaßt. Die Innenlasche erhält runde Löcher von 24 mm Durchmesser, die Außenlasche dagegen längliche von 24×35 mm; sonst sind beide Laschen gleich.

Abb. 142 zeigt einen Hakennagel (Gewicht 0,29 kg) und Abb. 143 eine Schwellenschraube (Gewicht 0,39 kg) mit allen Abmessungen.

179. Herstellung des Gleises. Zuerst wird die Bettung auf das Planum vorschriftsmäßig aufgebracht, sodann werden die Schwellen von der Abladestelle herangeschafft und auf die Stellen gelegt, welche sie in dem Gleise einzunehmen haben. Diese bestimmt man mit der Schwellenvertheilungslatte, welche die Schwelleneintheilung für eine Schienenlänge enthält. An die Stöße legt man die breitesten und besten Schwellen.

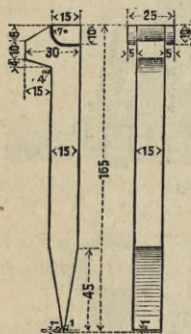


Abb. 142

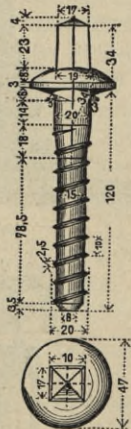


Abb. 143

Werden Schwellenschrauben zur Befestigung verwendet, so müssen die Löcher durch die Schrauben ganz hindurch gebohrt werden, am besten mit Bohrmaschinen und Bohrschablonen. Vor dem Einschrauben füllt man etwas Theer hinein und taucht auch die Holzschraube in Theer.

Nun werden die Schienen aufgesetzt, die Fabrikzeichen nach innen, in den Stößen die Stofsbleche (siehe unten) eingesetzt, die Schienen angestossen, die Laschen angebracht, die äußeren Bolzen so eingesetzt, daß die Muttern nach innen kommen, die Federringe untergelegt und die Muttern leicht angezogen. Sodann prüft man mit dem Schienenwinkel, ob die Stöße genau gegenüber liegen und verwendet in den Bögen nöthigenfalls Ausgleichschienen. Wenn die Unterlagsplatten richtig vertheilt und unter die Schienen geschoben sind, werden zunächst die Stofschweller, dann die Mittelschweller an einem Strange genagelt.

Der zweite Schienenstrang wird von einem nachfolgenden Trupp hinterher und zwar genau nach der Spur genagelt, wobei zu beachten ist, daß die Spur auf den Schwellen aus weichem Holze (Kiefern oder Tannen) sich enger fährt und deshalb bei der Herstellung etwas weiter gemacht wird. Diese Spurerweiterung beträgt 2 bis 4 mm, sofern Unterlagsplatten verwendet werden, und 8 mm, wo diese fehlen.

Die Hakennägel werden lothrecht eingesetzt, nicht mit gegeneinander gekehrten Spitzen; beim Einschlagen drückt man die Schwelle gehörig mit Wuchtebäumen an die Schienen an; die in die Einklinkung der Innenlaschen einzuschlagenden Nägel dürfen mit dem Haken nur lose auf dem Laschenfusse aufliegen.

Das auf etwa 100 m Länge fertig genagelte Gleis wird ausgerichtet, wobei auch die beiden letzten Bolzen in die Laschen eingezogen werden. Alsdann wird Kies herangefahren und eingeworfen und mit dem Heben und Stopfen des Gleises begonnen. Zunächst werden einzelne Stellen hochgehoben und unterstopft, wobei die richtige Höhe der Schienenoberkante von den festen Punkten oder Pfählen herüber gewogen wird, sodann werden die Zwischenstrecken nach dem Augenmaße oder mit Setztafeln eingerichtet.

Das Unterstopfen der Schwellen erfordert geübte Arbeiter, auch die Beurtheilung dieser Arbeit kann nur beim Mitarbeiten in der Rotte erlernt werden. Zu beachten ist, daß die Schwellen nicht bloß an den Außenkanten gut unterstopft werden, sondern auch in dem mittleren Theile der Unterfläche, ferner soll an beiden Längsseiten der Schwelle gleichzeitig gestopft werden, sodafs stets zwei Mann gegeneinander arbeiten; die Schwellenköpfe werden zuerst unterstopft.

Nach Beendigung der Stopfarbeit werden die Befestigungsmittel nachgesehen und die Zwischenbleche entfernt, worauf man das Gleis mit Kies verfüllt; es ist alsdann betriebsfertig, muß aber noch sorgfältig beobachtet und nachgebessert werden.

Schienen und Schwellen müssen auf den Lagerstellen luftig aufgestapelt werden. Die Schienen werden am besten nur an zwei Stellen, die etwa um $\frac{1}{6}$ der Schienenlänge von den Enden abstehen, unterstützt. Die Weichenschwellen sind gesondert aufzustapeln und ihre Längen am Kopfende mit Oelfarbe anzuschreiben. Kleineisenzeug ist in bedeckten und trockenen Räumen aufzubewahren. Das Abladen der Schienen von

den Wagen muß vorsichtig geschehen, Abwerfen und Fallenlassen ist durchaus zu vermeiden.

Die vorhin erwähnten Stofsbleche dienen zur Einhaltung der Zwischenräume, welche an den Schienenstößen wegen der Ausdehnung des Eisens durch die Wärme belassen werden müssen. Der Zwischenraum muß um so größer gemacht werden, je geringer die Luftwärme bei dem Legen des Gleises ist. Für 9 m lange Schienen gilt folgende Zusammenstellung:

Luftwärme in Graden Celsius	über Null				unter Null	
	30—40	20—30	10—20	0—10	0—10	10—20
Zwischenraum in mm . . .	3	4	5	6	7	8

Je nach der Luftwärme werden Stofsbleche von der entsprechenden Stärke verwendet und zwischen die benachbarten Schienenköpfe gelegt; sie verbleiben dort so lange, bis das Gleis acht bis zehn Schienenlängen dahinter fertig gerichtet, genagelt und gestopft ist. An heißen Sommertagen sind die Stofsbleche in der Mittagszeit durch dünnere auszuwechseln, damit die Schienen sich ausdehnen können.

180. Absteckung des Gleises. Bei der Herstellung des Gleises auf gegebenem Planum sind die Absteckungsarbeiten im Anschlusse an die vorhandenen Festpunkte und Stationspfähle leicht auszuführen, indessen erfordert die genaue Festlegung der Uebergangsbögen, der Spurerweiterungen in den Krümmungen und der Gefällsausgleichung zwischen verschiedenen geneigten Strecken besondere Sorgfalt und Aufmerksamkeit.

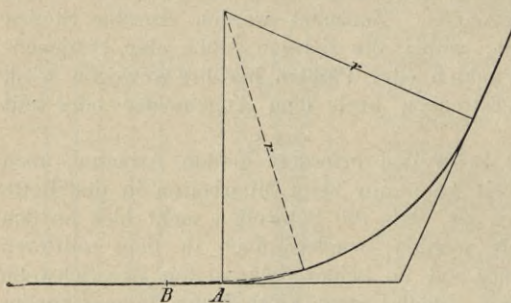


Abb. 144

Uebergangsbögen dienen dazu, den Uebergang aus der geraden in die nach dem Halbmesser r gekrümmte Strecke so zu gestalten, daß die Krümmung vom Anfangspunkte an ganz allmählich zunimmt, damit heftige Stöße der Fahrzeuge vermieden werden. Um diesen Bogen in ein bestehendes Gleis

einzuschalten, kann man wie folgt verfahren (vergl. Abb. 144).

Es bedeutet r den Halbmesser des Kreisbogens, A dessen Anfangspunkt, B den Anfangspunkt des Uebergangsbogens, a die Länge der Strecke BA . Aus der folgenden kleinen Tafel entnehme man für den gegebenen Halbmesser r die zugehörige Strecke a und trage diese von A aus auf der Geraden ab nach B . Nun ist B der Anfangspunkt für den Uebergangsbogen, zählt man also die Abscissen x von B aus, so giebt die Tafel die zugehörigen Ordinaten y . Beispielsweise erhält man für $r = 400$ m die Strecke $AB = a = 13,62$ m und es ist für $x = 20$ m (von B aus gezählt) die Ordinate des Uebergangsbogens $y = 0,111$ m.

Tafel zur Absteckung der Uebergangsbögen.

Halbmesser r	Strecke a	Ordinaten y für die Abscissen $x =$							
		10	20	30	40	50	60	70	80
300	18,49	0,014	0,111	0,375	0,889	1,731	2,923	4,469	6,376
400	13,62	0,014	0,111	0,375	0,883	—	—	—	—
500	10,96	0,014	0,111	0,374	0,845	—	—	—	—
600	9,18	0,014	0,111	0,356	0,790	—	—	—	—
700	8,40	0,013	0,103	0,333	—	—	—	—	—
800	8,51	0,011	0,093	0,289	—	—	—	—	—
900	8,60	0,010	0,078	0,255	—	—	—	—	—
1000	8,68	0,009	0,070	0,228	—	—	—	—	—

Die vorstehend nicht eingetragenen Ordinaten gehören bereits dem unverändert gebliebenen Kreisbogen an und man erkennt, daß die Uebergangsbögen bei größerem Krümmungshalbmesser nur eine unbedeutende Länge haben. Bei einiger Uebung läßt sich der sanfte Uebergang des Bogens ohne Absteckung nach dem Augenmaße erzielen.

Für die Spurerweiterung in den Bögen gelten bei den preussischen Staatseisenbahnen folgende Angaben, und zwar sowohl für Hauptbahnen als für Nebenbahnen:

Halbmesser r in m . . .	150	180	200	280	350	400	500	600	700	800	900	1000
Spurerweiterung in mm . .	28	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0

Die Spurerweiterung wird durch Abrücken der inneren Schiene bewirkt, während die äußere Schiene ihre normale Lage zur Mittellinie des Kreisbogens behält. Die Spurerweiterung soll am Bogenanfang bereits vorhanden sein; man läßt sie in einigen Schienelängen auslaufen.

Die Ueberhöhung in den Bögen hängt theoretisch von dem Halbmesser der Bögen und der durchschnittlichen Geschwindigkeit ab, mit welcher das Gleis durchfahren wird. Denn sie soll der Wirkung der Schwungkraft (vergl. Art. 55) entgegenwirken. Die Ueberhöhung kann für Hauptbahnen nach der Formel

$$\text{Ueberhöhung in mm} = \frac{40\,000}{r \text{ in Metern}},$$

für Nebenbahnen mit höchstens 30 km stündlicher Zuggeschwindigkeit nach der Formel

$$\text{Ueberhöhung} = \frac{10\,600}{r}$$

berechnet werden.

