

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



793

L. inw.

4

3

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296247







Die  
angreifenden und widerstehenden Kräfte  
der

# Brücken- und Hochbau-Constructions.

---

Zum Gebrauch

beim

Berechnen von Brücken und Hochbauten

für

Ingenieure und Architekten, sowie für technische Lehranstalten

bearbeitet

von

**Dr. F. Heinzerling,**

Professor der Bauwissenschaften an der Universität Giessen.

Mit 180 in den Text eingedruckten Holzschnitten  
und 7 Reductionstabellen.

*Invent. D. II. No. 123.*

Berlin

Verlag von Ernst & Korn  
(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung)

1867.

Die  
angrenzenden und widerstehenden Kräfte

der

Brücken- und Hochbau-Construktionen.



1871



Dr. F. Reibnering

Verlag des Verlagsbuchhandels an der Universität Krakau

Mit 100 in den Text eingedruckten Holzschnitten  
aus 7 Holzschnittplatten

*Verlag P. T. v. M.*

Berlin

Verlag von Ernst & Korn

(Geometrische Bau- und Konstruktionslehre)

1867

Akc. Nr. 5313 | 50

Inhalt

Erster Abschnitt

Die angreifenden Kräfte der Brücken-Constructionen

1. Die Lasten

2. Die Windkräfte

3. Die Temperaturkräfte

Die

angreifenden und widerstehenden Kräfte

der

Brücken- und Hochbau-Constructionen.



angehenden und wirtschaflichen Käfte

der

Brücken- und Hochbau-Constructionen.



# Inhalt.

## Erster Abschnitt.

### Die angreifenden Kräfte der Brücken-Constructionen.

#### I. Die Schwere.

##### A. Veränderliche Belastung.

Seite

1. Belastung durch Verkehr . . . . . 3
2. Belastung durch atmosphärische Niederschläge . . . . . 9
3. Druck der Atmosphäre . . . . . 10

##### B. Ständige Belastung.

1. Eigenschwere der Brücken-Baustoffe . . . . . 11
2. Eigengewicht
  - a. der Verkehrsbahn
    1. von Eisenbahnbrücken . . . . . 14
    2. von Strafsenbrücken . . . . . 16
  - b. der Verkehrsbahnträger und Verkehrsbahn . . . . . 20
3. Erddruck . . . . . 22
4. Wasserdruck . . . . . 23

##### C. Veränderliche und ständige Belastung

1. von Eisenbahnbrücken . . . . . 23
2. von Strassenbrücken . . . . . 24
3. von Futter- und Quaimauern . . . . . 24
- II. Gegendruck der Auflager . . . . . 25
- III. Centrifugalkraft . . . . . 27
- IV. Verkehrsstöße . . . . . 27
- V. Windstofs . . . . . 28
- VI. Stofs durch Wasser, Treibeis etc. . . . . 28
- VII. Die Wärme . . . . . 28

## Zweiter Abschnitt.

### Die angreifenden Kräfte der Hochbau-Constructionen.

#### I. Die Schwere.

##### A. Veränderliche Belastung.

1. Belastung durch Verkehr und anderweitige Benutzung . . . . . 33
2. Belastung durch atmosphärische Niederschläge . . . . . 34

##### B. Ständige Belastung.

1. Eigenschwere der Hochbaustoffe . . . . . 35



	Seite
2. Eigengewicht	
<i>a.</i> der Dächer . . . . .	38
<i>b.</i> der Zwischendecken . . . . .	40
<i>c.</i> der Umfangs- und Zwischenwände . . . . .	42
<i>d.</i> des Grundbaus . . . . .	42
3. Erddruck . . . . .	42
4. Wasserdruck . . . . .	43
<i>C.</i> Veränderliche und ständige Belastung	
1. der Dächer . . . . .	44
2. der Zwischendecken . . . . .	46
3. der Futtermauern . . . . .	46
II. Gegendruck der Auflager . . . . .	48
III. Windstofs . . . . .	49
IV. Die Wärme . . . . .	50

### Dritter Abschnitt.

#### Die widerstehenden Kräfte der Brücken- und Hochbau- Constructions.

I. Festigkeit gegen Zug und Druck . . . . .	53
<i>A.</i> der Baumetalle . . . . .	54
<i>B.</i> der Bauhölzer . . . . .	56
<i>C.</i> der Bausteine . . . . .	58
II. Festigkeit gegen Durchbiegung . . . . .	60
III. Festigkeit gegen Ausbiegung . . . . .	70
IV. Festigkeit gegen Verschiebung . . . . .	78
V. Festigkeit gegen Verdrehung . . . . .	80
VI. Die Reibungswiderstände der Baustoffe . . . . .	82

### Anhang.

I. Tabelle zur Reduction der Längenmaafse verschiede- ner Länder . . . . .	88
II. Tabelle zur Reduction der Flächenmaafse verschiede- ner Länder . . . . .	90
III. Tabelle zur Reduction der Körpermaafse verschiedener Länder . . . . .	92
IV. Tabelle zur Reduction der Gewichte verschiedener Länder . . . . .	94
V. Tabelle zur Reduction der Längenbelastungen ver- schiedener Länder . . . . .	96
VI. Tabelle zur Reduction der Flächenbelastungen ver- schiedener Länder . . . . .	98
VII. Tabelle zur Reduction der trigonometrischen Win- kelfunctionen auf ihre Länge für den Radius = 1 . . . . .	100



## Vorwort.

Die Kenntniß der angreifenden oder äußeren und der widerstehenden oder inneren Kräfte bildet eine Grundlage der statisch-numerischen Berechnung jeder Bauconstruction. Die neuere und neueste, an baulicher Thätigkeit so reiche und den rationellen Bauconstructions zugewendete Zeit hat zahlreiche Beiträge zu dieser Kenntniß in Zeitschriften und wissenschaftlichen Werken geliefert. Aber das Material liegt zerstreut oder ist nur für ein enger begrenztes bauliches Gebiet gesammelt worden und überdies nicht ohne Lücken. Obwohl nun eine maßgebende und erschöpfende Grundlage für das Entwerfen von Bauconstructions nur durch allmälige Verständigung und durch fortgesetztes Zusammenwirken der Fachgenossen geschaffen werden kann, so erweist sich doch bereits der Versuch einer solchen Grundlage zum Gebrauch für den praktischen Ingenieur und Architekten, sowie für den Studirenden der Bauwissenschaft als ein Bedürfnis. Der hier vorliegende Versuch einer solchen Grundlage ist, außer dem eignen praktischen Bedürfnis des Verfassers, der Nothwendigkeit entsprungen, den Studirenden der Bauwissenschaft an hiesiger Universität die zum Berechnen von Brücken- und Hochbau-Constructions nöthigsten Anhaltspunkte in gedrängter handlicher Form und übersichtlicher systematischer Ordnung zu bieten. Der Text behandelt in getrennten Abschnitten die angreifenden Kräfte der Brücken- und Hochbau-Constructions und in einem dritten

Abschnitte die, beiden Gebieten gemeinschaftlichen, widerstehenden Kräfte.

Aus der, bei der Bearbeitung benutzten, Literatur sind die Berliner Zeitschrift für Bauwesen, die Wiener allgemeine Bauzeitung, die Zeitschrift des hannöverschen Architekten- und Ingenieurvereins, die Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereins und der Civilingenieur, ferner die bekannten Werke von Rebhann, Laissle und Schübler, Behse, Redtenbacher, Weissbach, Breymann, Karmarsch, Bauernfeind, Wiebe, Brandt und Scheffler hervorzuheben. Um vielfach abweichende Annahmen nicht durch neue zu vermehren, sind die Angaben dieser Schriften möglichst unverändert geblieben und die Autorität der Angabe, wo es der Gegenstand gebot, durch Anführung des Autors gewahrt worden. Als eigne Zusätze sind vorzugsweise die Mittheilungen über den Druck der Luft bei den atmosphärischen Gründungsmethoden, über die Eigengewichte der Stein- und Holzbrücken, der eisernen Dächer und Zwischendecken, sowie die Erweiterung der Tabellen über Festigkeit gegen Durch- und Ausbiegung zu betrachten.

Als Maafs- und Gewichtseinheit ist das Meter und Kilogramm neben dem preussischen Fufs und Zoll-Ctr. mit deren Unterabtheilungen durchgeführt worden und zur Reduction in ein drittes Maafs- und Gewichtssystem eine dritte Spalte offen geblieben. Die zu dieser Reduction erforderlichen Tabellen sind in einem Anhange zusammengestellt.

In solcher, wenn auch noch nicht vollkommener, Gestalt dürften die vorliegenden Blätter auch für einen weiteren Kreis von Fachgenossen sich als brauchbar erweisen, deren Nachsicht ich sie hiermit empfehle und um deren gütige Mitwirkung zu ihrer Verbesserung und Vervollständigung ich zugleich dringend ersuche.

Giefsen, im Juli 1867.

H.

Erster Abschnitt.

---

**Die angreifenden Kräfte**  
der  
**Brücken-Constructionen.**

---





## I. Die Schwere.

## A. Veränderliche Belastung (variable, zufällige oder mobile Belastung).

## 1. Belastung durch Verkehr (Verkehrsbelastung).

Art der		Größe der Belastung <sup>1)</sup> .	
Brücken	Belastg.		
1) Eisenbahnbrücken.	Schwerster Eisenbahnzug für ein Geleise.	1. Annahme in Amerika	Kg. p. l M 2500 Zpf. p. lF. 1570
		2. " " England	3333 2092
		3. " " Deutschland (im Mittel)	3500 2200
		4. " " Frankreich, Rufsländ u. Spanien	4000 2510
2) Straßensbrücken u. Pferdeisenbahnbrücken.	Menschengedränge für die Quadrat-einheit.	1. Annahme in Amerika	Kg. p. □m 150 Zpf. p. □' 30
		2. " " Frankreich	200 40
		3. " " Deutschld.	280 55
		4. Genügende Annahme	400 80
		5. Größte Annahme <sup>2)</sup>	560 110
3) Fußstege und Ziehwege.	Menschen, Thiere und Fuhrwerk.	1. Stege für öffentl. Verkehr	Kg. p. □m 400 Zpf. p. □' 80
		2. " " Privat "	200 40
		3. Ziehwege in Städten	400 80
		4. " für leichtes Fuhrwerk	150 30
4) Aquaducte und Canalbrücken.	Wasser und Schiffe.	Für die Wasserstandshöhe <i>h</i> nach Eintauchen der Schiffe . . . . .	Kg. p. □m 1000 <i>h</i> <sup>m</sup> Zpf. p. □' 61,74 <i>h</i> <sup>'</sup>

1) Vgl. L. Schmidt, über die Bestimmung der äußeren auf ein Brückensystem wirkenden Kräfte. Allg. Bztg. 1866 pag. 27 ff.

2) Vgl. Laissle u. Schübler. Stuttgart 1864 pag. 99.

## Gewichte und Gewichtsvertheilung d. Fahrzeuge z. Ermittlung

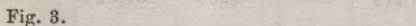
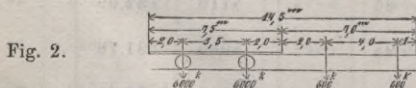
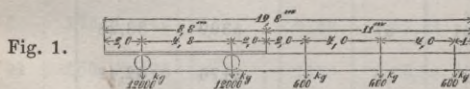
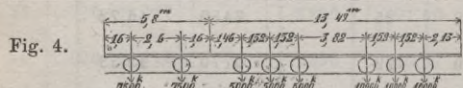
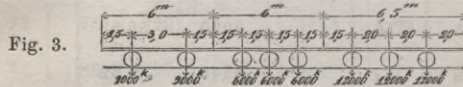
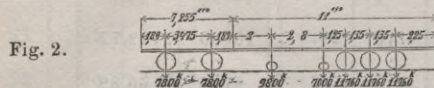
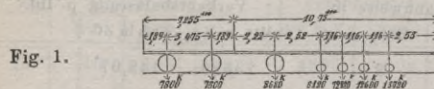
	Bezeichnung der Fahrzeuge.	Gewichte in	
		Kg.	ZC.
Eisenbahnbetriebsmittel im Dienststande und bei voller Belastung.	1. Semmeringlocomotive <sup>1)</sup> . . . . .	56000	1120
	Offner Lastwagen . . . . .	15600	312
	2. Tenderlocomotive <sup>1)</sup> . . . . .	52080	1042
	Offner Lastwagen . . . . .	15600	312
	3. Locomotive schwerster Gattung <sup>2)</sup> . . . . .	36000	720
	Tender „ . . . . .	18000	360
	Kohlenwagen „ . . . . .	18000	360
	4. Bairische Güterzugslocomot. <sup>3)</sup>	30000	600
	Tender . . . . .	15000	300
	Kohlenwagen . . . . .	15000	300
5.			
Straßenfuhrwerk mit voller Belastung.	1. Schwerstes Frachtfuhrwerk <sup>4)</sup>	24000	480
	Bespannung mit 6 Pferden . . . . .	1800	36
	2. Schweres Landfuhrwerk <sup>4)</sup> . . . . .	12000	240
Bespannung mit 4 Pferden . . . . .	1200	24	
3.			