In starkem Gefälle wird die Ueberhöhung etwas größer gemacht, jedoch soll das Maß von 150 mm niemals überschritten werden.

Gewöhnlich behält die innere Schiene ihre normale Höhe und es wird nur die äußere überhöhht. Auf zweigleisigen Strecken muß man jedoch da, wo Wegeübergänge in den Bögen vorkommen, die beiden mittleren Schienen gleich hoch legen und den äußeren Strang überhöhen, den inneren einsenken.

Die Ueberhöhung läßt man gewöhnlich in dem Uebergangsbogen auslaufen, sodafs die sog. Ueberhöhungsrampe in den Uebergangsbogen

fällt; wo dieser sehr kurz ist, giebt man jenem etwa die 300 fache Länge der Ueberhöhung.

181. Weichen und Kreuzungen. Die Weichen und Kreuzungen werden auf Querschwellen gelagert und so angeordnet, daß sie unverändert auf hölzernen wie auf eisernen Querschwellen verlegt werden können. In den Weichen werden die Schienen lothrecht, also ohne die sonst übliche Querneigung gestellt, auch bleibt die Ueberhöhung in den Weichen-curven fort.

Die Durchkreuzungsstelle der Schienen heißt das Herzstück; Zunge oder Spitze ist der bewegliche Theil der Weiche, dazwischen liegt das gekrümmte Verbindungsstück. Die Herzstückneigung soll in der Regel entweder 1:10 oder 1:9 betragen; eine Zwangsschiene, auch Radlenker genannt, neben den äußeren, der Spitze gegenüberliegenden Schienen hat das Rad von der Spitze abzuziehen.

Die Zunge des ablenkenden Gleises ist gekrümmt, diejenige des Hauptgleises, aus welchem die Weiche abzweigt, ist gerade; nach der Richtung der Abzweigung werden Rechts- und Linksweichen unterschieden. Der Zungenausschlag (Hub der Weichenzugstange) beträgt 140 mm.

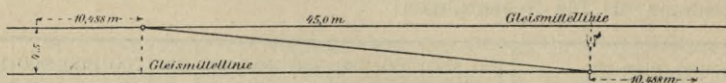


Abb. 145

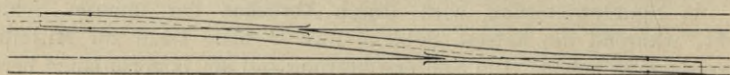


Abb. 146

Die ganze Bauweise der Weichen wird stets einheitlich und mit allen Einzelheiten genau entworfen, sodaß man bei der Herstellung des Oberbaues nur die Hauptabmessungen für das Einbauen der Weichen in das Gleis zu kennen braucht, ohne eine Weichenberechnung vorzunehmen. Man steckt zuerst den Weichenmittelpunkt ab, nämlich den Schnittpunkt der Mittellinien des abzweigenden Gleises und des Stammgleises. Sodann werden von dem Weichenmittelpunkte aus nach den in die Zeichnungen eingeschriebenen und daraus zu entnehmenden Abständen die Schienenstöße vor der Zungenspitze und hinter dem Herzstücke in dem geraden und gleichfalls in dem abzweigenden Gleise abgesteckt.

Bei den Kreuzungsweichen, welche zwei sich kreuzende Gleise miteinander verbinden, geht man von dem Mittelpunkte der Kreuzung aus und steckt von hier aus die Stöße hinter den Herzstücken ab; bei den Doppelweichen, wo zwei Gleise hintereinander von dem Hauptgleise abzweigen, ist noch die Entfernung der beiden Weichenmittelpunkte voneinander festzustellen.

In Abb. 145 ist für eine einfache Gleisverbindung, bestehend aus zwei einfachen Weichen, die zwei Nachbargleise miteinander verbinden, die Absteckung veranschaulicht. Die Entfernung der beiden Weichenmittelpunkte richtet sich hierbei nach dem Abstände der zu verbindenden

Gleise und nach der Herzstückneigung. Die eingeschriebenen Mafse gelten für den Gleisabstand von 4,5 m und die Herzstückneigung 1:10. Abb. 146 zeigt die gleiche Anlage mit Doppellinien für jedes Gleis.

Eine Gleiskreuzung findet nur in beiderseits geraden Strecken statt und erfordert zwei Herzstücke und zwei Doppelherzstücke (auch Kreuzstücke genannt). Die Herzstücke nebst Radlenkern sind wie bei den Weichen; das Kreuzstück enthält dagegen zwei Spitzen und einen eigenen, innen liegenden Radlenker, der allerdings eine etwa 0,5 m lange führunglose Stelle bestehen läßt.

Die Aufstellung von Merkzeichen an den Stellen, wo zusammenlaufende Gleise nur noch 3,5 m voneinander entfernt liegen, darf nicht vergessen werden.

182. Unterhaltungsarbeiten und Nebenanlagen. Die Beschädigungen am Gleise kommen am häufigsten bei eintretendem Thauwetter vor. Bei der Ausbesserung muß der unter den Schwellen entstandene Schlamm ausgegraben und weit fortgeworfen werden, damit er nach dem Austrocknen nicht etwa wieder untergestopft wird. Gutes Stopfmateriel muß vorrätbig sein. Auch im Herbst ist das Gleis genau durchzusehen und für den Winter vorzurichten. Bei dem Richten und Stopfen des Gleises hebt man die Bettung bis zur Schwellenunterkante aus, setzt Höhenpfähle und untersucht, ob das Gleis nach Richtung und Höhenlage gut liegt, ob die Schwellen nicht angefault sind und für die Befestigungsmittel noch sicheren Halt bieten, ob diese in gutem Zustande sind, ferner ob die Schienen auf den Unterlagsplatten und diese auf den Schwellen fest aufliegen, ob die Schwelleneintheilung noch richtig ist und die Schienen nicht gewandert sind. Alsdann wird die Spur genau hergestellt und das Gleis angehoben, gestopft und schließlicb wieder verfüllt. Auch einzelne Stellen im Gleise werden in gleicher Weise ausgebessert.

Soll eine einzelne Schiene ausgewechselt werden, so ist zunächst eine passende zur Stelle zu schaffen. Um die Länge der neu einzulegenden Schiene passend zu hauen, untersuche man, und zwar bevor die Laschen der auszuwechselnden Schiene gelöst werden, ob beiderseits die richtigen Zwischenräume vorhanden sind. Die neu einzulegende Schiene muß auch hinsichtlich der Höhe zu den benachbarten passen. Sind jene bereits abgefahren, so darf keine neue Schiene zwischengelegt werden, sondern nur eine alte, die entsprechend abgenutzt ist. Bei Schienenbrüchen kann man nothdürftig Abhülle schaffen, wenn man ein kurzes Schwellenstück unter die Bruchstelle legt und jedes Ende durch zwei Nägel befestigt. Statt dessen ist auch ein Schienenbruchverband anwendbar, wobei die Bruchstelle mit Laschen umfaßt wird.

Zur Prüfung der Strecke ist eine häufige Bereisung mit dem Zuge und zwar auf der Maschine zweckmäfsig, da man hierbei die Unregelmäßigkeiten im Gleise leicht herausfinden kann.

Im Winter bereiten die Schneeverwehungen große Arbeiten und Unbequemlichkeiten. Man ist jetzt schon bei der Anlage der Bahnen bestrebt, dem Entstehen der Schneeverwehungen nach Möglichkeit vorzubeugen, beispielsweise durch Errichtung von Schneezäunen an den am meisten gefährdeten Strecken, nämlich an niedrigen Einschnitten und da, wo die Bahn durch freies, ebenes Gelände in gleicher Höhe mit diesem

führt. An solchen Stellen sammeln sich oft trotz der getroffenen Schutzmassregeln große Schneemassen an und alle Erhebungen, als niedrige Hecken, Haufen von Materialien usw., begünstigen die Verwehung. Man muß daher solche Materialablagerungen vor Eintritt des Winters beseitigen oder von dem Gleise 4 bis 8 m weit entfernt halten, auch die Schneezäune müssen mindestens um das zehnfache ihrer Höhe über den Schienen von diesen entfernt bleiben.

Auf Bereitstellung von Schneeschaufeln, etwaiger Schneepflüge und sonstiger Gerätschaften ist Bedacht zu nehmen, auch sind die Wärter und Vorarbeiter im voraus zu unterweisen, wie sie beim Eintritt des Schneetreibens zu handeln haben. Die verwehte Bahn darf nicht etwa nur nothdürftig freigemacht werden und noch weniger darf man rechts und links Schneehaufen aufwerfen, weil dadurch das Uebel bei dem nächsten Schneesturm nur noch größer werden würde. Vielmehr muß man allen Schnee so beseitigen, daß die Schienen wieder eine recht freie Lage erhalten. Es ist daher nicht selten erforderlich, die Schneemassen mit Arbeitszügen aus den Einschnitten heraus zu fahren und auf die Böschungen der benachbarten hohen Dämme abzuwerfen.

Auf den Stationen kommen an Nebenanlagen, deren Unterhaltung im Zusammenhange mit derjenigen des Oberbaues steht, insbesondere die verschiedenen Gruben und deren Entwässerung in Betracht, ferner die Prellböcke an den Enden todtter Gleise, das Mauerwerk der Drehscheiben, Schiebebühnen und Lastkrane, die Lademasse und Ladelehren sowie die Vieh- und Laderampen und die sämtlichen Entwässerungsanlagen.

Auf die Freihaltung des lichten Raumes über dem Gleise muß sorgfältig geachtet werden, besonders an den Bordschwellen der Bahnsteige, bei dem Aufstellen von Glockenbuden und Telegraphenstangen sowie bei den Ueberführungen und Unterführungen.

Unter den Nebenanlagen der freien Strecken sind zunächst die Wegeübergänge zu nennen. Diese werden durch Chaussirung befestigt, wobei die erforderlichen Spurkanzrinnen von den Eisenbahnfahrzeugen sich selbst einfahren. Im Zuge der Bahngräben sind Durchlässe (Rampencanäle) zur Abführung des Wassers erforderlich. Zum Abschluß der Uebergänge dienen Schranken verschiedener Art. Zugschranken müssen auch mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können und vor dem Schließen muß geläutet werden. Beiderseits in 10 bis 20 m Abstand von der Schranke werden Halte- und Warnungstafeln aufgestellt.