1) Vgl. Schmidt a. a. O. pag. 29 ff.

2) Vgl. Laissle u. Schübler. Sttgrt. 1864 pag. 91 u. Taf. III.

## der größt. Angriffsmomente d. einzelnen Knotenpunkte d. Brücken.

## Radstände und Vertheilung des Gewichts auf die Axen u. Hufe.



Druck per Räderpaar oder per Axe in Kg.

Druck per Räderpaar und Pferdepaar in Kg.

3) Vgl. Gerber Allg. Bztg. Wien 1859 pag. 86 u. 87.

4) Vgl. Laissle u. Schübler. Sttgrt. 1864 pag. 99 ff.



Gleichförmig vertheilte größte Verkehrsbelastung von Eisen-

L.No.	Spannweite in		Verkehrsbelastung p. lfd.	
	Mtr.	Fufs	Mtr. in Kg.	Fufs in ZC.
1	1	3	23520	148,07
2	2	6	11760	74,67
3	3	10	10000	62,77
4	4	13	9700	60,89
5	5	16	9030	56,69
6	6	19	8540	53,59
7	8	25	7450	46,72
8	10	29	6770	42,53
9	12	38	6010	37,76
10	15	48	5470	34,38
11	18	57	5460	34,29
12	21	67	5300	33,28
13	24	76	5170	32,47
14	27	86	5110	32,09
15	30	95	5060	31,78
16	33	105	4990	31,31
17	36	115	4880	30,62
18	40	127	4680	29,37

1) Für einen Zug aus 3 Tendermaschinen (cf. pag. 4 No. 2 von je gen Lastwagen (cf. pag. 4 No. 2) von je 15600 Kg. Gewicht. vgl. Schmidt durch Interpolation

bahnbrücken für verschiedene Spannweiten und Ein Geleise<sup>1)</sup>.

L.No.	Spannweite in		Verkehrsbelastung p. lfd.	
	Mtr.	Fufs	Mtr. in Kg.	Fufs in ZC.
19	45	143	4580	28,74
20	50	159	4430	27,80
21	55	175	4250	26,67
22	60	191	4100	25,73
23	70	223	3830	24,01
24	80	255	3610	22,63
25	90	287	3430	21,50
26	100	318	3250	20,37
27	110	350	3100	19,43
28	120	382	2970	18,69
29	130	414	2850	17,93
30	140	446	2740	17,24
31	150	478	2650	16,68
32	160	510	2570	16,18
33	170	542	2490	15,67
34	180	574	2420	15,24
35	190	605	2360	14,86
36	200	637	2310	14,54

32080 Kg. Gewicht, wovon die vorderste rückwärts steht, und zwei-axi- a. a. O. pag. 30. Die Belastungen für zwischenliegende Spannweiten sind zu ermitteln.

Gleichförmig vertheilte grösste Verkehrsbelastung von Eisen-

L.No.	Spannweite in		Verkehrsbelastung p. lfd.	
	Mtr.	Fufs	Mtr. in Kg.	Fufs in ZC.
1	1	3	27440	172,66
2	2	6	13720	86,32
3	3	10	12970	81,69
4	4	13	11900	74,95
5	5	16	10970	69,09
6	6	19	10260	64,64
7	8	25	8730	54,73
8	10	29	7960	49,93
9	12	38	6890	43,38
10	15	48	6160	38,71
11	18	57	6090	38,26
12	21	67	5940	37,24
13	24	76	5760	36,17
14	27	86	5720	35,92
15	30	95	5670	35,61
16	33	105	5590	35,11
17	36	115	5440	34,16
18	40	127	5250	32,97

bahnbrücken für verschiedene Spannweiten und Ein Geleise<sup>1)</sup>.

L.No.	Spannweite in		Verkehrsbelastung p. lfd.	
	Mtr.	Fufs	Mtr. in Kg.	Fufs in ZC.
19	45	143	5000	31,50
20	50	159	4830	30,43
21	60	191	4380	27,59
22	70	223	4110	25,89
23	80	255	3870	24,38
24	90	287	3660	23,06
25	100	319	3470	21,86

1) Für einen Zug aus 3 Semmeringmaschinen cf. pag. 4 No. 1 von je 56000 Kg. Gewicht, wovon die vorderste rückwärts steht, und zwei-axigen Lastwagen (cf. pag. 4 No. 1) von je 15600 Kg. Gewicht. Die Belastungen für zwischenliegende Spannweiten sind durch Interpolation zu ermitteln.

## 2. Belastung durch atmosphärische Niederschläge (Regen, Eis und Schnee).

Die Belastung durch Schnee ist von den Belastungen durch atmosphärische Niederschläge die relativ grösste. Das Gewicht eines K<sup>m</sup> Regen beträgt 1 gr., daher das Gewicht eines K<sup>m</sup> Regen 1000 Kg. Das spec. Gewicht des Schnees wechselt zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  und kann im Mittel  $\frac{1}{3}$  gesetzt werden. Die grösste Höhe des Schneefalls in Deutschland beträgt 0<sup>m</sup>,625 und entspricht daher einer Regenschicht von  $\frac{0,625}{3} = 0<sup>m</sup>,208$  Höhe. Der Schneedruck auf eine horizontale Brückenbahn beträgt daher 0,078 . 1000 oder

Kg. p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
78	15



## 3. Druck der Atmosphäre.

Die Atmosphäre übt auf alle Körper der Erdoberfläche einen veränderlichen Druck  $a$  aus, der vom Ufer des Meeres im Mittel gleich dem einer Wassersäule von  $10,33^m$  Höhe, also zu  $1,033 \text{ Kg. p. } \square^{\text{cm}}$ ,  $14,13 \text{ Zpfd. p. } \square''$  oder angenommen werden kann und mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche abnimmt. Kann sich dieser Luftdruck auf einen Körper, wie dies gewöhnlich der Fall ist, von allen Seiten äußern, so hebt er sich auf und ist daher auch ohne Einfluss auf die Berechnung einer Brücken-Construction. Kann er sich, wie bei der atmosphärischen Gründung mittelst verdünnter Luft z. B. auf den Deckel eines pneumatischen (Pott'schen) Cylinders (s. d. Fig. 1) nur einseitig äußern, so beträgt die Druckdifferenz, die von außen auf den Deckel von der Größe  $F \square^{\text{cm}}$  wirkt,

$$P = Fa - mFa = Fa(1 - m)$$

der Druck, welcher auf Hebung des Bodens im Cylinder wirkt, ist

$$P' = Fa + nFa - mFa = Fa(1 + n - m)$$

wenn  $ma$  dem Gegendruck der verdünnten Luft p.  $\square^{\text{cm}}$  und  $na$  dem Druck der äußeren Wassersäule von der Höhe  $h$  p.  $\square^{\text{cm}}$  entspricht.

Durch Verdichtung (Compression), wie bei der atmosphärischen Gründung mittelst Verdichtung der Luft innerhalb

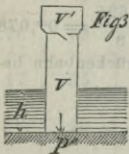
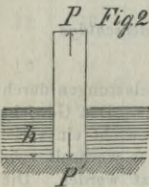
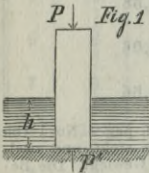
eines Cylinders (s. Fig. 2), wird der Druck der Luft gesteigert. Die Druckdifferenz, welche von innen auf den Deckel eines solchen Cylinders wirkt, beträgt  $P = Fan$ , der Druck im Innern des Cylinders, wenn alles Wasser ausgepresst ist,

$$P' = Fa + Fan = Fa(1 + n),$$

wenn  $an$  dem Druck der äußeren Wassersäule von der Höhe  $h$  p.  $\square^{\text{cm}}$  gleichkommt.

Wird eine Luftscheule von dem Volumen  $v'$  angewendet, während das Volumen des Cylinders  $v$  beträgt, s. Fig. 3, so vermindert sich nach dem Oeffnen der Verbindungsklappe der Druck  $P'$  auf

$$P'' = Fa + Fan \cdot \frac{v}{v+v'} = Fa \left( 1 + n \cdot \frac{v}{v+v'} \right).$$



## B. Ständige Belastung (permanente Belastung).

### 1. Eigenschwere (specifisches Gewicht) der

#### a. Baumetalle.

L. No.	Bezeichn. d. Baumetalle	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg.	K' in Zpfd.
1	Blei, gehämmert . .	11,39	11390	702,76
2	„ , geschmolzen . .	11,35	11350	700,29
3	Kupfer, gehämmert . .	9,00	9000	555,30
4	„ , gegossen . .	8,79	8790	542,34
5	Bronze . . . . .	8,90	8900	549,13
6	Messing . . . . .	8,20	8200	505,94
7	Gufsstahl . . . . .	7,92	7920	488,66
8	Zink, gehämmert . .	7,86	7860	484,96
9	„ , geschmolzen . .	7,04	7040	434,37
10	Stahl, cämentirt . .	7,82	7820	482,49
11	Schmiedeseisen . . .	7,79	7790	480,64
12	Zinn . . . . .	7,38	7380	455,34
13	Gufseisen . . . . .	7,21	7210	444,86

#### b. Bausteine.

L. No.	Bezeichn. d. Bausteine	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg.	K' in Zpfd.
1	Basalt, sehr dicht . .	3,02	3020	186,33
2	„ , gewöhl. . . . .	2,66	2660	164,12
3	Porphyr . . . . .	2,83	2830	174,61
4	Granit . . . . .	2,80	2800	172,76
5	Dolomit . . . . .	2,76	2760	170,29
6	Marmor . . . . .	2,73	2730	168,44
7	Quarz . . . . .	2,62	2620	161,65
8	Lava (Vesuv) . . . .	2,60	2600	160,42
9	Thonstein (Florenz) .	2,56	2560	157,95
10	Gneifs . . . . .	2,55	2550	157,33
11	Kiesel . . . . .	2,53	2530	156,10

L.No.	Bezeichn. d. Bausteine	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg	K' in Zpfd.
12	Thonschiefer . . .	2,85	2850	175,84
13	Glimmerschiefer . .	2,45	2450	151,16
14	Kalkstein, dichter . .	2,45	2450	151,16
15	Sandstein, sehr hart .	2,50	2500	154,25
16	„ , gewöhl. . .	2,35	2350	144,99
17	Ziegel, hartgebrannt .	2,17	2170	133,89
18	„ , gewöhl. . .	1,81	1810	112,68
19	Tuff . . . . .	1,35	1350	83,29

## c. Bauhölzer.

L.No.	Bezeichn. d. Bauhölzer	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg.	K' in Zpfd.
1	Steineiche, lufttrocken .	0,91	910	56,15
2	„ , frisch gefällt	1,06	1060	65,40
3	Sommereiche, lufttrocken	0,69	690	42,57
4	„ , frisch gef.	0,89	890	54,91
5	Buche, lufttrocken . .	0,59	590	36,40
6	„ , frisch gefällt . .	0,77	770	47,51
7	Lärche, lufttrocken . .	0,56	560	34,55
8	„ , frisch gefällt . .	0,92	920	56,76
9	Kiefer } trocken . . .	0,55	550	33,94
	Weißtanne }			
10	„ , frisch gefällt	0,90	900	55,53
11	Fichte, lufttrocken . .	0,46	460	28,38
12	„ , frisch gefällt . .	0,80	800	49,36

d. Bauerden.