Außerdem kommen auf der freien Strecke noch Stationssteine, Neigungsanzeiger und Krümmungstafeln sowie Einfriedigungen vor. Letztere werden häufig als Drahtzäune oder Schluchterwerk hergestellt.

Zur Verhütung von Waldbränden werden Schutzgräben mit Aufwurf etwa 40 m von der Bahn entfernt gezogen und zwischen diesen der Feuerbezirk durch Quergräben in kleinere Flächen von 50 bis 100 m Länge zerlegt. Diese Gräben und Aufwürfe müssen stets wund gehalten werden.

Anhang.

Kostenangaben.

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			M	S
1. Mauerwerkmaterialien.				
1	1	cbm Bruchsteine, in Haufen gesetzt, gewöhnliche	6	—
2	1	„ desgl., große und lagerhafte	10	—
3	1000	Stück gewöhnliche gute Mauersteine	30	—
4	1000	„ ausgesuchte Mauersteine, Klinker und Hohlsteine	40	—
5	1000	„ Dachsteine (Biberschwänze)	45	—
6	1	cbm Werkstücke aus Sandstein, glatt bearbeitet	120	—
7	1	„ desgl., profilirt zu Thür- und Fenstereinfassungen, Säulen, Pfeilern usw., sauber bearbeitet	160	—
8	1	cbm Mauersand, rein und scharf	3	—
9	1	„ gelöschter Kalk (Kalkbrei)	18	—
10	1	Fafs Portlandcement, 180 kg schwer	8	—
11	1	cbm Kalkmörtel 1:2 $\frac{1}{2}$	9	20
12	1	„ Cementmörtel 1:3	21	40
13	1	„ „ 1:2	29	70
14	1	„ verlängerter Cementmörtel (Kalk : Cement : Sand = 2 : 1 : 6) } ohne Bereitung, } vergl. } Art. 88 }	16	—
15	1	cbm Gipsmörtel, ohne Sandzusatz und frisch zubereitet	50	—
16	1	„ feuerfester Mörtel	60	—
17	1	„ Lehmörtel	8	—
2. Mauerwerkarbeiten.				
1	1	cbm Bruchsteinmauerwerk zu Fundamenten herzustellen, ein- schliesslich Mörtelbereitung	2	50
2	1	cbm desgl. zu Keller- und Plintenmauern	2	75
3	1	„ aufgehendes Bruchsteinmauerwerk von ausgesuchten Steinen	3	—
4	1	qm Ansichtfläche die Steine auszusuchen und nachzuarbeiten, nebst Fundamentverstrich, als Zulage zu Nr. 3.	3	—
5	1	cbm Werksteinmauerwerk zu Friesen, Sockeln usw.	8	—
6	1	qm Verblendung mit Werksteinquadern	4	—
7	1	cbm Ziegelmauerwerk	3	—
8	1	qm Luftisolirschrift auszusparen als Zulage	—	40
9	1	„ Verblendung als Zulage	1	20
10	1	lfd. m Rollschicht aus Ziegelsteinen (13 Steine, 10 l Mörtel)	—	30
11	1	qm Ansichtfläche auszufugen bei Bruchsteinmauerwerk	—	35
12	1	„ desgl. bei Ziegelmauerwerk	—	65
13	100	kg eiserne Träger und Unterlagsplatten heranzuschaffen und einzumauern, im Keller- und Erdgeschoß	2	50
14	100	kg desgl., Zulage für jedes Stockwerk	1	—
15	1	qm Rüstungsfläche von zwei- bis dreifacher Stockwerkhöhe, für das Ein- und Ausrüsten	4	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			<i>M</i>	<i>δ</i>
3. Fertiges Mauerwerk (Material und Arbeit). (Man vergleiche hierzu Art. 135.)				
1	1	cbm Bruchsteinmauerwerk in Kalkmörtel	13	65
2	1	„ Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel	17	70
3	1000	Stück Ziegelsteine in vollem Mauerwerk	44	20
4	1	qm Ziegelwand ohne Oeffnungen, 1/2 Stein stark	2	30
5	1	„ desgl., 1 Stein stark	4	60
6		Stärkere Wände für je 1/2 Stein mehr	2	30
7	1	cbm Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel 1:3	17	75
8	1	„ desgl. in verlängertem Cementmörtel 2:1:6	15	90
9	1	„ Ziegelmauerwerk in Cementmörtel 1:3	21	25
10	1	„ desgl. in verlängertem Cementmörtel wie oben	19	65
11	1	m Rollschicht aus Ziegelsteinen in Kalkmörtel	—	80
12	1	„ desgl. in Cementmörtel 1:2	1	—
13	1	qm Rabitzwand, 5 cm stark, zweiseitig geputzt	6	—
14	1	m kleine Gesimse für Ziegelrohbau, vorgemauert und gefugt 17,20 bis 21,70 <i>M</i> , durchschnittlich	2	50
15	1	„ größere wie vor, etwa 40 cm hoch	4	—
16	1	cbm Beton erfordert 0,90 cbm Steinschlag zu 5 bis 8 <i>M</i> , 0,45 cbm Mörtel zu 16 bis 20 <i>M</i> . Das Bereiten und Ver- senken unter Wasser kostet 5,50 <i>M</i> . Daher Gesamtkosten 17,20 bis 21,70 <i>M</i> , durchschnittlich	19	50
17	1	cbm Cementkalkbeton, im Trockenem eingestampft (Stein- schlag oder Kies 4,50, Mörtel 7,— und Arbeit 1,50 <i>M</i>)	13	—
4. Holz.				
1	1	cbm kiefernes Rundholz bis zu 10 cm mittlerem Durchmesser	16	—
2	1	„ desgl. bis 20 cm	20	—
3	1	„ „ „ 30 „	25	—
4	1	„ „ „ 40 „	30	—
5		Eichenes Rundholz ist etwa um 50% theurer.		
6	1	cbm kiefernes Bauholz zu Balkenlagen, scharfkantig ge- schnitten	45	—
7	1	cbm desgl., sehr stark und lang, bis	60	—
8	1	„ hartes Holz (Eichen, Buchen, Eschen), scharfkantig geschnitten	70—100	—
9	1	cbm kiefernes Bauholz, einstielig und gebeilt	30	—
10	1	„ baumkantiges Bauholz ist etwa 30% billiger als scharfkantiges.		
11	1	qm gesäumte Stammbohlen von Nadelholz, scharfkantig, 80 mm stark	4	—
12	1	qm desgl., 50 mm stark	2	80
13	1	„ Stambretter wie vor, 40 mm stark	2	20
14	1	„ desgl., 30 cm stark	1	70
15	1	„ „ 20 „ „	1	20
16	1	„ Zopfbretter sowie ungesäumte sind billiger.		
17	1	m Latten, 4·6 cm stark	—	15
5. Zimmerarbeiten.				
1	1	cbm Bauholz fällen	—	30
2	1	m Bauholz beschlagen, starkes	—	25
3	1	„ desgl., kleines	—	15
4	1	„ Sägeschnitt	—	06
5	1	qm Bohlen oder Bretter schneiden	—	40
6	1	m Mauerlatte zurichten und verlegen	—	25

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			<i>M</i>	<i>δ</i>
7	1	m Verbandhölz zu Fachwerk und Dachgespärre zurichten, verbinden und richten	—	35
8	1	m Balken bearbeiten und verlegen	—	40
9	1	„ Ganz-, Halb- und Kreuzholz zu Hänge- und Sprengewerken	—	60
10	1	„ Verbandholz abfasen	—	10
11	1	qm Schalung hobeln	—	50
12	1	Sparrenkopf behobeln und profilieren	—	50
6. Fertige Holzarbeiten (einschließlich aller Materialien).				
1	1	qm rauhe Dachschalung, 2,5 cm stark (zum Schieferdach)	1	80
2	1	„ desgl., gespundet (zum Pappdach)	2	—
3	1	„ rauhe Decken- und Stielwandschalung, 2 cm stark	1	50
4	1	„ Lattenverschlag	1	40
5	1	„ gehobelte Schalung, 2,5 cm stark, mit Fugenleisten	3	50
6	1	„ Fufsboden, 3 cm stark, rau und bloß gefugt	2	50
7	1	„ desgl., rau und gespundet	3	—
8	1	„ „ gespundet und gehobelt	4	—
9	1	„ Fufsboden von 3 cm starken Eichenbrettern	7	—
10	1	m Fufsleisten, 5 cm hoch und 3 cm stark, gekehlt und gehobelt	—	40
11	1	„ desgl., 10 cm hoch und auf Eichenholzdübeln befestigt	—	70
12	1	„ Kantholz zu liefern und zu verbinden oder zu verlegen kostet:		
		in Stärken von 10-12 12-15 14-18 16-20 18-24 20-26 22-28 24-30		
		<i>M</i> 0,85 1,15 1,50 1,80 2,30 2,70 3,20 3,70		
7. Fachwerkwände.				
1	1	m kiefernes Verbandholz in Fachwerkwänden (Schwellen, Rahmholz, Stiele, Streben und Querriegel) anzuliefern, abzubinden und aufzustellen kostet durchschnittlich	1	30
2	1	qm Fachwerkwand, das Gestell aus Kiefernholz, 13-15 cm stark, anzuliefern und aufzustellen durchschnittlich	2	20
3		Hierzu kommt bei ausgemauerten Fachwerkwänden die Ausmauerung gemäß Art. 135 mit	1	85
4	1	qm ausgemauerte Fachwerkwand, 2,20 + 1,85 <i>M</i> = rund	4	—
8. Dächer.				
1	1	qm verschaltes Pfannendach, Schalung und Lattung 2,40		
		20 Stück Dachpfannen 0,90		
		Eindecken 0,20		
2	1	qm Spließdach, mit Mörtel verstrichen (20 cm weite Lattung, 35 Stück Biberschwänze)	3	50
3	1	qm Doppeldach wie vor (14 cm Lattenweite, 50 Steine)	3	20
4	1	„ desgl., ganz in Mörtel	4	30
5	1	„ Kronendach, verstrichen (25 cm Lattenweite, 55 Steine)	4	40
6	1	„ desgl., böhmisch, ganz in Mörtel	4	30
7	1	m Dachfirst (3,3 Stück Firststeine), fertig eingedeckt	4	60
8	1	qm Schieferdach von deutschem Schiefer (Schalung 1,80, Schiefer und Eindecken 2,40 <i>M</i>)	1	50
9	1	qm Pappdach (Schalung 2,—, Pappe und Eindecken 1,50 <i>M</i>)	4	20
10	1	„ Holzcementdach (Schalung 2,—, Cementdach 2,50 <i>M</i>)	3	50
11	1	m Dachkehle, 0,50 m breit, aus Zinkblech Nr. 12	4	30
12	1	„ Dachrinne, 13 cm breit und im Mittel 8 cm tief, aus Zinkblech Nr. 13, fertig einschließlich Rinneisen	3	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung	Preis	
		ℳ	δ
13	1 m Abfallrohr, 9 cm weit, von Zink Nr. 13 einschließlic Herstellung der Kniestücke und Befestigen der Rohrschellen . . .	2	50
14	1 Rohrschelle liefern und anbringen	—	60
15	1 verzinkter Dachhaken für Schieferdächer wie vor	—	60
9. Decken.			
1	1 qm Balkendecke, die Fache mit eichenen Stakhölzern ausschlagen mit Strohlehm verschmieren und bis Oberkante Balken mit reinem trockenem Lehm verfüllen, über dem Balkenholze gemessen (also ohne Abzug der Balken), einschließlic Material	1	20
2	1 qm Balkendecke mit 2 cm starken Brettern verschalen, rohren und putzen wie vor	2	50
3	1 qm Rohrdecke aus fertigem Rohrgewebe in zwei Lagen, auf Holzleisten genagelt und mit Cementmörtel verputzt	1	60
4	1 qm fertige Balkendecke über Wohnräumen, mit halbem Windelboden und Rohrdeckenputz kostet an Stakung und Rohrdeckenputz allein 2,80 ℳ und einschließlic Liefern und Verlegen der Balken bei 18·24 cm Balkenstärke im ganzen	6	—
	20·26	6	50
5	1 qm Kappengewölbe, $\frac{1}{2}$ Stein stark, fertig ohne Hintermauerung	4	—
6	1 „ desgl. mit Hintermauerung	5	50
10. Thüren (Material und Arbeit).			
1	1 qm Bretterthür, 2,5 cm stark, auf Nuth und Feder mit eingeschobenen Quer- und Strebeleisten fertig liefern und anpassen	5	—
2	1 qm einflügelige gestemmte Thür mit vier Füllungen (Kreuzthür), Rahmen 3,5 cm, Füllungen 2,5 cm stark	8	—
3	1 qm Flügelthür wie vor	10	—
4	1 „ Thürfutter, glatt behobelt	6	—
5	1 „ desgl., gestemmt	8	—
6	1 m Thürbekleidung, 13 cm breit, aus 3 cm starkem Holz	1	—
7	1 Verdachung mit gestemmtm Fries zu einflügeligen Thüren, etwa 40 cm hoch	7	—
8	1 desgl. über Flügelthüren	10	—
9	1 qm Thürschwelle aus 4 cm starkem Eichenholz	6	—
10	1 m Bohlenzarge, 7 cm stark, für eine Thür in 1 Stein starker Wand liefern und einmauern	6	—
11	1 Für eine Thür in $1\frac{1}{2}$ Stein starker Wand die Dübel und eine 7 cm starke Ueberlagsbohle wie vor	7	—
12	1 Thürbeschlag für eine Stallthür mit zwei langen Bändern, Stützhaken und Kastenschloß nebst Klinnhaken	8	—
13	1 desgl. für eine einflügelige Hausthür, zwei aufgeschraubte Kreuz- oder Winkelbänder mit Stützhaken und Kastenschloß	12	—
14	1 desgl. für eine zweiflügelige Hausthür wie vor nebst Ober- und Unterkantenriegel	25	—
15	1 desgl. für eine einflügelige gestemmte Stubenthür (zwei Aufsatzbänder, Kastenschloß mit Drücker)	8	—
16	1 desgl., zweiflügelig mit sechs Aufsatzbändern, langem und kurzem Kantenriegel, eingestecktem Schloß mit Messingarnitur	20	—
11. Fenster.			
1	1 qm vierflügeliges Fenster mit 3,5 cm starkem Rahmen aus Kiefernholz und einfachem Glase, auf beiden Seiten mit Oelfarbe gestrichen, fertig mit Glas ohne Beschlag	9	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			<i>M</i>	<i>δ</i>
2	1	qm vierflügeliges Doppelfenster wie vor	20	—
3	1	„ zweiflügeliger Fensterladen von 3 cm starken Brettern auf Quer- und Strebeleisten, glatt gehobelt und auf beiden Seiten mit Oelfarbe gestrichen	6	50
4	1	qm desgl. mit Rahmen und Füllungen	9	—
5	1	Beschlag für ein einflügeliges Fenster (4 Scheinecken, 2 Aufsatzbänder, 2 halbe Vorreiber und Aufziehkopf)	3	—
6	1	desgl. für ein vierflügeliges Fenster mit 16 Scheinecken, 8 Aufsatzbändern und Stützhaken, unten Ruderverschluss und oben Vorreiber	3	—
7	1	desgl. für einen einflügeligen Fensterladen	8	—
8	1	„ „ zweiflügeligen	6	—
9	1	„ „ nach innen aufschlagend, gebrochen	12	—
10	1	Fensterbrett, 4 cm stark, mit Wasserrinne versehen, gehobelt und mit Oelfarbe gestrichen, fertig	8	—
11	1	Wasserkasten von Zinkblech unter dem Fensterbrett	1	50
12	1	qm Fensterscheiben aus gewöhnlichem, halbweißem Glase liefern, einsetzen und verkitten	4	—
13	1	qm Oberlichtverglasung aus 6 mm starkem Rohglase	5	—
12. Treppen (einschließlich Material).				
1	1	Kellertreppe, 0,80 m breit, ohne Futterstufen und unbehobelt mit einfachem Handgeländer, jede Stufe	5	—
2	1	Holzterasse, 1 m breit, mit Futterstufen, Wangen 8 cm, Trittstufen 4 cm, Setzstufen 2,5 cm stark, mit Blockstufe im Erdgeschoss, gekehltm Handgeländer und gedrehten Säulchen einschließlich Eisenzeug und Oelfarbenanstrich, jede Stufe	12	—
3	1	Dachbodentreppe, 0,70 m breit, ohne Geländer, jede Stufe	3	50
4	1	m Treppenstufe von Granit, 25 bis 30 cm breit, 15 bis 18 cm hoch, vordere und obere Fläche glatt bearbeitet, fertig verlegt	12	—
5	1	m desgl. von Sandstein	8	—
6	1	eiserne Wendeltreppe bei 1,5 m Durchmesser, mit durchbrochenen Setzstufen, jede Stufe	18	—
13. Eisenarbeiten.				
1	1	dz (Doppelcentner = 100 kg) eiserne Träger aus Schweifs- oder Flusseisen liefern, aufstellen und verbinden, fertig mit Oelfarbenanstrich und Rüstungen	20	—
2	1	dz gußeiserne Säulen wie vor Das Aufstellen und Befestigen allein kostet etwa 3 <i>M</i>	23	—
3	1	dz alte Eisenbahnschienen ankaufen 1 m Schiene, 13 cm hoch, wiegt 32 kg.	10	—
4	1	kg Balkenanker und Schienen Ein Balkenanker, 1 m lang, mit Splint und Nägeln wiegt etwa 8 kg, ein Zuganker, 3 m lang und 10·4 mm stark, mit Splint, Kramme und Nägeln wiegt 12 kg, eine Ankerschiene, 1 m lang, wiegt 2 kg.	—	40
5	1	kg Schraubenbolzen	—	60
14. Nägel und Draht.				
1	1000	Stück Drahtnägel, 60 mm lang	1	50
2	1000	„ „ 120 „ „	4	—
3	1000	„ Brettnägel, 65 „ „	4	—
4	1000	„ „ 100 „ „	8	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			M	δ
19. Abbruch und Umbau.				
1	1000	Stück Dachsteine abdecken, reinigen und aufstellen	2	50
2	1000	„ desgl. umdecken	5	—
3	1	qm Fachwerkmauerung ausbrechen	—	35
4	1	„ desgl. nebst Holzgestell	—	60
5	1	cbm Mauerwerk abtragen	2	—
6	1	„ desgl. und die brauchbaren Steine ausscheiden und reinigen	3	—
7	1	m Bauholz abtragen	—	05
8	1	qm Fußboden abtragen	—	08
9	1	cbm Oeffnungen im Mauerwerk ausbrechen	6	—
10	1	Thüröffnung, 2,2 qm groß, durchbrechen, die Dübel einmauern, den Thürbogen anlegen und die Oeffnung wieder anputzen, in 1 Stein starker Wand	8	—
11	1	desgl. in 2 Stein starker Wand	12	—
12	1	„ in einer Fachwand, mit neuem Thürrahmen	10	—
13	1	qm Wandputz abstofsen	—	20
14	1	„ desgl. vorsichtig abschlagen, die Fugen aufhauen und reinigen und das Mauerwerk säubern einschließlic Rüstung	1	—
15	1	qm Fachwerkwand, den Putz abschlagen, schlechte Steine durch neue ersetzen, das Holzwerk neu bohren und drahten, beide Seiten mit Kalkmörtel neu putzen einschließlic Material	4	—
20. Gesamtkosten von Hochbauten.				
Vorbemerkung. Die Kosten gelten für 1 qm bebaute Grund- fläche bei einfacher Ausführung mit massivem Dach.				
1	1	qm Wohnhaus, massiv, mit 2 Stein starken Umfassungswänden, theilweise unterkellert, mit ausgebautem Dachgeschofs	110	—
2	1	qm einfaches Wohnhaus, massiv, theilweise unterkellert, mit Giebelstube	70	—
3	1	qm desgl., zweistöckig	110	—
4	1	„ Vierfamilienhaus, 2,5 m hoch, Umfassungswände 1½ Stein stark, Fußboden in Stuben und Kammern gedielt, sonst geplästert	50	—
5	1	qm Stall dazu mit 1½ Stein starken Umfassungswänden	40	—
6	1	„ Wirtschaftsgebäude, massiv, 3 m im lichten hoch, mit Vieh-, Pferde-, Schweine- und Federviehstall und Abort	55	—
7	1	qm Stall mit 2 Stein starken Umfassungswänden, 3,5 m im lichten hoch	45	—
8	1	qm Scheune von Bretterfachwerk auf Feldsteinfundament, Ständer 3,5 m hoch	25	—
9	1	qm Abort aus Holz mit Bretterschlag und Pappdach	45	—
10	1	„ Keller, überwölbt und mit Erde umschüttet	55	—
11	1	„ Holzschuppen aus Bretterfachwerk mit Pappdach	30	—
12	1	„ offene Wagenhalle aus Holz mit Pappdach	15	—
13	1	„ kleine Bahnhofshalle in Holz	15	—
14	1	„ desgl. in Eisen	25	—
15	1	„ Werkstattgebäude durchschnittlich	55	—
21. Fuhren.				
Auf gewöhnlichen Landwegen für 1 km Länge.				
1	1	cbm Erde oder Schutt zu fahren	—	90
2	1	„ Bruchsteine zu fahren	1	20
3	1	„ gebrannter Kalk	—	75