L.No.	Bezeichn. der Bauerden	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg.	K' in Zpfd.
1	Sand, erdiger . . .	1,70	1700	104,89
2	„ , reiner . . .	1,90	1900	117,23
3	Thon, staubtrocken .	1,60	1600	98,72
4	„ , natürlich feucht	1,40	1400	86,38
5	„ , wassersatt . .	2,00	2000	123,40
6	Lehm, trocken . . .	1,50	1500	92,55
7	„ , natürlich feucht	1,30	1300	80,21
8	„ , wassersatt . .	1,90	1900	117,23
9	Dammerde, trocken .	1,40	1400	86,38
10	„ , feucht . . .	1,20	1200	74,04
11	„ , wassersatt .	1,70	1700	104,89

e. Verschiedene Baustoffe.

L.No.	Bezeichn. der Baustoffe	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg.	K' in Zpfd.
1	Kalkbruchsteinmauerwerk, frisch . . .	2,46	2460	151,78
2	Ziegelmauerwerk, frisch	1,63	1630	100,57
3	Beton . . . . .	2,47	2470	152,40
4	Kalkmörtel . . . . .	1,86	1860	114,76
5	Cement . . . . .	1,66	1660	102,42
6	Puzzolane . . . . .	2,65	2650	163,51
7	Steinschotter . . . .	2,00	2000	123,48
8	Asphalt . . . . .	1,10	1100	67,87
9	Wasser . . . . .	1,00	1000	61,74



2. Eigen-  
a. der Ver-  
1. von Eisenbahnbrücken


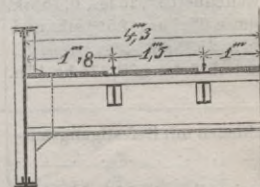
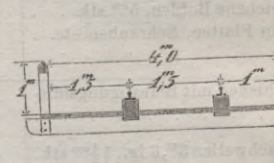
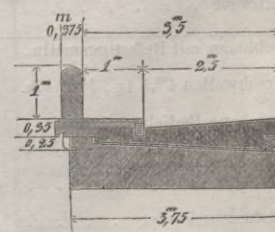
Materialgattung	Anordnung und Abmessungen
a) Stein.	
β) Eisen. 1) No. 1.	
No. 2.	
No. 3.	

1) Vgl. Laissle und Schübler. Stuttgart 1864. pag. 95 ff.

Gewicht  
kehrbahn  
für Ein Geleise.

Bezeichnung der Theile	Gewicht der Theile			
	Kg p. St.	Kg p. 1 <sup>m</sup>	Kg p. 1 <sup>m</sup>	ZC. p. 1'
2 Fahrstienen mit Befestigungs- mitteln . . . . .	40	80		
$\frac{1,0}{0,9}$ Querschwellen, 2 <sup>m</sup> , 5 lg., $\frac{2,4}{1,5}$ cm stk.	67,5	75		
11 <sup>m</sup> Schwellenbett 3 <sup>m</sup> , 25 lg., 0,5 <sup>m</sup> stk.			3575	
11 <sup>m</sup> Gesimse 0 <sup>m</sup> , 7 br., 35 <sup>cm</sup> stk. und 0 <sup>m</sup> , 5 br., 25 <sup>cm</sup> stk. . . . .	870	870		
11 <sup>m</sup> Geländerbrüstung 0 <sup>m</sup> , 375 br. 1 <sup>m</sup> h.	880	880	5480	34,28
2 Fahrstienen mit Befestigungsmit- teln . . . . .	40	80		
$\frac{1,0}{0,9}$ Querschwellen, 2 <sup>m</sup> , 5 lg., $\frac{2,4}{1,5}$ cm stk.	67,5	75		
2,2 □ <sup>m</sup> eichene Bohlen, 5 <sup>cm</sup> stk. . . . .			83	
Hierzu an Platten, Schrauben etc. . . . .			12	
			250	1,57
2 Fahrstienen mit Befestigungsmit- teln . . . . .	40	80		
$\frac{1,0}{0,9}$ Querschwellen 3 <sup>m</sup> , 3 lg., $\frac{2,4}{1,5}$ cm stk.	89	99		
3,0 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 5 <sup>cm</sup> stk. . . . .			112	
2 Schwellenträger p. 1 <sup>m</sup> . . . . .	45	90		
$\frac{1,0}{1,8}$ Querträger . . . . .	400	219	600	3,77
2 Fahrstienen mit Befestigungsmitl. n . . . . .	40	80		
$\frac{1,0}{0,9}$ Querschwellen 4 <sup>m</sup> , 5 lg., $\frac{2,4}{1,5}$ cm stk.	120	133		
4,0 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 5 <sup>cm</sup> stk. . . . .			150	
2 Schwellenträger p. 1 <sup>m</sup> . . . . .	45	90		
$\frac{1,0}{1,8}$ Querträger, à ca. . . . .	400	220		
11 <sup>m</sup> Brüstungsgeländer . . . . .	35	70	743	4,68

2) Entfernung der Querschwellen = 0<sup>m</sup>,9.

Materialgattung	Anordnung und Abmessungen
β) Eisen. No. 4.	
No. 5.	
γ) Holz.	
a) Stein.	

## 2. von Strassen-

Bezeichnung der Theile	Gewicht der Theile			
	Kg p. St.	Kg p. l <sup>m</sup>	Kg p. l <sup>m</sup>	ZC. p. l'
2 Fahrstienen mit Befestigungsmitt.	40	80		
1,0 0,9 Querschwellen, 4 <sup>m</sup> , 5 lg., $\frac{2}{1}\frac{4}{5}$ cm stk.	120	133		
4,0 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 5 <sup>cm</sup> stk.		150		
2 Schwellenträger p. l. <sup>m</sup> . . . . .	45	90		
1,0 1,8 Querträger à ca. . . . .	550	307		
			760	4,77
2 Fahrstienen incl. Befestigungs- mitteln . . . . .	40	80		
$\frac{1}{2}$ . 1,0 0,9 Querschwell. 8 <sup>m</sup> , 5 lg., $\frac{2}{1}\frac{4}{5}$ cm stk.	225	125		
3,8 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 5 <sup>cm</sup> stk. .		142,5		
2 Schwellenträger p. l. <sup>m</sup> . . . . .	100	200		
$\frac{1}{2}$ . 1,0 3,6 Querträger à ca. . . . .	1818	252,5		
			800	5,02
2 Fahrstienen incl. Befestigung .	40	80		
2 Langschwellen $\frac{2}{3}$ cm stk. p. l. <sup>m</sup> .	67	134		
1,0 1,0 Querschwellen 4 <sup>m</sup> , 25 lg., $\frac{2}{3}$ cm stk.	288	288		
3,5 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 5 <sup>cm</sup> stk. .		130		
1 l. <sup>m</sup> Brüstungsgeländer . . . . .	60	60		
			692	4,35
<b>brücken.</b>				
5 □ <sup>m</sup> Beschotterung, durchschnittl. 25 <sup>cm</sup> stk. . . . .	550	2750		
2 l. <sup>m</sup> Randsteine mit Gosse $\frac{2}{3}$ cm stk.	120	240	2990	18,81
„ Trottoirplatten 0 <sup>m</sup> , 8 br., 15 <sup>cm</sup> st.	280	560		
„ Unterfüllung 0 <sup>m</sup> , 65 br., 20 <sup>cm</sup> stk.	290	580		
„ Gesimsplatten 0 <sup>m</sup> , 7 br., 35 <sup>cm</sup> stk.	580	1160		
„ Consolenplatten 0 <sup>m</sup> , 5 br., 25 <sup>cm</sup> stk.	290	580		
„ Geländersteine 1 <sup>m</sup> h., 37 <sup>cm</sup> , 5 stk.	880	1760	4640	29,12
			7630	47,93



Materialgattung	Anordnung und Abmessungen
β) Eisen. 1) No. 1.	
No. 2.	
No. 3.	
γ) Holz. No. 1.	

1) Vgl. Laissle und Schübler. Sttgr. 1864. pag. 100 ff.

Bezeichnung der Theile	Gewicht der Theile in			
	Kg. p. St.	Kg. p. 1 <sup>m</sup>	Kg. p. 1 <sup>m</sup>	ZC. p. 1'
2,0 Querträger 2 <sup>m</sup> ,5 lg., p. 1. <sup>m</sup> . . .	80	200		
4 Zwischenträger v. Schmiedeis. p. 1. <sup>m</sup>	60	240		
5,0 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung, 8 <sup>cm</sup> stk. . .		300		
5,0 □ <sup>m</sup> Beschotterung 20 <sup>cm</sup> stk. . .		2200	2940	18,50
2,0 Consolen für d. Trottoirs à . . .	60	60		
4 Längsträger „ „ „ 2 <sup>4</sup> / <sub>3</sub> <sup>cm</sup> stk. . .		120		
2,0 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 6 <sup>cm</sup> stk. . .		90		
2 1. <sup>m</sup> Brüstungsgeländer . . . . .	60	120	390	2,45
			3330	20,95
1,0 Querträger 5 <sup>m</sup> lg. p. 1. <sup>m</sup> . . . . .	180	450		
2,0 Zwischenträger p. 1. <sup>m</sup> . . . . .	60	300		
5 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 8 <sup>cm</sup> stk. . . . .		300		
5 □ <sup>m</sup> Beschotterung 20 <sup>cm</sup> stk. . . . .		2200	3250	20,87
2,0 Consolen für die Trottoirs à . . . . .	60	60		
2,0 Längsträger für die Trottoirs . . . . .	50	100		
2 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 6 <sup>cm</sup> stk. . . . .		90		
2 1. <sup>m</sup> Brüstungsgeländer . . . . .	50	100	350	2,19
			3600	22,56
1,0 Querträger 7 <sup>m</sup> lg. p. 1. <sup>m</sup> . . . . .	200	700		
2,0 Zwischenträger . . . . .	60	300		
2 desgl. größere . . . . .	80	160		
5 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 8 <sup>cm</sup> stk. . . . .		300		
5 □ <sup>m</sup> Beschotterung 20 <sup>cm</sup> stk. . . . .		2200		
2 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 6 <sup>cm</sup> stk. . . . .		90		
			3750	23,50
6 Längsträger 2 <sup>5</sup> / <sub>3</sub> <sup>cm</sup> stk. . . . .	70	420		
5 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung 8 <sup>cm</sup> stk. . . . .	80	400		
5 □ <sup>m</sup> Beschotterung 20 <sup>cm</sup> stk. . . . .		2200		
2 1. <sup>m</sup> Saumschwell. mit Rinne 1 <sup>5</sup> / <sub>3</sub> <sup>cm</sup> st. . . . .	30	60	3080	19,30
2 Längsträger 2 <sup>5</sup> / <sub>3</sub> <sup>cm</sup> stk. . . . .	70	140		
2 □ <sup>m</sup> eichene Bedielung . . . . .	90	180		
2 1. <sup>m</sup> Geländer incl. Verstrebung . . . . .	120	240	560	3,52
			3640	22,82

Materialgattung	Anordnung und Abmessungen
<p><math>\gamma</math>) Holz.</p> <p>No. 2.</p>	

### 6. der Verkehrsbahnträger

#### 1. von Eisenbahnbrücken für Ein Geleise.

Materialgattung. Bezeichnet  $e$  das Eigengewicht der Brückenträger und der Brückenbahn p. lfd. Einheit,  $l$  die freie Spannweite,  $f$  und  $c$  für ein und dasselbe System constante Erfahrungscoefficienten, so ist allgemein  $e = cl + f$ .

$\alpha$ ) Eisen.	35 l <sup>m</sup> + 550 Kg <sup>1)</sup>	0,28 l' + 3,75 ZC.
	30 l <sup>m</sup> + 550 Kg <sup>2)</sup>	0,25 l' + 3,45 ZC.
	30 l <sup>m</sup> + 400 Kg <sup>3)</sup>	0,25 l' + 2,51 ZC.
	25 l <sup>m</sup> + 375 Kg <sup>4)</sup>	0,16 l' + 2,35 ZC.