Lfd. N.r.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			M	δ
4	1	cbm Bauholz (feste Masse)	—	75
5	1000	Stück Ziegelsteine, Gewicht 3500 kg	2	—
6	1000	„ Dachsteine, „ 1200 „	1	20
Anmerkung. Auf Kunststraßen sind die Fuhrkosten nur etwa halb so groß. Die Ladung eines zweispännigen Fuhrwerks beträgt durchschnittlich				
auf ebenen Landwegen 600 bis 1000 kg				
„ Kunststraßen 1500 „ 2000 „				
22. Erdarbeiten.				
1	1	cbm Erde ausgraben und zur Seite werfen in losem Sand oder Ackererde	—	25
2	1	cbm desgl. in leichtem Lehm oder Letten, Mergel und Kies	—	45
3	1	„ „ „ schwerem „ „ „ „ „ „ „	—	65
4	1	„ Erde mit Schubkarren auf „ 50 m „ fördern „ „ „	—	15
5	1	„ desgl. „ 100 „ „ „	—	25
6	1	„ mit Handkipkarren „ 200 „ „ „	—	35
7	1	„ „ Pferdekipkarren „ 500 „ „ „	—	50
8	1	„ Auftragboden stampfen	—	20
9	1	qm Böschungen planiren	—	04
10	1	„ Rasen schälen und in Haufen setzen	—	02
23. Rammarbeiten.				
1	1	Rundpfahl einrammen einschliesslich Vorhalten der Geräte, für jedes Meter eingerammte Länge bei 25 cm Pfahldurchmesser in weichem Boden	3	—
2	1	desgl. in hartem Boden	5	—
Die Kosten ändern sich bei kleinerem oder größerem Durchmesser im ungefähren Verhältniß der letzteren; außerdem wachsen sie bedeutend, wenn nur wenige Pfähle einzurammen sind.				
3	1	qm Spundwand, nur die eingerammte Fläche gemessen, in weichen Boden einrammen, bei 15 cm Stärke	8	—
4	1	qm desgl. bei 8 cm Stärke	6	—
5	1	In hartem Boden kostet das Rammen der Spundwände das 1½ bis 2fache vorstehender Sätze.		
6	1	qm Spundwand, 15 cm stark, in fertiger Wand gemessen, kostet an Material, gespundet und gespitzt, am Kopfe eben abgeschnitten, einschliesslich der stärkeren Bundpfähle	11	—
7	1	qm Spundwand, 8 cm stark, wie vor	6	50
8	1	Rostpfahl unter Wasser abschneiden	2	—
9	1	m Spundwand, 15 cm stark, unter Wasser abschneiden	3	—
10	1	Pfahl, 20 cm stark, 1,5 m tief einrammen bei geringer Anzahl der Pfähle	8	—
11	1	Pfahl, 10 bis 15 cm stark, mit der Handramme etwa 0,8 m tief einrammen	—	60
24. Wege und Kunststraßen.				
1	1	m Weg, das Planum 8 m breit, neu herstellen mit Seitengräben, bei geringen Erdarbeiten	1	20
2	1	m desgl. ohne Seitengräben, nur das Planum reguliren	—	75
3	1	Bei größeren Auf- und Abträgen werden die Erdarbeiten nach cbm berechnet. Durchschnittssatz im Flach- und Hügellande	1	75

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			ℳ	⊘
4	1	m Weg, die Böschungen befestigen	—	20
5	1	„ desgl., Planum und Böschungen während der Bauzeit unterhalten	—	10
6	1	„ Kiesbahn auf Landwegen, 2,5 m breit und 8 cm stark, einschließ- lich Material	1	—
7	1	„ Bankett, 2,5 m breit, mit einer 3 cm starken Decke aus Kies mit etwas Lehmzusatz befestigen wie vor	—	40
8	1	„ Chaussirung, 4 m breit und 21 cm stark, wovon auf die Pack- und Zwicklage 12 cm, die Decklage 9 cm entfallen, fertig mit Material	8	—
9	1	qm Chaussirung wie oben kostet (an Material einschl. Schlagen und Aufsetzen der Steine 1,70 ℳ und für sonstige Arbeiten 0,30 ℳ)	2	—
10	100	m Weg mit Baumpflanzung zu versehen, 20 Stück Bäume 3 bis 4 cm dick und 2,2 bis 2,5 m hoch liefern, pflanzen einschl. Erdarbeit, anbinden und begießen, das Stück 2 ℳ =	40	—
11	20	Stück Baumpfähle, 3,5 m lang, 8 cm dick, geschält und am unteren Ende geflammt je 0,70 ℳ =	14	—
12	30	Stück Baumsteine, 50 bis 60 cm lang und 6 bis 9 cm stark, neben den Bäumchen und zwar auf der Sommerwegseite je 2, auf der Bankettseite je 1 Stein, liefern und eingraben je 0,30 ℳ =	9	—
13	1	Nummerstein, 70 cm hoch, 40 cm breit und 20 bis 30 cm dick, bearbeitet, mit Oelfarbe gestrichen und beschrieben	1	25
14	1	Kilometerstein	2	—
15	1	Grenzstein	—	50
16	100	m neue Decklage, 4 m breit, erfordert: 25 cbm Steine liefern und aufsetzen 6,20 ℳ	155	—
		25 „ „ schlagen 2,20 „	55	—
		5 „ Kies je (5,- + 0,10) = 5,10 „	25	50
		2 „ Lehm 4,10 „	8	20
		100 m Decklage herstellen	75	—
		Insgemein und zur Abrundung	1	30
			zusammen	320
17	1	qm Decklage kostet also $\frac{320}{4 \cdot 100} =$	—	80
18	1	km Chaussee zu unterhalten kostet jährlich 400 bis 600 ℳ.		
19	1	„ desgl. ohne die neuen Decklagen etwa 120 ℳ.		
25. Gepflasterte Straßen.				
Im Anschluss an Nr. 18.				
1	1	qm Feldsteinpflaster, 15 cm stark: 0,17 cbm aufgesetzte Steine je 7 ℳ = 1,20 ℳ 0,16 „ Pflastersand je 2,50 ℳ = —,40 „ Arbeitslohn —,50 „ Vergl. Art. 160 wegen des Materialverbrauchs.	2	10
2	1	qm Kopfsteinpflaster, 16 cm stark, auf 20 cm starker Sandbettung: 0,16 cbm bearbeitete aufgesetzte Steine je 15 ℳ 2,40 ℳ 0,20 „ Sand je 2,50 ℳ —,50 „ Arbeit —,70 „		
3	1	qm Reihenspflaster, 16 cm stark: Bettung und Arbeitslohn wie vorhin, Steine 0,16 cbm je 25 ℳ =	3	60
		Die Preise der Pflastersteine sind je nach den Fracht- kosten vom Bruche bis zur Verwendungsstelle sehr verschieden. 1 cbm aufgesetzte Steine wiegt etwa 2200 kg.	5	20

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung	Preis	
		ℳ	δ
4 1	qm gutes Reihenpflaster in städtischen Straßen kostet einschliesslich einer festen Bettung	9—14	—
5 1	qm Asphaltpflaster, bestehend aus einer 15 cm starken Betonschicht und einer 5 cm starken Decke aus Gulsasphalt, fertig mit zweijähriger Garantie und Unterhaltung	14	—
6 1	qm desgl. zu unterhalten jährlich	—	50
7 1	„ Asphaltfußweg, 12 cm starke Betonunterlage 4 ℳ und 2 cm starke Asphaltdecke 3 ℳ =	7	—
26. Rohrleitungen (Material ohne Fracht).			
1	Glasierte Thonrohre:		
	Lichtweite in cm	10 15 20 25 30 45 60	
	Wandstärke in mm	13 18 21 25 28 38 46	
	1 m Baulänge wiegt kg	14 22 33 46 65 130 240	
	1 „ „ kostet ab Werk ℳ	1,— 1,75 2,50 3,40 4,50 8,— 15,—	
2	Drainrohre (30 cm lang):		
	Lichtweite in cm	3 4 5 6,5 8 10 13 16 21	
	Wandstärke in mm	10 12 13 15 16 18 21 24 29	
	1000 Rohre wiegen kg	600 950 1250 1750 2350 3200 4800 6700 10000	
	1000 „ kosten ℳ	19 23 28 36 46 63 95 140 200	
3	Gufseiserne Muffenrohre:		
	Lichtweite in cm	5 10 15 20 25 30	
	Wandstärke in mm	8 9 10 11 12 13	
	1 m Baulänge wiegt kg	12,1 24,4 39,7 57,7 76,5 99,1	
	1 „ „ kostet ℳ	2,— 3,90 6,— 8,40 10,80 14,—	
27. Herstellung der Rohrleitungen.			
1 1	1 m Thonrohrleitung verlegen und dichten ohne Erdarbeit:		
	bei der Lichtweite von cm	15 30 45 60	
	Kosten in ℳ	0,60 1,— 1,80 3,20	
2 1	1 m Baugrube für Rohrleitungen ausheben und später wieder verfüllen bei 3 m Tiefe	3—6	—
3 1	m desgl. bei 5 m Tiefe	6—9	—
4	Die Aussteifung der Baugrube kostet etwa so viel wie der Bodenaushub.		
5 1	1 m gufseiserne Rohrleitung verlegen und dichten ohne Erdarbeit:		
	bei der Lichtweite von cm	5 10 20 30	
	Kosten in ℳ	0,50 0,80 1,50 2,80	
6 1	1 m Drainrohr verlegen einschliesslich Erdarbeit:		
	bei der Tiefe von m	1,25 1,50 2,—	
	δ	12 16 25	
28. Durchlässe.			
1 1	1 m Cementrohr, 30 cm weit, aus Sand und Cement auf der Baustelle hergestellt	4 ℳ	
	Arbeitslohn für Verlegen und Dichten	1 „	
2 1	1 m desgl., 60 cm weit, wie vor, das Rohr 9 ℳ, Verlegen 2,50 ℳ, zusammen	5	—
3 1	1 m Durchlass aus Bruchsteinen, 50 cm weit und 60 cm hoch, Mauern 50 cm, Fundament 30 cm stark, mit Platten abgedeckt, fertig ohne Erdarbeit usw.	11	50
		22	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			ℳ	§
4	2	Häupter zu vorstehendem Durchlaß wie vor, je 20 ℳ =	40	—
5	1	m Durchlaß, 75 cm weit und 1 m hoch, aus Ziegeln ringförmig gewölbt wie vor	18	—
6	1	Durchlaß von 4 m Länge, 3 m Lichtweite und 3 m Lichthöhe, massiv mit hölzernem Ueberbau	2700	—
7	1	desgl. mit eisernem Ueberbau	3200	—
29. Hölzerne Brücken.				
1	1	m Jochholm zureichten, zapfen, aufbringen und verlegen, auch Zapfen an die Pfähle schneiden	1	80
2	1	m verdübelter Träger zureichten und abbinden, die Dübel streng schließend einbringen und die Stoßflächen hobeln, die Träger aufbringen und verlegen, die Schraubenbolzen und Futterklötzchen zureichten und anbringen	3	—
3	1	m Verbandholz zureichten und verlegen	—	60
4	1	qm Bohlenbelag der Fahrbahn und Stirnbohlen, 8 bis 10 cm stark, zureichten, säumen, verlegen und nageln (die Nägel werden besonders berechnet)	1	—
5	1	m Brückenbalken mit Luftklötzchen (3 Stück je 5 cm lang und 3 cm hoch) und Deckbrett (4 cm stark) belegen, die Luftklötze zuschneiden, das Deckbrett mit Wassernasen versehen und beides auf den Balken nageln	—	40
6	1	m Brückengeländer zureichten, hobeln und aufstellen, die Holme abwässern, die Riegel anblatten, die Kanten der Stiele brechen, auch das Eisenzeug anbringen	1	50
Die Preise für Holz sind bei Nr. 4, für das Rammen der Jochpfähle bei Nr. 23 und für Eisen bei Nr. 13 und 14 angegeben.				
7	1	m hölzerner Ueberbau (Brückenbalken, Brückenbelag und Geländer) einer 5 m breiten Jochbrücke für Landstraßen, fertig mit Material	80	—
30. Eiserne Brücken, Ueberbau und Fahrbahn.				
1	1	m Fahrbahn einer 5 m breiten Landstraßenbrücke, bestehend aus 8 cm starkem, kiefernem Bohlenbelag einschließlic Material .	30	—
2	1	„ desgl. aus 8 cm starkem Belag und 20 cm starker Schotterdecke wie vor	45	—
3	1	„ desgl. aus Wellblech oder Belageisen und 20 cm starker Schotterdecke wie vor	105	—
4	1	„ eiserner Ueberbau nebst Fahrbahn und Geländer kostet für eine 5 m breite Landstraßenbrücke mit leichtem Verkehre und mit Fahrbahn nach Pos. 2:		
		bei 5 m Lichtweite	200	—
		„ 10 „ „	260	—
		„ 20 „ „	320	—
5		Bei schwerem Verkehre und Fahrbahn nach Pos. 3 sind die Kosten etwa um $\frac{4}{10}$ höher.		
6	1	m Ueberbau einer eingleisigen Eisenbahnbrücke (Träger und vollständiger Oberbau) kostet:		
		bei 5 m Lichtweite	220	—
		„ 10 „ „	260	—
		„ 20 „ „	350	—

Lfd. Nr.	Gegenstand der Berechnung		Preis	
			№	δ
31. Faschinenbau-Materialien.				
1	1	cbm Faschinen frei Baustelle anliefern	1	50
2	1	„ grüne Weidenfaschinen	2	—
3	1	Hundert Bühnenpfähle, 1,25 m lang, 5 bis 6 cm stark	2	50
4	1	„ Luntpfähle, 1,50 „ „ wie vor	3	—
5	1	„ Flechtzaunpfähle, 1,25 m lang und 6 bis 8 cm stark	6	—
6	1	kg geglühter Eisendraht	—	35
7	1	„ Tauwerk, getheert	—	70
8	1	„ desgl., ungetheert	1	20
9	10	m Luntleine	—	20
32. Faschinenbau-Arbeiten.				
1	1	cbm Weidenfaschinen hauen und binden	—	20
2	1	„ Strauchfaschinen wie vor	—	35
3	1	„ Faschinen in Haufen aufsetzen	—	08
4	100	Stück Bühnenpfähle im Walde hauen und anspitzen	—	50
5	10	m (= 1 Kette) Wurst oder Flechtband herstellen	—	15
6	1	cbm Packwerk im Wasser legen, die Würste anbringen, das Werk abrammen	—	50
7	1	cbm desgl. im Trockenen herstellen und abrammen	—	30
8	1	„ Sinkstück herstellen und versenken	1	20
9	1	„ Senkfaschinen wie vor	1	—
10	1	qm Rauwehr oder Spreutlage herstellen und beerden	—	25
11	1	cbm Steine auf das Packwerk verkarren und die Böschungen beschütten	—	50
12	1	m Flechtzaun, 20 bis 25 cm hoch herstellen	—	25
13	1	Rüstpfahl, 10 cm stark, zurechten und mit der Handramme einschlagen	—	30
14	1	desgl. vom Boot aus	—	75
33. Fertige Faschinenbauten.				
1	1	cbm Packwerk erfordert 1,15 cbm Faschinen, 5 Bühnenpfähle, 0,35 cbm Erde, 3 m Würste und kostet	3	—
2	1	cbm Sinkstück (1,25 cbm Faschinen, 3 Bühnenpfähle, 5 m Luntleine, 7 m Würste und 0,2 cbm Steine)	5	50
3	1	cbm Senkfaschinen (1,1 cbm Faschinen, 0,3 cbm Steine und 0,4 kg Draht)	5	—
4	1	m Flechtzaun, 25 cm hoch	—	60
5	1	qm Spreutlage	1	25
6	1	m Sinkwalze, 40 bis 50 cm stark	1	20
7	1	„ desgl., 80 cm stark	2	10

Alphabetisches Sachverzeichniß.

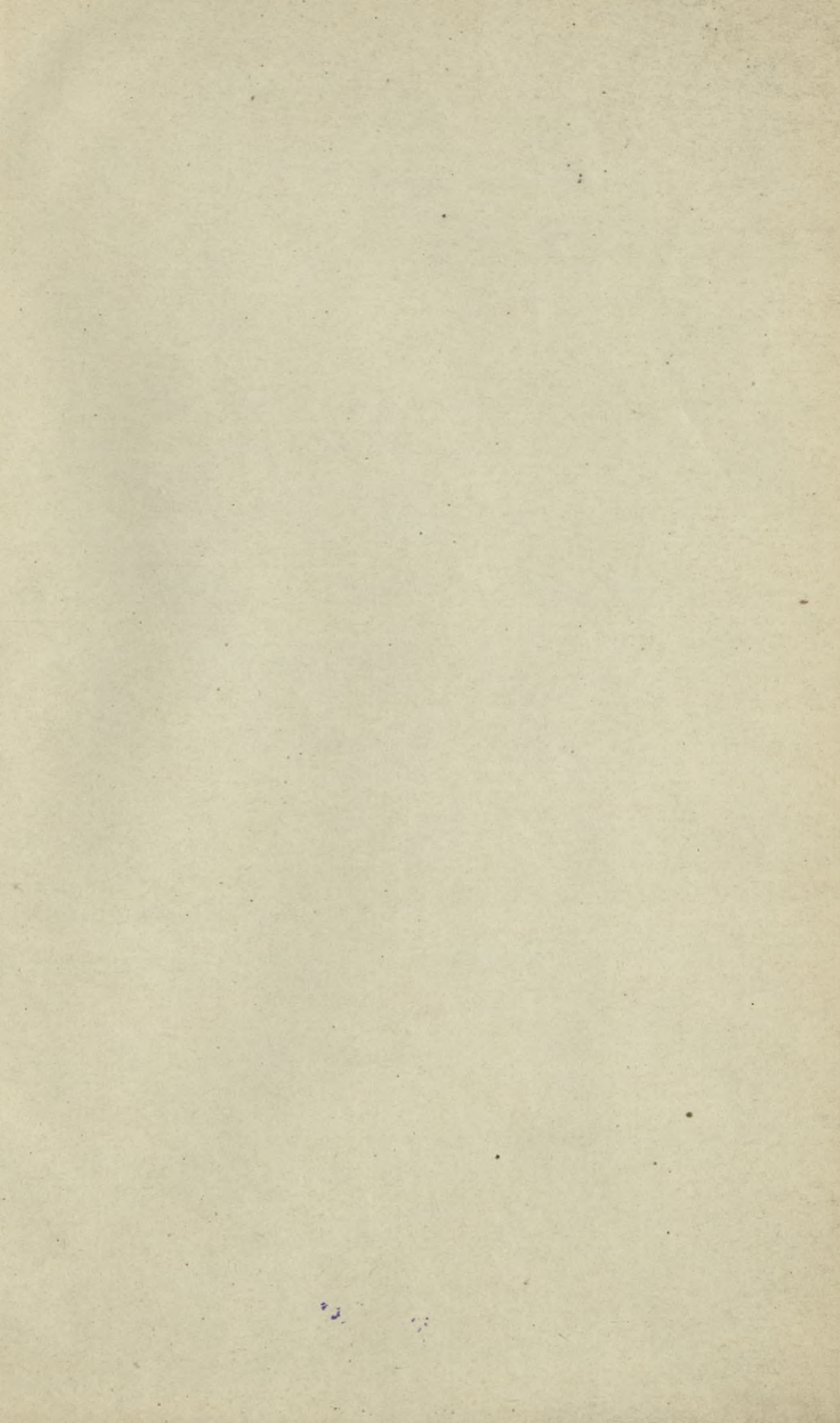
(Die angegebenen Ziffern beziehen sich auf die Seitenzahl.)