$\beta$ ) Stein. Da der Erfahrungscoefficient  $c$  nicht ermittelt ist, so ist das Trägergewicht aus den Cubikinhalten und den specifischen Gewichten der Materialien (s. pag. 10—13) zu bestimmen, die Verkehrsbahnge-  
 $\gamma$ ) Holz. wichte siehe pag. 14—16.

1) Für Brücken schwerster Construction, vgl. Laissle u. Schübler a. a. O. pag. 94 ff.

2) Für  $\alpha = d = \begin{cases} 8 \text{ Kg p. cm} \\ 6 \text{ Kg p. cm} \end{cases}$  Querschnitt d. Hauptträger  $l$  nach d. Fahrbahntheile  $\begin{cases} \text{Schmidt,} \\ \text{vgl. Allg. Bztg. Wien 1866. pag. 43.} \end{cases}$

3) Für Brücken schwerer Construction (Eisenwerk) von 10 bis 100 m Spann. nach Schwedler, vgl. Ztschr. f. Banw. Berlin 1865. pag. 331.

4) Für Brücken leichtester Construction (Eisenwerk) von 60 bis 100 m Spann. nach Schwedler, a. a. O.

Bezeichnung der Theile	Gewicht der Theile in			
	Kg. p. St.	Kg. p. l <sup>m</sup>	Kg. p. l <sup>m</sup>	ZC. p. l'
6 Längsträger $\frac{2 \frac{1}{2}}{3} \text{ cm}$ stk. . . . .	70	420		
5 $\square$ eichene Bedielung 6 <sup>cm</sup> stk. . .	60	300		
5 $\square$ desgl. . . . . 5 <sup>cm</sup> stk. . .	50	250	970	6,09
2 Längsträger $\frac{2 \frac{1}{2}}{3} \text{ cm}$ stk. . . . .	70	140		
2 $\square$ eichene Bedielung 6 <sup>cm</sup> stk. . .	45	90		
21. <sup>m</sup> Geländer incl. Verstrebung . .	120	240	470	2,95
			1440	9,04

### und Verkehrsbahn

#### 2. von Strassenbrücken.

Materialgattung. Bezeichnet  $e'$  d. Eigengewicht d. Brückenträger u. d. Brückenbahn p. lfd. Einheit,  $l$  die freie Spannweite,  $f'$  u.  $c'$  für ein u. dasselbe System constante Erfahrungscoefficienten, so gilt für Strafsenbrücken von bestimmter Breite die Formel  $e' = c'l + f'$ .

$\alpha$ ) Eisen.<sup>1)</sup> Bezeichnet  $t_e = cl$  d. Trägergewicht,  $f_e + v_e$  das gleichförmig vertheilte Fahrbahn- und Verkehrs-Gewicht der Eisenbahnbrücken, ferner  $t_s = c'l$  d. Trägergew.,  $f_s + v_s$  das gleichf. verth. Fahrbahn- und Verkehrs-Gew. der Strafsenbrücken, so läßt sich das Trägergew. der Strafsenbrücken annähernd finden aus der Formel:  $t_s = \frac{f_s + v_s}{f_e + v_e} \cdot t_e$ . Die Werthe  $f_s$  u.  $f_e$ ,  $v_s$  u.  $v_e$  ergeben sich bzw. aus Tab. I. B. 2 a u. Tab. I. A.

$\beta$ ) Stein. Da der Erfahrungscoefficient  $c'$  nicht ermittelt ist, so ist das Trägergewicht aus den Cubikinhalten u. spec. Gewichten der Materialien (siehe pag. 10—13) zu bestimmen, die Verkehrsbahnge-  
 $\gamma$ ) Holz. wichte siehe pag. 16—20.

1) Vgl. Laissle u. Schübler. Bau der Brückenträger. Stgtr. 1864 S. 104.



## 3. Erddruck.

Bezeichnet  $h$  die lothrechte Höhe,

$q$  den wagrechten Querschnitt,

$\gamma'$  das spezifische Gewicht,

$\varrho$  den Reibungswinkel einer Erdmasse,

so ist deren lothrechter Druck (Verticaldruck)

$$V = q h \gamma',$$

und deren wagrechter Maximaldruck auf die Längeneinheit einer Futtermauer von der Höhe  $h$

$$H_{\max} = \gamma' \cdot \frac{h^2}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right)^1 = \gamma' J,$$

worin  $J$  den Cubikinhalt des den Horizontaldruck erzeugenden Erdkörpers bedeutet. Setzt man

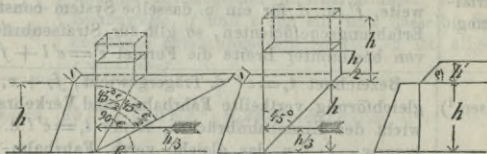
$$J = h \cdot \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right) \cdot \frac{h}{2} \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right) \cdot 1,$$

so ergibt sich die graphische Darstellung dieses Inhalts (s. Fig. 1).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.



Für völlig durchnäßte Erde wird  $\varrho = 0$  und

$$H_{\max} = \gamma' \frac{h^2}{2} = \gamma' J',$$

worin

$$J' = h \cdot \frac{h}{2} \cdot 1$$

den Cubikinhalt des den Horizontaldruck erzeugenden Erdkörpers bezeichnet (s. Fig. 2). Der Angriffspunkt der Resultante liegt in beiden Fällen  $\frac{2}{3}h$  unter dem Mauerkopf.

Ist die Erdmasse um die Höhe  $h'$  mit dem Böschungswinkel  $\varrho$  über dem Mauerkopfe aufgeschüttet (s. Fig. 3), so ist

$$H_{\max} = \frac{1}{2} \gamma' \left\{ (h + h')^2 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right) - \frac{h_1^2 (1 - \sin \varrho)}{\sin \varrho} \right\}^1.$$

Der Abstand  $a$  des Angriffspunkts der Resultante vom Mauerkopf ergibt sich dann aus

$$H_{\max} \cdot a = \frac{1}{3} \gamma' \left\{ (h + h_1)^3 \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right) - \frac{h_1^3 (1 - \sin \varrho)}{\sin \varrho} \right\}.$$

1) Vgl. Weisbach Lehrb. d. Ingenieur- u. Maschinenmechanik. Bd. 2.

L. No.	Erdarten	Werthe von		Gewicht der Erdmasse	
		$\rho$	$\gamma'$	Km in Kg.	Scht.-R. in ZC.
1	Sand, trocken . .	32 <sup>0</sup>	1,64	1640	145,63
2	" , feucht . .	24 <sup>0</sup>	1,95	1950	173,16
3	Thon, trocken . .	45 <sup>0</sup>	1,60	1600	142,08
4	" , durchweicht	bis 0 <sup>0</sup>	2,00	2000	177,60
5	Lehm, trocken . .	40 <sup>0</sup>	1,50	1500	133,20
6	" , durchweicht	bis 0 <sup>0</sup>	1,90	1900	168,72
7	Dammerde, trocken	37 <sup>0</sup>	1,40	1400	124,32
8	" , feucht	27 <sup>0</sup>	1,70	1700	150,96
9	Kieselsteine . . .	36 <sup>0</sup>	2,50	2500	222,00
10	Grober Steinschotter	38 <sup>0</sup>	1,60	1600	142,08

4. Wasserdruck.

Bezeichnet:

$h$  die größte Druckhöhe,

$\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers (1 Gr. pro K<sup>cm</sup> oder 1 Kg pr. K<sup>dec</sup>),

so ist dessen Verticaldruck auf die Bodenfläche  $F$ :

$$V = F \cdot h \cdot \gamma,$$

dessen Horizontaldruck für die Längeneinheit:

$$H = \frac{h^2}{2} \cdot \gamma,$$

dessen Resultante ihren Angriffspunkt im Abstände  $\frac{2}{3}h$  unter dem Wasserspiegel hat.

C. Veränderliche und ständige Belastung  
(Gesamt- oder Totalbelastung)

1. von Eisenbahnbrücken.

Im Allgemeinen hat man für eiserne, steinerne und hölzerne Eisenbahnbrücken:

$$g = e + v,$$

worin  $g$  das Gesamtgewicht,  $e$  das Eigengewicht und  $v$  die größte veränderliche Belastung für die laufende Einheit bezeichnet. Für die eisernen Brücken ist  $e = cl + f$  (s. pag. 20). Für die steinernen und hölzernen Brücken s. pag. 20. Den Werth von  $v$  s. Tab. I. A. 1. u. 2.



## 2. von Strassenbrücken.

Im Allgemeinen hat man für eiserne, steinerne und hölzerne Strafsenbrücken

$$g' = e' + v',$$

worin  $g'$  das Gesamtgewicht,  $e'$  das Eigengewicht und  $v'$  die größte veränderliche Belastung für d. laufende Einheit bezeichnet. Das Eigengewicht  $e'$  dieser Brücken s. pag. 21. Den Werth von  $v'$  ersehe man aus Tab. A. 1. u. 2.

## 3. von Futter- und Quaimauern.

Durch Verkehr und andere Benutzung, durch Ab- u. Zunahme der Erdnässe (s. S. 22) sowie des Wasserstands bei Quaimauern (s. S. 23), erleiden Futtermauern eine veränderliche Belastung. Die senkrechte Belastung derselben ergibt sich aus der Art der Benutzung u. befördert deren Stabilität. Bezeichnet  $v$  den Druck p. Quadrateinheit, welchen eine Verkehrsbelastung auf das den größten horizontalen Erddruck erzeugende Erdprisma ausübt, so ist dieser Horizontaldruck auf die laufende Einheit der Futtermauer

$$H_{\max} = \left( \gamma' \frac{h^2}{2} + v h \right) \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\rho}{2} \right)^1,$$

dessen Resultante in dem Abstände

$$a = \frac{h \gamma' + 3 v}{h \gamma' + 2 v} \cdot \frac{h}{3}$$

unter dem Mauerkopf angreift, wenn  $\gamma'$ ,  $h$  und  $\rho$  die Seite angegebene Bedeutung haben. Bei Quaimauern, bei welchen Wasserdruck und Erddruck einander entgegenwirken, kann die resultirende Wirkung dieser Drucke auf die Mauer nach den Angaben auf S. 22 u. 23 bemessen werden.

1) Vgl. Weissbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Bd. 2.

## II. Gegendruck der Auflager.

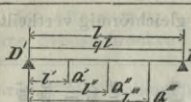
1) Gleichweit entfernte Auflager und gleichförmig vertheilte Last  $Q$  pro Tragfeld <sup>1)</sup>.



Bemerkung. Die vorstehenden Werthe der Auflagerdrücke sind unter Annahme elastischer Träger ermittelt. Eine gleichförmig über den ganzen Träger verbreitete Verkehrsbelastung  $Q'$  p. Tragfeld vertheilt sich dann unter die Auflager in denselben Verhältnissen. Ungleichförmig darüber vertheilte Verkehrsbelastungen müssen, wenn weitläufige Rechnungen vermieden werden sollen, nach den statischen Rechnungen für starre Körper, unter d. Auflager vertheilt werden.

1) Vgl. Rebhann. Theorie der Holz- und Eisenconstructions. Wien 1856. pag. 404.

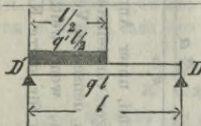
## 2) Zwei Auflager mit nicht gleichförmig vertheilter Belastung.



$$D' = \frac{q'l}{2} + Q' \frac{(l-l')}{l} + Q'' \frac{(l-l'')}{l} + Q''' \frac{(l-l''')}{l}$$

$$D'' = \frac{q'l}{2} + Q' \frac{l'}{l} + Q'' \frac{l''}{l} + Q''' \frac{l'''}{l}$$

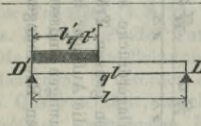
$$D' + D'' = q'l + Q' + Q'' + Q'''$$



$$D' = \frac{q'l}{2} + q' \frac{l'}{l} \left( l - \frac{l'}{2} \right)$$

$$D'' = \frac{q'l}{2} + q' \cdot \frac{l'}{l} \cdot \frac{l'}{2}$$

$$D' + D'' = q'l + q'l'$$



$$D' = \frac{q'l}{2} + \frac{3}{8} q'l$$

$$D'' = \frac{q'l}{2} + \frac{1}{8} q'l$$

$$D' + D'' = q'l + \frac{1}{2} q'l$$

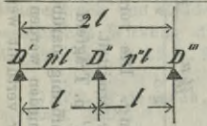
3) Drei Auflager mit ungleichen und gleichen Stützweiten und ungleichförmig vertheilter Belastung <sup>1)</sup>.