- Abbruch und Umbau, Kostenangaben über 243.
Abessinierbrunnen 165.
Abschlagszahlungen 178.
Abschreiten von Linien 37.
Abstecken rechter Winkel 37; — von Profilen 47; — von Gleisen 232.
Abtritte 163.
Alterthümer, Meldung über aufgegrabene 177.
Analytische Geometrie 29.
Anschlag, Verdingung und Abrechnung 167.
Anschüttungen 111.
Anstreicher- und Malerarbeiten 172; — Kostenangaben 242.
Anstriche 106; — von Wänden und Decken 154.
Aräometer oder Senkwage 65.
Arbeiterversicherung 190.
Arbeit, mechanische 59.
Arithmetische Tabellen 14. 16—19.
Armirt Balken 84.
Atmosphärendruck 66.
Auflockerung des geschütteten Bodens 114.
Aufsicht bei Bauten, Grundregeln für die 189.
Auftrieb des Wassers 64.
Ausdehnung durch Wärme 74.
Ausdrücke, mehrgliedrige 4.
Ausfluß durch Oeffnungen 211.
Ausgrabungen 110.
Ausziehen der Quadratwurzel 7. 14; — der Cubikwurzel 9. 14.
- Balken**, ausgekragte 80; — armirt 84; — Streich-, Wand- und Stichbalken 136.
Balkenlagen und Decken 136.
Barometer 66.
Bauconstructionen, verschiedene 153.
Bauentwurf 167.
Bauerlaubniß 175.
Baugrund 121; — Untersuchung des 122.
Bauholz, Lieferung und Abnahme, Normalabmessungen 95.
Baumaterialien 90.
- Baumpflanzung 202.
Baustoffe, zulässige Beanspruchung 74. 75.
Bauwerke, Hinterfüllung der 112.
Bedingungen, Vertrags- 174. 176.
Beharrungsvermögen 60.
Belastungen 82; — Zusammenstellung von 83; — ungleichmäßige 87.
Berufsgenossenschaften 193.
Beton 100; — -Fundament 122.
Bewegung (eines Körpers) 59.
Biegefestigkeit 77.
Bindeweiden 219.
Blech, Eisen-, Weifs-, Zink- 105.
Böschungs-Neigung 108; — -Bekleidungen 115; — -Pflaster 116.
Boussole 41.
Bronze 105.
Brücken, Kostenangaben 247.
Brückenwage oder Decimalwage 54.
Brunnensenkung 127.
Bauausführung auf Rechnung 179.
Brunnen zur Wasserversorgung 128. 164.
Bühnen 221.
Buschbelag 218.
- Canal- oder Wasserwage 42.
Cautionen der Unternehmer 174.
Cement 102.
Cementröhren 166.
Chaussirung 198.
Cubikwurzel, Ausziehen der 9. 14.
Cubikzahlen- und Cubikwurzeln-Tafel 18.
- Dachdeckerarbeiten** 132. 172.
Dacheindeckungen 139—142.
Dachrinnen 143.
Dächer 137—139; — Neigung und Abwässerung 142; — Kostenangaben 239.
Dämme 111.
Dammrutschungen 117.
Dammschüttungen 118.
Decimalbrüche 2.
Decimalwage oder Brückenwage 54.
Decken 136; — Kostenangaben 240.
Deichunterhaltung 119.
Dienstführung, allgemeine 189.
Diopter 37.

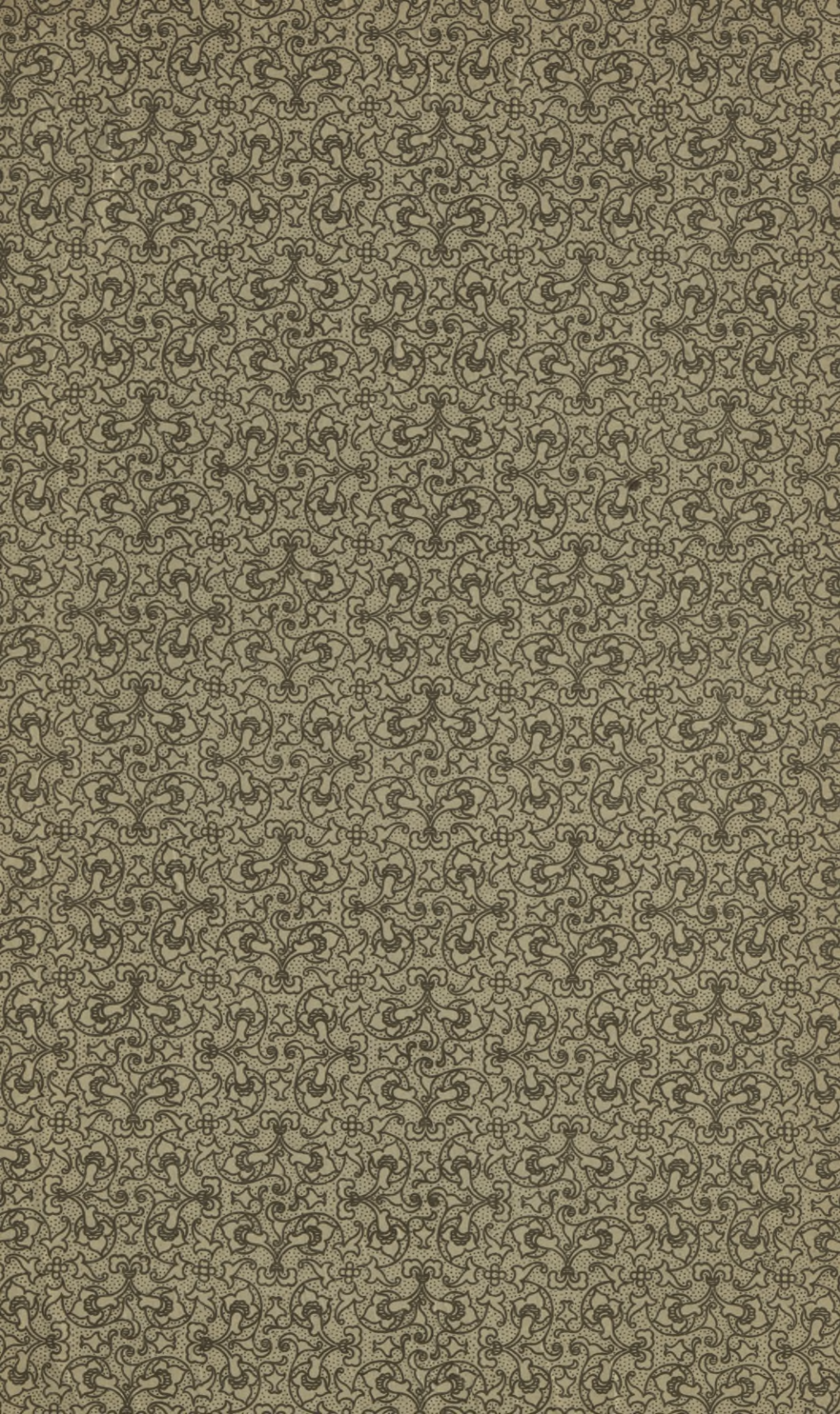
- Drainleitungen 165.
 Drainröhren 166.
 Dreieck und Viereck 20—22.
 Durchdämmungen 222.
 Durchlässe 201; — Kostenangaben 246.
 Einfriedigungen 163.
 Einschnitte, Entwässerung derselben 111.
 Eisbildung 68.
 Eisen 104.
 Eisenarbeiten 160; — Kostenangaben 241.
 Eisenbahnbau 225.
 Eisenbahn-Nebenanlagen 236.
 Eisenbahnoberbau 226; — Schienen 227;
 — Laschen, Laschenbolzen, Holz-
 schwellen, Unterlagsplatten 228; —
 eiserne Querschwellen 230.
 Eisenbahnunterbau 225.
 Elasticitätsziffer 73.
 Erdarbeiten 108; — Vorbereitung der
 109; — Ausgrabungen 110; — An-
 schüttungen 111; Kostenangaben 244.
 Erdmassenberechnungen 28.
 Erläuterungsbericht 167. 168.
 Estrich und Pflaster 155; — Kosten-
 angaben 242.
 Exponenten 6.
 Fachwerkträger 86.
 Fachwerkwände, Ausmauerung 148; —
 Kostenangaben über 239.
 Fangedämme 128. 129.
 Farben und Anstriche 106.
 Faschinen 120; — -Bauten 218; Kosten-
 angaben 248.
 Feldmessen und Nivelliren 34.
 Fenster 158. 172; — Kostenangaben 240.
 Festigkeitslehre 73.
 Feuerungsanlagen 152.
 Flächenberechnungen 25.
 Flaschenzug und Rolle 55.
 Flechtbänder 219.
 Flechtzäune 218.
 Flüssige Körper 63.
 Flufsregulirung 214.
 Förderkosten bei Erdarbeiten 114.
 Frachtkosten auf Strafsen 205.
 Freier Fall eines Körpers 60.
 Fuhren; Kostenangaben 243.
 Fußböden 143.
 Futtermauern 150.
 Gehängebauten 223.
 Generalnenner 5.
 Geometrie 20; — Analytische 29.
 Geräteverzeichnifs 187; — Muster für
 das 188.
 Geräte zum Zeichnen 34.
 Geschwindigkeit des Wassers 209.
 Gewinnung und Förderung des Bodens 113.
 Gewölbe und Mauerbögen 148.
 Glas 105.
 Glaser- und Tischlerarbeiten 156. 172.
 Gleichungen 10.
 Gleisabsteckung 232.
 Gleisherstellung 230.
 Gleiskreuzung 235.
 Größen, positive und negative 4.
 Grundbau 121.
 Grundeis 68.
 Gründungsarten 122.
 Grundswellen 222.
 Hängewerke und Sprengwerke 85.
 Haftpflicht, Zeitpunkt des Beginns der
 178.
 Hebel 53.
 Heber, Saug- und Stechheber 66.
 Hinterfüllung der Bauwerke 112.
 Hochbauten, Gesamtkosten von 243.
 Höhenmessungen, Ausführung der 44.
 Holz 90; — Nadelhölzer 92; — Laub-
 hölzer 93; Kostenangaben 238.
 Holzarbeiten, fertige (einschl. Material)
 239.
 Holzcement-Dächer 142.
 Hölzer, Normalabmessungen für 95.
 Holzverbindungen 132—135.
 Holzwände 135. 136.
 Hydraulische Presse 64.
 Invaliditäts- und Alters-Versicherung 191.
 Kalk 100.
 Kantenpressung 78. 88.
 Karrdielen 114.
 Kieschaussen 197.
 Kleineisenzeug 161.
 Knickfestigkeit 75.
 Körper, flüssige 63; — luftförmige 65;
 — Ausdehnung und Zusammenziehung
 fester 73.
 Körperberechnungen 27.
 Kopfsteine zur Pflasterung 200.
 Kostenangaben 237.
 Kostenanschlag 171.
 Kostenüberschlag 167.
 Kraft, lebendige 60.
 Kraftleistungen 69.
 Kräfte, Zusammensetzung und Zer-
 legung 52.
 Kraftvertheilung in Stabwerken 83.
 Kragträger, Berechnung der 81.
 Krankenversicherung 190.
 Krautung 223.
 Kreis, Eintheilung des 23.
 Kreisbogen, Tafeln zum Abstecken von 31.
 Kreistafel 18.
 Kupferdraht 105.
 Längenausdehnung durch Wärme 74.
 Lebendige Kraft 60.