Die drei Auflagerdrucke ergeben sich aus den 3 Gleichungen:

$$\frac{p'l'^3}{8} + \frac{p''l''^3}{8} - \frac{D'l'^2}{3} - \frac{D''l''^2}{3} = 0 \quad (1)$$

$$D' + D'' + D''' = p'l' + p''l'' + \dots \quad (2)$$

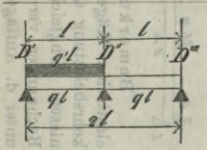
$$\frac{p'l'^2}{2} - D'l' = \frac{p''l''^2}{2} - D''l'' \quad (3)$$



$$D' = \frac{1}{16} (7p' - p'') l$$

$$D'' = \frac{1}{16} (p' + p'') l$$

$$D''' = \frac{1}{16} (7p'' - p') l$$



$$D' = \frac{1}{16} \left( 7 - \frac{q}{q+q'} \right) (q+q') l$$

$$D'' = \frac{1}{16} \left( 1 + \frac{q}{q+q'} \right) (q+q') l$$

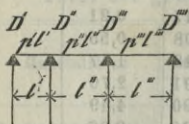
$$D''' = \frac{1}{16} \left( 7 \cdot \frac{q}{q+q'} - 1 \right) (q+q') l$$

1) Vgl. Laissle und Schübler. Der Bau der Brückenträger. Sttgrt. 1864. pag. 106 ff.

4) Vier Auflager mit ungleichen Stützweiten ( $l', l'', l'''$ ) und ungleichen Belastungen ( $p' l', p'' l'', p''' l'''$ ) pr. Tragfeld <sup>1)</sup>.

$$D' = \frac{p'(8l'^2 l'' l''' + 6l'^2 l''^2 + 6l'^3 l''') - p'' l''^3 (2l''' + l'') + p''' l'''^3 l''}{16 l' l'' l''' + 16 l'^2 l''^2 + 12 l' l''^2 + 16 l'^2 l''}$$

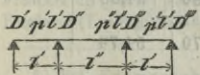
$$D'' = \frac{6p' l'^2 l'' + 4p' l' l''^2 + p'' l''^3 + 3p' l'^3 - D'(12l' l'' + 4l''^2 + 8l'^2)}{4 l''^2}$$



$$D''' = p' l' + p'' l'' + p''' l''' - (D' + D'' + D''');$$

$$D'''' = D'(l' + l'') + D'' l'' - p' l' \left( l'' + \frac{l'}{2} \right)$$

$$- \frac{p'' l''^2}{2} + \frac{p''' l'''^2}{2}$$



$$D' = \frac{p'(3l'^3 + 6l'^2 l'') - p'' l''^3}{8 l'^2 + 12 l' l''} = D'''';$$

$$D'' = \frac{2p' l' + p'' l''}{2} - D' = D'''$$

### III. Centrifugalkraft.

Die *verticale* Centrifugalkraft ist zu vernachlässigen.

Die *horizontale* Centrifugalkraft  $C$  ist bei eisernen od. hölzernen Eisenbahnbrücken in Curven zu berücksichtigen. Bezeichnet  $G$  das Gewicht des schwersten Eisenbahnzuges oder das Product aus der grössten veränderlichen Last (conf. pag. 6—9) in d. Brückenlänge,  $v$  dessen grösste Fahrgeschwindigkeit (75,8 Kilom. p. St. oder  $21^m = 71,74'$  Pr. = pr. Sekunde),

$R$  den mittleren Krümmungshalbm. der Curve,  $g = 9,81^m = 37,437'$  Pr. = die Beschleunigung durch die Schwere,

so ist:  $C = \frac{G \cdot v^2}{gR} = 0,102^m \frac{G v^2}{R} = 0,0266' \frac{G v^2}{R} = \frac{G v^2}{R}$

### IV. Verkehrsstöße. <sup>2)</sup>

*Verticale* Verkehrsstöße können und müssen bei Eisenbahnbrücken durch gute Ausführung u. Unterhaltung des Geleises, sowie durch Instandhaltung der Fahrbetriebsmittel vermieden werden, dagegen sind *horizontale* Verkehrsstöße weniger leicht zu beseitigen. Bei gleicher Geschwindigkeit ist die Seitenschwankung nahe proportional der verticalen Einbiegung oder die seitlich wirkende Kraft nahe proportional der bewegten Last. Versuche an der Isarbrücke zu Heselohé über d. seittl. Stöße

1) Vgl. Laissle und Schübler. Der Bau der Brückenträger. Sttgrt. 1864. pag. 120 ff. 2) Vgl. Gerber. Das Pauli'sche Trägersystem. Nürnberg 1859. und Schmidt a. a. O. pag. 79.



der Locomot. u. Wagen ergeben bei einer Fahrgeschwdgk. v. 41 Kilom. p. Stunde d. seitr. wirk. Kraft zu  $4,15 \frac{v}{100}$  der Verticallast.

### V. Windstoss. 1)

L. No.	Windgeschwindigkeit in		Winddruck auf den	
	Mtr.	Fufs Pr.	□ <sup>m</sup> in Kg.	□ <sup>Pr.</sup> i. Zpfd.
1	3	10	1,047	0,21
2	5	16	2,908	0,55
3	8	25	7,443	1,47
4	10,85	35	13,691	2,70
5	14	45	22,790	4,49
6	20	64	46,520	9,06
7	40	127	186,080	34,68
8	Bei den heftigsten, bis jetzt bekannten Orkanen		277,870	54,74

### VI. Stoss durch Wasser, Treibeis etc.

Die Stöße, welche durch Wasser, Treibeis etc. an Brückenpfeilern entstehen, sind theoretisch schwer zu ermitteln. Hölzerne Brückenjoche schützt man vor diesen Stößen durch *isolirte* Eisbrecher, welche die Eismassen zertheilen und nach den Brückenöffnungen hinleiten.

Bezeichnet  $d$  die obere Dicke steinerner Brückenpfeiler,  $h$  deren Höhe und  $l$  deren Abstand von Mitte zu Mitte in Mtr., so bestimmt man  $d$  aus der empirischen Formel

$$d^m = 0^m,762 + 0,147 h^m \cdot \sqrt{\frac{l^m}{h^m}} \quad (2)$$

### VII. Die Wärme.

Ausdehnungswerthe der Baumetalle v.  $0^\circ - 100^\circ \text{C.}$  ( $0^\circ - 80^\circ \text{R.}$ ) die Länge bei  $0^\circ$  gleich 1 gesetzt.

1	Zink . . . . .	$\frac{1}{340}$	0,002941
2	Blei . . . . .	$\frac{1}{351}$	0,002849
3	Hartloth (1 Zink, 2 Kupfer) . . . . .	$\frac{1}{460}$	0,002506
4	Messing . . . . .	$\frac{1}{333}$	0,001876
5	Bronze . . . . .	$\frac{1}{530}$	0,001818
6	Kupfer . . . . .	$\frac{1}{332}$	0,001718
7	Schmiedeeisen . . . . .	$\frac{1}{632}$	0,001450
8	Stahl . . . . .	$\frac{1}{743}$	0,001350
9	Gufseisen . . . . .	$\frac{1}{760}$	0,001320

1) Nach Morin. Vgl. auch Schmidt a. a. O. pag. 79.

2) Vgl. Becker. Brückenbau. Sttgrt. 1854. pag. 24.

Die Bausteine und Bauhölzer werden von der Wärme un-  
erheblich ausgedehnt. Durch das Austrocknen veranlassen sie  
aber indirect ein Schwinden des Holzes, welches nach der  
Länge der Fasern sehr gering ist, dagegen senkrecht zu den  
Fasern  $\frac{1}{25} - \frac{1}{10}$  ( $4 - 10 \frac{0}{0}$ ) beträgt <sup>1)</sup>.

Tafel der größten Temperaturdifferenzen.

Baustelle in	Temperatur- maximum <sup>2)</sup>		Temperatur- minimum		Temperat.- differenz	
	C	R	C	R	C	R
Deutschld.(i.Mttl.)	+50°	+40°	-35°	-28°	85°	68°
Frankreich (Paris)	+50°	+40°	-23°,5	-18°,8	73°,5	58°,8
England (London)	+47°,5	+38°	-20°,5	-16°,4	68°	54°,4

1) Vgl. Karmarsch. Handbuch d. mech. Technologie. Hannover  
1857. pag. 611.

2) In der Sonne, approximativ erhalten aus dem Temperaturmaxi-  
mum im Schatten + cca. 10° R.





## I. Die Schwere.

A. Veränderliche Belastung (variable, zufällige oder  
messbare Belastung).

1. Belastung durch Verkehr und andere ständige Belastung.

L. Nr. Belastung durch Menschen und Vieh ————

1. Anstalt in Amerika ———— 150 30

2. ———— ———— 50 20

3. ———— ———— 50 20

4. Deutsche Anstalt ———— 100 20

5. Britische Anstalt ———— 100 150

## Zweiter Abschnitt.

## Die angreifenden Kräfte

der

## Hochbau-Constructionen.

1. Vorne ———— 100 10

2. Vorne ———— 100 20

3. Hochbau ———— 100 20

4. Fruchtboden ———— 100 20

5. Kantonsanpflanzung ———— 100 150

Hochbau. Starke Nachwirkungen in Wohnhäusern und  
Kantonsanpflanzung. Die Annahme der von Dupont für die  
gewöhnliche Belastung. Die gewöhnliche Belastung der Erde, wenn  
Dunker in der Luftlinie wird auf das Doppelte von 200 kg.  
Nachwirkung von 50 kg. Eigengewicht zu 100 kg. Total-  
belastung, aber auch 200 oder 300 kg. pro qm so berechnet,  
dass die Höhe der oder Decke 1/2 nicht überschritten sollte.

10. Vol. 1841. 1842. Die Belastung der Erde auf ein Quadratmeter mit  
Gewicht der Erde und Holz. Vol. 1841. pag. 20.

11. Vol. 1841. 1842. Die Belastung der Erde auf ein Quadratmeter mit  
Gewicht der Erde und Holz. Vol. 1841. pag. 20.

12. Vol. 1841. 1842. Die Belastung der Erde auf ein Quadratmeter mit  
Gewicht der Erde und Holz. Vol. 1841. pag. 20.

13. Vol. 1841. 1842. Die Belastung der Erde auf ein Quadratmeter mit  
Gewicht der Erde und Holz. Vol. 1841. pag. 20.

Zweiter Abschnitt.

---

Die angrenzenden Kräfte

der

Hochbau-Constructionen.

---

## I. Die Schwere.

## A. Veränderliche Belastung (variable, zufällige oder mobile Belastung).

## 1. Belastung durch Verkehr und anderweitige Benutzung.

L. No.	Belastung durch Menschen- gedränge	Kg. p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
1	Annahme in Amerika . . .	150	30
2	„ „ Frankreich . . .	200	40
3	„ „ Deutschland . . .	280	55
4	Genügende Annahme <sup>1)</sup> . . .	400	80
5	Größte Annahme <sup>2)</sup> . . .	560	110

L. No.	Belastung der Zwischen- decken <sup>3)</sup> in	Kg. p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
1	Wohnräumen . . . . .	152	30
2	Tanzsälen . . . . .	253	50
3	Heuböden . . . . .	406	80
4	Fruchtböden <sup>4)</sup> . . . . .	457	90
5	Kaufmannsspeichern . . . . .	760	150

Bemerkung. Starke Erschütterungen in Wohnräumen und Tanzsälen erfordern die Annahme bis zum Doppelten der ruhigen Belastung. Die eisernen Balken der Piot'schen Decken in den Tuilerien wurden auf das Doppelte von 300 Kg. Menschenbelastung + 50 Kg. Eigengewicht = 350 Kg. Totalbelastung, also auf  $2 \cdot 350 = 700$  Kg. pr. □<sup>m</sup> so berechnet, daß die Einbiegung einer Decke 2<sup>cm</sup> nicht übersteigen durfte.