- Lehrbögen und Lehrgerüste 148. 149.
 Leinölfirnis 106.
 Libellenwaage 43.
 Liegender Rost (Schwellrost) 123.
 Logarithmentafel, Erklärung der 11; —
 Anwendung der 13.
 Lohnliste, Muster für eine 185.
 Lohnrechnungen 183; — Muster für
 eine 184.
 Luftförmige Körper 65.
 Luftheizung 68.
 Luftmörtel 101.
Maler- und Anstreicherarbeiten 172; —
 — Kostenangaben 242.
 Manometer 66.
 Massenberechnungen 168.
 Materialienbuch 186.
 Mauerbögen und Gewölbe 148.
 Mauerlatten 136.
 Mauern, Stärke der 150.
 Mauerwerk im allgemeinen 145; —
 Bruchstein-, Werkstein- 146; —
 Ziegel- 147. 148.
 Mauerwerkarbeiten, Kostenangaben 237.
 Mauerwerk, fertiges (Material und Arbeit)
 238.
 Mauerwerkmaterialien, Kostenangaben
 237.
 Maurerarbeiten, 145; — Berechnung der,
 im Kostenanschlage 168. 171.
 Maurermaterialbedarf für Hochbauten 169.
 Mechanik 49.
 Mechanische Arbeit 59.
 Meldezettel, Muster für 184.
 Mefsband, Stahl- 35.
 Messen, und Zeichen 34; — von Linien
 35; — unbeherrbarer Strecken 36; —
 und Auftragen der Standlinien 38.
 Mefskette 35.
 Metacentrum 65.
 Metalle 105.
 Mörtel, Luft- 101; — Wasser- 102; —
 -Mischungen 103.
 Nägel und Draht, Kostenangaben 241.
 Nebenleistungen, nicht zu vergütende 171.
 Nivellementspläne 47.
 Nivellementstabellen 45.
 Nivelliren 42.
 Nivellirinstrument 43.
 Nivellirlatte 44.
 Normalabmessungen für Bauhölzer 95.
 Nothdeich 119.
Oberbau der Eisenbahnen 226.
 Oefen 161; — Kostenangaben 242.
 Oelfarben 106. 155.
 Ordinatenafeln zum Abstecken von
 Kreisbogen 31.
Packwerk 221.
 Parallelogramm der Kräfte 52.
 Parallelwerke 222.
 Pegel 206.
 Peilungen, Peilleine, Peilstange 207.
 Pfähle, Buhn-, Spreutlagen-, Pflaster-
 219; — Lunt- 220.
 Pfahlrost 123.
 Pflaster und Estrich 156.
 Pflasterung, Pflastersteine 200; —
 Kostenangaben 245.
 Positive und negative Größen 4.
 Potenziren 6.
 Proportionen und Regeldetri 9.
 Pumpen, Saug- und Druck- 66. 67.
 164; — Centrifugal- 71. 129. 130.
 Putz auf Wänden und Decken 153. 154.
Quadratwurzel, Ausziehen der 7. 14.
 Quadratzahlen und Quadratwurzeln 18.
 Quittung über Zahlungen 183.
Rad an der Welle 56.
 Rammarbeiten, mit Hand-, Zug-, Kunst-
 und Dampfrahmen 124. 125. 126; —
 Kostenangaben 244.
 Rammpumpe 165.
 Rauhwehr 218.
 Rechnen. Bezeichnungen und Erklä-
 rungen 1.
 Rechnungen, Form und Bescheinigung
 182; — Lohn- 183.
 Rechnungsarten, Hauptregeln für die
 vier 4.
 Rechnungssachen, Buch- und Dienst-
 führung 182.
 Regeldetri und Proportionen 9.
 Reibung, die 58.
 Reibungscoefficienten 71.
 Revisionsprotocoll 181.
 Richtsheit 42.
 Rohrbrunnen 165.
 Rohrleitungen 165; Kostenangaben 246.
 Rolle und Flaschenzug 55.
 Rostpfähle 126.
 Rüstungen, Mitbenutzung, Stärke und
 Tüchtigkeit der 177.
 Rutschflächen 109. 117.
Sackbagger 127.
 Sackmaafs der Dammschüttungen 112.
 Sandschüttungen bei Gründungen 123.
 Schiefe Ebene 58.
 Schienen (Eisenbahn-) 227.
 Schlickfänge 223.
 Schlosserarbeiten 159.
 Schlußabrechnung, Meinungsverschie-
 denheiten bei der 178.
 Schmelzen und Sieden 68.
 Schornsteinverband 148.
 Schwellen, hölzerne 228; — eiserne 230.
 Schwellrost 123.
 Schwerkraft 49.
 Schwerpunkt 49.

- Schwerpunktsbestimmungen 50.
 Schwungkraft 62.
 Senkbrunnen und Senkkasten 124. 127. 128.
 Senkfashinen 219.
 Senkgruben 163.
 Senkwage oder Aräometer 65.
 Setzwage 42.
 Sickeranäle, Sickergräben 117.
 Sinkstücke 220.
 Spezifisches Gewicht 49; — Tafel der 72.
 Sprengen der Steine 96.
 Spreng- und Hängewerke 85.
 Spreitlagen 218.
 Spundwand 126. 128.
 Spurerweiterung 233.
 Stabwerke 83.
 Stahl 105.
 Stakerarbeiten 172.
 Standlinien, Messen und Auftragen der 38.
 Staukurve, Stauweite 212.
 Stauwerke, Ausführung der 213.
 Steine, natürliche 95; — Ziegel- 98; —
 Kunst- 100.
 Steinmetzarbeiten 168.
 Steinsetzerarbeiten, Kostenangabe 242.
 Stempelkosten 175.
 Straßengesetzbuch (Auszug) 193.
 Straßenfuhwerke 204; — Ladungs-
 gewicht der 205.
 Straßenoberfläche, Form der 196.
 Stützendrucke 82.
 Stützweiten für Träger und Balken 80.
 Sturzbett 117.
 Tagebuch 186.
 Tagelohnrechnungen 178.
 Tangentenlängen, Berechnung der 32.
 Tapeten-Tapezieren 162.
 Theeranstriche 106.
 Theodolith 39.
 Thermometer 68.
 Thonröhren 166.
 Türen 156. 172; — Kostenangaben 240.
 Tischler- und Glaserarbeiten 156.
 Trafos 103.
 Treppen 143; — Kostenangaben 241.
 Trigonometrische Größen 24.
 Ueberfälle bei Stauanlagen 211.
 Uebergangsbögen, Tafel zur Absteckung
 der 233.
 Uferdeckungen 216.
 Umfassungsmauern, freistehende 150.
 Unfallversicherung 192.
 Unterhaltungsarbeiten bei Wasserläufen
 223; — bei Eisenbahnen 235.
 Veranschlagung 171.
 Verdingungsanschlag 173.
 Vergebung der Bauarbeit 173.
 Verglasung 159.
 Verhandlung über Abnahme von Lei-
 stungen und Lieferungen 177.
 Verkehrswege 195; — Unterhaltung
 203.
 Verputzarbeiten und Anstriche 153.
 Vertragsausfertigung 174.
 Vertragsbedingungen 174; allgemeine
 für die Ausführung von Staatsbauten
 176.
 Vertragsleistungen, Aufsicht und Ab-
 nahme bei 178.
 Viereck und Dreieck 20.
 Vorentwurf 167.
 Wärme 67; — gebundene 68; — Aus-
 dehnung durch 74.
 Wärmeeinheiten 69.
 Warmwasserheizung 68.
 Wasserbau 206.
 Wasserdeiche, Anlage und Unterhaltung
 117.
 Wassermengen 209; — Berechnung der
 210.
 Wassermörtel 102.
 Wasser- oder Canalwage 42.
 Wassers schöpfen 129.
 Wasserstandsbeobachtungen 206.
 Wege- und Straßensbau 195; Kosten-
 angaben 244.
 Weichen 234.
 Weidenpflanzungen 224.
 Wetterbeständigkeit der Steine 97.
 Widerstandsmoment 78.
 Widerstandsmomente und Stützweiten
 für Träger und Balken 80.
 Wiegeatteste 178. 183.
 Windelboden, halben, ganzen 137.
 Winkelkopf 37.
 Winkelprisma 39.
 Winkeltrommel mit Gradbogen 40.
 Wirkungsgrad der Maschinen 71.
 Würste (Faschinen) 219.
 Zäune, Stangen-, Latten-, Draht- 163;
 — Spriegel-, Bretter-, Staketen- 164.
 Zeichengeräthe, Prüfung der 34.
 Ziegel 98; — Kalksand- 100.
 Ziegelverband 147.
 Ziehbrunnen 165.
 Zimmer- und Dachdeckerarbeiten 132.
 172; — Kostenangaben 238. 239.
 Zinkblech 105.
 Zugkraft der Pferde 70.
 Zusammensetzung und Zerlegung von
 Kräften 52.
 Zwischenpunkte, Bestimmung von 36.







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294367