1) Vgl. Schmidt. Ueber die äußeren auf ein Brückensystem wirkenden Kräfte. Allg Bztg. Wien 1866. pag. 33.

2) Vgl. Laissle u. Schübler. Der Bau d. Brückenträger. Stgrrt. 1864. pag. 99.

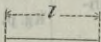

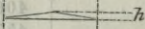
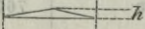
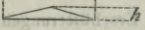
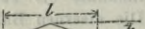
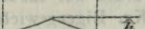
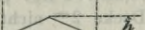
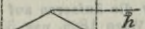
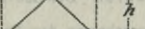
3) Vgl. Behse. Die Berechnung der Festigkeit von Holz- und Eisenconstructions. Lpzg. 1864. pag. 50.

4) Meyer nimmt eine 3 F. Pr. hohe Aufschüttung von Roggen oder 120 Zpfd. p. □ F. Pr. (600 Kg p. □<sup>m</sup>) an. Vgl. Ztschr. f. Bauw. Brln. 1866. pag. 313.



## 2. Belastung durch atmosphärische Niederschläge.

Unter den Belastungen durch atmosphärische Niederschläge ist die durch Schnee die größte. Das Gewicht eines K<sup>cm</sup> Regen beträgt 1 Gr., daher das Gewicht eines K<sup>m</sup> = 1000 Gr. Das spec. Gew. des Schnees wechselt zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  und kann im Mittel zu  $\frac{1}{8}$  angenommen werden. Die größte Höhe des Schneefalls in Deutschland beträgt 0<sup>m</sup>,625 und entspricht daher einer Regenschicht von  $\frac{0,625}{8} = 0^m,078$  Höhe. Der Schneedruck für eine wagrechte Fläche beträgt daher 78 Kg. pr. □<sup>m</sup> oder 15,4 Zpfd. pr. □' Pr. oder . . . . . Dieser Druck vermindert sich pro Quadrateinheit Dachfläche im Verhältniß der halben Gebäudetiefe zur Sparrenlänge und nimmt für die nachstehenden Neigungen von Dächern folgende Werte an:

L. No.	Neigung der Dächer	Schneedruck <sup>1)</sup> in		
		Kg. p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	
1	$h = \frac{1}{\infty} l$		78	15,4
2	$h = \frac{1}{10} l$		77	15,1
3	$h = \frac{1}{9} l$		76	15,0
4	$h = \frac{1}{8} l$		75,5	14,9
5	$h = \frac{1}{7} l$		75	14,8
6	$h = \frac{1}{6} l$		74	14,5
7	$h = \frac{1}{5} l$		73	14,3
8	$h = \frac{1}{4} l$		70	13,8
9	$h = \frac{1}{3} l$		65	12,8
10	$h = \frac{1}{2} l$		55	10,9

1) Vgl. Behse. Die Berechnung der Festigkeit von Holz- u. Eisen-Constructionen. Lpzg. 1864. pag. 112.

## B. Ständige Belastung (permanente Belastung).

## 1. Eigenschwere (Specificisches Gewicht).

## a. Bausteine.

L. No.	Benennung	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg	K' in Zpf.
1	Basalt, sehr dicht . . .	3,02	3020	186,33
2	„ , gewöhnlich . . .	2,66	2660	164,12
3	Porphyr . . . . .	2,83	2830	174,61
4	Granit . . . . .	2,80	2800	172,76
5	Dolomit . . . . .	2,76	2760	170,29
6	Marmor . . . . .	2,73	2730	168,44
7	Quarz . . . . .	2,62	2620	161,65
8	Lava (Vesuv) . . . . .	2,60	2600	160,42
9	Thonstein (Florenz) . . .	2,56	2560	157,95
10	Gneifs . . . . .	2,55	2550	157,33
11	Kiesel . . . . .	2,53	2530	156,10
12	Thonschiefer . . . . .	2,85	2850	175,84
13	Glimmerschiefer . . . . .	2,45	2450	151,16
14	Kalkstein, dichter . . . . .	2,45	2450	151,16
15	Sandstein, sehr hart . . .	2,50	2500	154,25
16	„ , gewöhnlich . . . . .	2,35	2350	144,99
17	Ziegel, hart gebrannt . . .	2,17	2170	133,89
18	„ , gewöhnlich . . . . .	1,81	1810	112,68
19	Tuff . . . . .	1,35	1350	83,29

## b. Bauhölzer.

L. No.	Bezeichnung	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in K <sub>g</sub>	K' in Zpf.
1	Steineiche, lufttrocken . . .	0,91	910	56,15
2	„ , frisch gefällt . . .	1,06	1060	65,40
3	Sommereiche, lufttrocken . . .	0,69	690	42,57
4	„ , frisch gefällt . . .	0,89	890	54,91
5	Buche, lufttrocken . . .	0,59	590	36,40
6	„ , frisch gefällt . . .	0,77	770	47,15
7	Lärche, lufttrocken . . .	0,56	560	34,55
8	„ , frisch gefällt . . .	0,92	920	56,76
9	Kiefer } lufttrocken . . .	0,55	550	33,94
	Weifstanne }			
10	„ , frisch gefällt . . .	0,90	900	55,53
11	Fichte, lufttrocken . . .	0,46	460	28,38
12	„ , frisch gefällt . . .	0,80	800	49,36
13	Linde, lufttrocken . . .	0,45	450	27,76
14	Pappel, gemein . . .	0,39	390	24,06
15	Ahorn, lufttrocken . . .	0,65	650	40,10
16	Birnbaum . . .	0,73	730	44,04
17	Nufsbaum . . .	0,66	660	40,72
18	Buxbaum . . .	0,94	940	58,00
19	Ebenholz . . .	1,21	1210	74,66
20	Mahagony . . .	0,75	750	46,28

## c. Baumetalle.

1	Blei, gehämmert . . .	11,39	11390	702,76
2	„ , geschmolzen . . .	11,35	11350	700,29
3	Kupfer, gehämmert . . .	9,00	9000	555,30
4	„ , gegossen . . .	8,79	8790	542,34
5	Bronze . . .	8,90	8900	549,13
6	Messing . . .	8,20	8200	505,94
7	Gufsstahl . . .	7,92	7920	488,66
8	Zink, gehämmert . . .	7,86	7860	484,96
9	„ , gegossen . . .	7,04	7040	434,37
10	Stahl, cämentirt . . .	7,82	7820	482,49
11	Schmiedeeisen . . .	7,79	7790	480,64
12	Zinn . . .	7,38	7380	455,34
13	Gufseseisen . . .	7,21	7210	444,86

## d. Bauerden. 1)

L. No.	Bezeichnung	Sp. G.	Gewicht von 1	
			K <sup>m</sup> in Kg	K' in Zpf.
1	Sand, erdiger . . . . .	1,70	1700	104,89
2	„ , reiner . . . . .	1,90	1900	117,03
3	Thon, staubtrocken . . . . .	1,60	1600	98,72
4	„ , natürlich feucht . . . . .	1,40	1400	86,38
5	„ , wassersatt . . . . .	2,00	2000	123,40
6	Lehm, trocken . . . . .	1,50	1500	92,55
7	„ , natürlich feucht . . . . .	1,30	1300	80,21
8	„ , wassersatt . . . . .	1,90	1900	117,20
9	Dammerde, trocken . . . . .	1,40	1400	86,38
10	„ , feucht . . . . .	1,20	1200	74,04
11	„ , wassersatt . . . . .	1,70	1700	104,89

## e. Verschiedene Baustoffe des Hochbaus.

1	Marmorquadermauerwerk . . . . .	2,68	2680	165,36
2	Sandsteinquadermauerw. . . . .	2,10	2100	129,57
3	Kalkbruchsteinmauerwerk, frisch . . . . .	2,46	2460	151,78
4	„ trocken . . . . .	2,40	2400	148,08
5	Ziegelmauerwerk, frisch . . . . .	1,63	1630	100,57
6	„ , trocken . . . . .	1,53	1530	94,40
7	Beton . . . . .	2,47	2470	152,40
8	Kalkmörtel . . . . .	1,86	1860	114,76
9	Cement . . . . .	1,66	1660	102,42
10	Strohlehm, frisch . . . . .	1,19	1190	73,92
11	„ , trocken . . . . .	1,04	1040	64,17
12	Fensterglas . . . . .	2,64	2640	162,89
13	Porzellan . . . . .	2,32	2320	143,14
14	Wasser . . . . .	1,00	1000	61,74

1) Vgl. Baue rnfeind. Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde. München 1854. Erläuternder Text pag. 17.



## 2. Eigengewicht

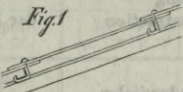
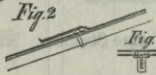

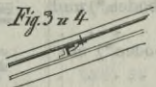
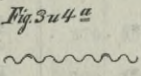
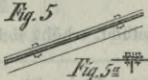
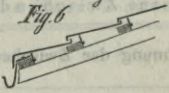
## a. der Dächer.

## 1) Holzdächer.

L.No.	Art der Dächer	Schema	Mittleres Gewicht in	
			Kg p. $\square^m$	Zpf. p. $\square'$
1	Doppeldach und Kronziegeldach		127	25
2	Einfaches Ziegeldach . . .		102	20
3	Gewöhnliches Schieferdach .		76	15
4	Dorn'sches Dach		61—76	12—15
5	Asphaltdach mit Lehmunterlage		61—76	12—15
6	Asphaltdach mit Fliesenunterlage . . . . .		102	20
7	Stroh- u. Rohrdach ohne Lehm . . . . .		61	12
8	Stroh- u. Rohrdach mit Lehm		76	15
9	Dach mit Holzschalung und Zink oder Eisenblech . . .		41	8
10	Dach mit Theerpappe . . . . .		30	6

Bemerkung zu 1). Jenseitige Gewichte in Kg p. □<sup>m</sup>, Zpfd. pro □' sind incl. Lattung resp Schalung und Eigengewicht der Sparren pro □ Einheit Dachfläche zu verstehen. Vgl. Behse. Die Berechnung der Festigkeit von Holz- u. Eisenconstructions. Lpzg. 1864. pag. 112.

2) Metaldächer 1).

L.No.	Art der Dächer	Schema	Mittleres Gewicht in	
			Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd p. □'
1	Schiefer auf Winkel-eisen . . .	<i>Fig. 1</i> 	51	10
2	Ebenes Eisen-blech auf Winkel-eisen. . . .	<i>Fig. 2</i>  <i>Fig. 2a</i> 	25	5
3	Eisenwellenblech auf Winkel-eisen . . . . .	<i>Fig. 3 u 4</i> 	22	4,3
4	Zinkwellenblech auf Winkel-eisen . . . . .	<i>Fig. 3 u 4 a</i> 	24	4,7
5	Gufseiserne Platten . . . . .	<i>Fig. 5</i> 	74	14,6
6	Gufszinkplatten auf hölzernen Latten u. Sparren . . . . .	<i>Fig. 6</i> <i>Fig. 5a</i> 	70	13,8

3) Steindächer.

Die Gewichte der Kuppel- und Steinplattendächer sind aus den berechneten Kubikinhalten und den specifischen Gewichten (s. S. 35 ff.) zu ermitteln.

1) Ueber hierher gehörige Gewichte vgl. u. A. Breymann. Allg. Bauconstructionslehre. III. Sttgrt. 1858 pag 88ff. und Brandt. Lehrbuch der Eisen-Constructions. Brln. 1865. pag. 357.

b. der Zwischendecken.

1) Hölzerne Zwischendecken.

Es beträgt:

L. No.	Bezeichnung der Deckenconstruction	Schema der Deckenconstruction
1	Balken mit Fußbodendielen .	
2	Einf. Kasettendecke ohne Stuck	
3	Desgl. mit 1/2 Windelboden*) und Stuck . . . . .	
4	Gestreckter Windelboden*) mit Lehmestrich . . . . .	
5	Halber Windelboden*) . . .	
6	Ganzer Windelboden*) . . .	

\*) Das Gewicht der Windelböd. erhöht sich für jede 2<sup>cm</sup>,5 od. 1'' Pr.

2) Eiserne Zwischendecken.

L. No.	Bezeichnung der Zwischendecken 2)
1	System Vaux bei Tragweiten von 3 <sup>m</sup> bis 8 <sup>m</sup> . . . . .
2	System Thuasne bei Tragweiten von 3 <sup>m</sup> bis 8 <sup>m</sup> . . . . .
3	Allgemeines Pariser System bei Tragweiten von 3 <sup>m</sup> bis 8 <sup>m</sup> . . . . .

1) Vgl. Behse, Die Berechn. der Festigkeit v. Holz- u. Eisenconstruct.

b. der Zwischendecken.

1) Hölzerne Zwischendecken.

die Entfernung der Balken von Mittel zu Mittel

90<sup>cm</sup> 3' Pr.

120<sup>cm</sup> 4' Pr.

die Stärke der Balken

20 <sup>cm</sup> 25		8'' 10		25 <sup>cm</sup> 30		10'' 12		20 <sup>cm</sup> 25		8'' 10		25 <sup>cm</sup> 30		10'' 12	
Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
61	12	81	16	56	11	66	13								
122	24	142	28	112	22	132	26								
279	55	330	65	305	60	376	74								
208	40	228	45	198	39	213	42								
254	50	305	60	279	55	345	68								
355	70	406	80	380	75	447	88								

größere Balkenhöhe um ca. 25 Kg. p. □<sup>m</sup> oder 5 Zpfd. p. □'

2) Eiserne Zwischendecken.

Schemata	Kg. p. □ <sup>m</sup>	Zpfd p. □'
	16-30	3-6
	16-30	3-6
	16-30	3-6

Lpzg. 1864. pag. 50.

2) Vgl. Allg. Bauzeitung. Wien 1854. pag. 142 ff.



L. No.	Bezeichnung der Zwischendecken
4	Eiserne mit Töpfen ausgestellte Rostfelder.
5	System Fox und Barret.

### 3) Steinerne Zwischendecken.

Die Gewichte der Steindecken aus Steinplatten oder Gewölben sind aus den Cubikinhalten und den spec. Gewichten der Baumaterialien (s. Tab. S. 35 ff.) zu ermitteln.

#### c. der Umfangs- und Zwischenwände.

Die Mauerdicke des  $n$ ten Stockwerks

$$d^n = \frac{t}{40} + \frac{h' + h'' + \dots + h^n}{25}$$

wenn  $t$  die Gebäudetiefe,  $h'$ ,  $h'' \dots + h^n$  die Stockwerkshöhen von oben nach unten gezählt in Mtr. Die Gewichte ergeben sich dann aus den Cubikinhalten und den spec. Gew. der Baumaterialien (s. Tab. S. 35 ff.).

#### d. des Grundbaus.

Das Gewicht des Grundbaus ist nach der in jedem speciellen Fall erforderlichen Constructionsweise, den berechneten Cubikinhalten und den spec. Gewichten der Baumaterialien (s. Tab. S. 35 ff.) zu ermitteln.

### 3. Erddruck.

Bezeichnet  $h$  die lothrechte Höhe,

$q$  den wagrechten Querschnitt,

$\gamma'$  das spezifische Gewicht,



$\varrho$  den Reibungswinkel einer Erdmasse,

so ist deren lothrechter Druck (Verticaldruck)

$$V = q h \gamma'$$

und deren wagrechter Maximaldruck auf die Längeneinheit einer Futtermauer von der Höhe  $h$

1) Vgl. Redtenbacher. Resultate für den Maschinenbau. Mannheim 1860. pag. 89.

Schemata	Kg p. $\square^m$	Zpf p. $\square'$
	—	—
	—	—

$$H_{\max} = \gamma' \cdot \frac{h^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\varrho}{2} \right)^1$$

dessen Resultante  $\frac{2h}{3}$  unter dem Mauerkopf angreift. Bei völlig durchnäfster Erde, für welche  $\varrho = 0$  wird, ist

$$H_{\max} = \gamma' \cdot \frac{h^2}{2}$$

L. No.	Erdarten	Werthe von		Gewicht der Erde	
		$\varrho$	$\gamma$	Kg. p. $\square^m$	Zpf. p. $\square'$
1	Sand, trocken . . .	32°	1,64	1640	101,19
2	„ , feucht . . .	24°	1,95	1950	120,32
3	Thon, trocken . . .	45°	1,60	1600	98,72
4	„ , durchweicht . . .	bis 0°	2,00	2000	123,40
5	Lehm, trocken . . .	40°	1,50	1500	92,55
6	„ , durchweicht . . .	bis 0°	1,90	1900	117,23
7	Dammerde, trocken . . .	37°	1,40	1400	86,38
8	„ , feucht . . .	27°	1,70	1700	104,89
9	Kieselsteine . . .	36°	2,50	2500	154,25
10	Grober Steinschotter	38°	1,60	1600	98,72

### 4. Wasserdruck.

Der Wasserdruck ist bei Anlage von Wasserreservoirs aller Art im Hochbau zu berücksichtigen. Bezeichnet

$h$  die größte Druckhöhe,

$\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers (1 Gr. p.  $\text{K}^m$ ),

so ist dessen Verticaldruck auf die Bodenfläche  $F$

$$V = F h \gamma$$

dessen Horizontaldruck auf die Längeneinheit

$$H = \frac{h^2}{2} \cdot \gamma$$

dessen Resultante im Abstände  $\frac{2}{3}h$  unter d. Wasserspiegel angreift.

1) Vgl. die graph. Darst. des drückenden Erdkörpers. Erster Abschn. p. 22.



## C. Veränderliche und ständige Belastung

1. der Dächer<sup>1)</sup>.

L.No.	Art der Dächer	$\frac{1}{2}$ Dach	
		Kg p. qm	Zpfd. p. q'
1	Doppel- oder Kronziegeldach . .	290	57
2	Einfaches Ziegeldach . . . . .	264	52
3	Gewöhnliches Schieferdach . . . .	238	47
4	Dorn'sches Dach . . . . .	238	47
5	Asphaltdach mit Lehmunterlage .	238	47
6	„ „ Fliesenunterlage .	264	52
7	Stroh- und Rohrdach ohne Lehm .	223	44
8	„ „ „ mit „ .	238	47
9	Dach mit Zink- oder Eisenblech .	203	40
10	„ „ Theerpappe . . . . .	193	38

L.No.	Art der Dächer	$\frac{1}{7}$ Dach	
		Kg p. qm	Zpfd. p. q'
1	Doppel- oder Kronziegeldach . .		
2	Einfaches Ziegeldach . . . . .		
3	Gewöhnliches Schieferdach . . . .		
4	Dorn'sches Dach . . . . .	173	34
5	Asphaltdach mit Lehmunterlage .	173	34
6	„ „ Fliesenunterlage .	198	39
7	Stroh- und Rohrdach ohne Lehm .		
8	„ „ „ mit Lehm .		
9	Dach mit Zink- oder Eisenblech .	137	27
10	„ „ Theerpappe . . . . .	127	25

## (Gesamt- oder Totalbelastung)

1. der Dächer<sup>1)</sup>.

$\frac{1}{3}$ Dach		$\frac{1}{4}$ Dach		$\frac{1}{5}$ Dach		$\frac{1}{6}$ Dach	
Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'
260	51	244	48				
233	46	218	43				
208	41	193	38	183	36		
208	41	193	38	183	36	178	35
208	41	193	38	183	36	178	35
233	46	218	43	208	41	203	40
193	38						
208	41						
178	34	157	31	147	29	142	28
168	32	147	29	137	27	132	26

$\frac{1}{8}$ Dach		$\frac{1}{9}$ Dach		$\frac{1}{10}$ Dach		Im Durchschn.	
Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'	Kg p. qm	Zpfd. p. q'
						264	52
						238	47
						208	41
173	34	168	33	168	33	188	37
173	34	168	33	168	33	188	37
198	39	193	38	193	38	213	42
						208	41
						223	44
137	27	132	26	132	26	152	30
127	25	122	24	122	24	142	28

1) Die hier angegebene Gesamtbelastung der Dächer besteht aus Windrucks bei 30m oder ca. 100' Pr. Geschwindigkeit pro

derjenigen des Eigengewichts, des größten Schneedrucks und eines Quadrateinheit der Dachfläche. Vgl. Behse a. a. O. pag. 113.

## 2. der Zwischendecken.

L. No.	Art der Zwischendecken.
	Bemerkung. Bei den nebenstehend angegebenen Belastungen ist die oben (s. S. 33) angeführte veränderliche Belastung der Wohnräume von 152 Kg. pro □ <sup>m</sup> oder 30 Zpfd. pro □' Pr. zu Grunde gelegt.
1	Balkenlage mit Fußbodendielen . . . . .
2	Einfache Kasettendecke ohne Stuck . . . . .
3	Desgl. mit halbem Windelboden und Stuck . . . . .
4	Gestreckter Windelboden mit Lehmestrich . . . . .
5	Halber Windelboden . . . . .
6	Ganzer Windelboden . . . . .

## 3. der Futtermauern.

Durch Verkehr und anderweitige Benutzung, durch Ab eines Wasserreservoirs, erleiden Futtermauern eine veränderliche sich aus deren Benutzung und befördert ihre Stabilität. Eine deren Horizontaldruck auf die Mauer. Bezeichnet  $v$  den Druck den größten horizontalen Erddruck erzeugende Erdprisma aus der Futter-

$$H_{\max} = \left( \gamma' \frac{h^2}{2} + v h \right) \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\rho}{2} \right)^1$$

dem Mauerkopfe angreift, wenn  $\gamma'$ ,  $h$  und  $\rho$

1) Vgl. Weissbach, Lehrbuch der Ingenieur-

## 2. der Zwischendecken.

Entfernung der Balken von Mittel zu Mittel							
90 <sup>cm</sup> 3' Pr.				120 <sup>cm</sup> 4' Pr.			
Stärke der Balken							
$\frac{2}{3}$ 0 <sup>cm</sup>	$\frac{8}{10}$ "	$\frac{2}{3}$ 5 <sup>cm</sup>	$\frac{10}{12}$ "	$\frac{2}{3}$ 0 <sup>cm</sup>	$\frac{8}{10}$ "	$\frac{2}{3}$ 5 <sup>cm</sup>	$\frac{10}{12}$ "
Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
213	42	233	46	208	41	218	43
274	54	292	58	264	52	284	56
431	85	482	95	456	90	527	104
355	70	380	75	350	69	365	72
406	80	456	90	431	85	497	98
507	100	558	110	533	105	598	118

## 3. der Futtermauern.

und Zunahme der Erdnässe oder auch des Wasserstands, z. B. Belastung. Die directe senkrechte Belastung derselben ergibt Belastung der hinter den Futtermauern liegenden Erde erhöht pro Quadrateinheit, welchen eine Verkehrsbelastung auf das übt, so ist dieser Horizontaldruck auf die laufende Einheit mauer

dessen Resultante in dem Abstände  $a = \frac{h \gamma' + 3v}{h \gamma' + 2v} \cdot \frac{h}{3}$  unter die auf Seite 42 angegebene Bedeutung haben.



## II. Gegendruck der Auflager.

(Reaction der Auflager.)

1) Gleichweit entfernte Auflager und gleichförmig vertheilte Last  $Q$  pro Tragfeld.



Bemerkung. Die nebenbezeichneten Werthe der Auflagerdrucke gelten sowohl für wagrecht als auch geneigt liegende grade elastische Balken, z. B. Sparren, welche auf Pfetten ruhen. Unter  $Q$  ist jederzeit die lothrecht wirkende Last pro Tragfeld zu verstehen.

2) Zwei Auflager und nicht gleichförmig vertheilte Belastung <sup>1)</sup>.

3) Drei Auflager mit ungleichen Stützweiten und ungleichförmig vertheilter Belastung <sup>1)</sup>.

4) Vier Auflager mit ungleichen Stützweiten ( $l' l'' l'''$ ) und ungleicher Belastung ( $p' p'' p'''$ ) pro Tragfeld <sup>2)</sup>.

### III. Windstoss. <sup>3)</sup>

L. No.	Neigung der Fläche	Geschw. = 30 <sup>m</sup> pro Sec.		Geschw. = 35 <sup>m</sup> pro Sec.	
		Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'	Kg p. □ <sup>m</sup>	Zpfd. p. □'
1	$h = \frac{l}{0}$				
2	$h = \frac{l}{2}$	115	22,60	165	33,0
3	$h = \frac{l}{3}$	109	21,44	157	31,4
4	$h = \frac{l}{4}$	66	12,95	95	19,0
5	$h = \frac{l}{5}$	45	8,93	65	13,0
6	$h = \frac{l}{6}$	34	6,78	50	10,0
7	$h = \frac{l}{7}$	28	5,42	40	8,0
8	$h = \frac{l}{8}$	23	4,49	33	6,6
9	$h = \frac{l}{9}$	20	3,86	28	5,6
10	$h = \frac{l}{10}$	17	3,40	25	5,0
		15	3,04	22	4,4

Bemerkung. In obenstehender Tabelle ist die mittlere Windrichtung unter dem Winkel von 10° zum Horizont geneigt angenommen. Unter den angegebenen Belastungen ist der lothrechte Druck  $V$  des Windes auf die Quadrateinheit der ge-

1) Vgl. Erster Abschnitt Seite 26. 2) Vgl. Erster Abschnitt Seite 27.

3) Vgl. Behse. Berechnung der Festigkeit von Holz- und Eisen-Constructionen. Lpzg. 1864. pag. 113.



neigten Dachfläche zu verstehn. Bezeichnet  $v$  die Geschwindigkeit des Windes p. Sekunde in Mtr.,  $\alpha$  den Neigungswinkel der Fläche zum Horizont, so ist

$$V = 0,127 v^2 \cdot \frac{\sin^2 (\alpha + 10)}{\cos \alpha} \text{ Kg.}$$

woraus obige Werthe abgeleitet sind, indem  $\alpha$  aus der Relation

$$\frac{h}{l} = \text{tg } \alpha$$

entnommen wurde.

#### IV. Wärme.

Ausdehnungswerthe der Baumetalle v.  $0^\circ$ — $100^\circ$  C. ( $0^\circ$ — $80^\circ$  R.) die Länge bei  $0^\circ = 1$  gesetzt.

L. No.	Bezeichnung der Metalle	Ausdehnungen	
1	Zink . . . . .	$\frac{1}{340}$	0,002941
2	Blei . . . . .	$\frac{1}{351}$	0,002849
3	Hartloth (1 Zink, 2 Kupfer) .	$\frac{1}{460}$	0,002506
4	Messing . . . . .	$\frac{1}{533}$	0,001876
5	Bronze . . . . .	$\frac{1}{550}$	0,001818
6	Kupfer . . . . .	$\frac{1}{582}$	0,001718
7	Schmiedeseisen . . . . .	$\frac{1}{692}$	0,001450
8	Stahl . . . . .	$\frac{1}{743}$	0,001350
9	Gufseisen . . . . .	$\frac{1}{760}$	0,001320

Bemerkung. Die Bausteine und Bauhölzer werden durch die Wärme nur unerheblich ausgedehnt, sie veranlaßt aber durch das Austrocknen ein Schwinden des Holzes, das in der Faserichtung wenig, senkrecht zu den Fasern  $\frac{1}{25}$  —  $\frac{1}{10}$  (4 bis  $10\frac{0}{0}$ ) beträgt<sup>1</sup>).

Die bei Eisenconstructions zu berücksichtigende Temperaturdifferenz ergibt sich aus nachstehender Tabelle.

Baustelle in	Temperaturmaximum <sup>2</sup> )		Temperaturminimum		Temperaturdifferenz	
	C	R	C	R	C	R
Deutschland i. Mttl.	+50	+40°	-35°	-28°	85°	68°
Frankreich (Paris).	+50	+40°	-23°,5	-18°,8	73°,5	58°,8
England (London).	+47°,5	+38°	-20°,5	-16°,4	68°	54°,4

1) Vgl. Karmarsch. Handb. d. mech. Technologie. Hannov. 1857 p. 611.

2) In der Sonne, annähernd erhalten aus dem Temperaturmaximum im Schatten +  $10^\circ$  R.

### Dritter Abschnitt.

---

## Die widerstehenden Kräfte

der

## Brücken- und Hochbau-Constructions.

---

VI

Die Widerstandskräfte

Einleitung und Hochbau-Entwicklungen

## I. Festigkeit gegen Zug und Druck (absolute und rückwirkende Festigkeit).

In den nachstehenden Tabellen über die Festigkeit der Baustoffe gegen Zug und Druck bezeichnet:

$Z$  das Gewicht, welches einen Stab v. Querschnitt  $= 1$  zerreißt,  
 $D$  " " " " " " " "  $= 1$  zerdrückt,  
 $z$  " " " " " " " "  $= 1$  bis zur  
 Elasticitätsgrenze ausdehnt,  
 $d$  " " " " " " v. Querschnitt  $= 1$  bis zur  
 Elasticitätsgrenze zusammendrückt,

$E$  der Elasticitätsmodul oder das Gewicht, welches einen Stab v. Querschnitt  $= 1$  um seine ursprüngliche Länge ausdehnen oder zusammendrücken würde,

$\lambda_z = \frac{z}{E}$  die Verlängerung des Stabes an d. Elasticitätsgrenze,

$\lambda_d = \frac{d}{E}$  die Verkürzung " " " " "

$s$  die Spannung, welcher der Stab v. Querschnitt  $= 1$   
 $p$  " " " " " " " "  $= 1$   
 unter den in der Tabelle angegebenen Umständen höchstens  
 ausgesetzt werden darf,

$\lambda_s$  die der Spannung  $s$  entsprechende Verlängerung des Stabes,  
 $\lambda_d$  " " " " " " " " Verkürzung " " "

Die vorstehenden Werthe ergeben ferner:

$\frac{s}{Z}$  und  $\frac{p}{D}$ , das Maafs der Spannung  $s$  und Pressung  $p$ , bezogen auf die Bruchgrenze,

$\frac{s}{z}$  und  $\frac{p}{d}$ , das Maafs der Spannung  $s$  und Pressung  $p$ , bezogen auf die Elasticitätsgrenze,

$\frac{Z}{s}$  und  $\frac{D}{p}$ , den Grad der Sicherheit bei der Spannung  $s$  und Pressung  $p$  in Bezug auf die Bruchgrenze,

$\frac{z}{s}$  und  $\frac{d}{p}$ , den Grad der Sicherheit bei der Spannung  $s$  und Pressung  $p$  in Bezug auf die Elasticitätsgrenze.



Tabelle über die Festigkeit der

L.No.	Arten der Materialien	Bei Verwendung der		
		Z		D
		Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$	
1	Schmiedeseisen . . .	4040	550	$\frac{4}{5} Z$
2	Eisenblech $\parallel^3$ ) . .	3630	500	—
3	desgl. $\perp^4$ ) . . .	3330	456	—
4	Eisendraht . . . . .	6460	880	—
5	Stahl $^5$ ) . . . . .	8000	1090	$\frac{7}{8} Z$
6	Gufsstahl $^5$ ) . . . .	10000	1370	—
7	Gufseisen . . . . .	1450	200	$5\frac{1}{2} Z$

Bei Verwendung der Materialien unter größtentheils constanter

Lfd. No.	Arten der Materialien	Möglichst						
		Wenige Erschütterun-						
		s		p	E		$\lambda_s$	$\lambda_p$
		Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$		Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$		
1	Schmiedeseisen .	1340 $^6$ )	183	s	1940000	265390		
2	Eisenblech $\parallel^3$ )	1210	166	—	1700000	232560		
3	Desgl. $\perp^4$ )							
4	Eisendraht . .	2150	294	—	2100000	290000		
5	Stahl . . . . .							
6	Gufsstahl . . .							
7	Gufseisen . . .	400	55	4s	970000	133000		

- 1) Vgl. Rebhann. Theorie der Holz- und Eisenconstructions.  
 2) Gerber setzt für Schmiedeseisen  $s = 1600$  Kg p.  $\square_{cm}$ ; vgl. die Bi-  
 3)  $\parallel$  bedeutet parallel zur Faserrichtung. 4)  $\perp$  bedeutet senkrecht  
 5) Vgl. Winkler. Die Elasticitäts- und Festigkeitscoefficienten.  
 6) Schmidt will für den  $\square_{cm}$  bei indirecten oder wenigen Erschüt-  
 tungen,  $s = 600$  Kg bei Brücken-Fahrbahntheilen, welche bedeutenden  
 Wien 1866. pag. 39 ff.

Baumetalle gegen Zug und Druck.  $^1$ )

Materialien unter den günstigsten Umständen.

Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$	z	d	E		$\lambda_s$	$\lambda_d$
				Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$		
				1614 $^2$ )	220		
1450	200	—	1800000	246240	$\frac{1}{2230}$	—	
1250	170	—	1800000	246240	$\frac{1}{1440}$	—	
2580	353	—	2200000	300960	$\frac{1}{843}$	—	
3000	410	z	2030000	277700	$\frac{1}{676}$	$\lambda_s$	
5000	480	—	2000000	273600	$\frac{1}{400}$	—	
650	90	3z	1010000	138200	$\frac{1}{1363}$	$3\lambda_s$	

Krafteinwirkung u. unter dem gewöhn. Einfluss d. Atmosphärien.

lange Dauer.

$\lambda_s$	$\lambda_p$	Bedeutende Erschütterungen						
		s		p	E		$\lambda_s$	$\lambda_p$
		Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$		Kg p. $\square_{cm}$	ZC p. $\square''$		
		$\frac{1}{1446}$	$\lambda_s$	670 $^6$ )	92	s	1860000	254450
$\frac{1}{1400}$	—	605	83	—	1600000	220000	$\frac{1}{2667}$	—
$\frac{1}{977}$	—	1070	146	—	2020000	276350	$\frac{1}{1830}$	—
$\frac{1}{2400}$	$4\lambda_s$	—	—	—				—

- Wien 1856 pag. 28 und 29.  
 senbahnbrücke über den Rhein bei Mainz. Mainz 1863. pag. 19.  
 zur Faserrichtung.  
 Civilingenieur 1863, pag. 413 und 414.  
 tungen  $s = 800$  Kg, z. B. bei Brückenträgern,  $s = 1100$  Kg bei Dach-  
 Erschütterungen unterliegen, nicht überschritten haben. Vgl. Allg. Bztg.

Tabelle über die Festigkeit der

L.No.	Arten der Materialien	Bei Verwendung der		
		Z		D
		Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''	
1	Buche <sup>2)</sup> . . . . .	880	120	$\frac{3}{4}$ Z
2	Eiche . . . . .	810	111	$\frac{3}{4}$ Z
3	Esche <sup>2)</sup> . . . . .	1100	151	$\frac{3}{4}$ Z
4	Fichte . . . . .	800	109	$\frac{3}{4}$ Z
5	Kiefer . . . . .	1050	144	$\frac{3}{4}$ Z
6	Lärche . . . . .	1180	155	$\frac{3}{4}$ Z
7	Tanne . . . . .	970	133	$\frac{1}{2}$ Z

Bei Verwendung der Materialien unter größtentheils constanter

Lfd. No.	Arten der Materialien	M ä ß s i g e						
		Dauer einige						
		s		p	E		λ <sub>s</sub>	λ <sub>p</sub>
		Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''		Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''		
1	Buche . . . . .							
2	Eiche . . . . .	160	22	$\frac{5}{6}$ s	120000	16400		
3	Esche . . . . .							
4	Fichte . . . . .	160	22	$\frac{3}{4}$ s	120000	16400		
5	Kiefer . . . . .	210	29	$\frac{3}{4}$ s	130000	17780		
6	Lärche . . . . .	230	32	$\frac{3}{4}$ s	130000	17780		
7	Tanne . . . . .	190	26	$\frac{1}{4}$ s	130000	17780		

1) Vgl. Rebhann. Theorie der Holz- und Eisenconstructions.  
2) Vgl. Winkler, a. a. O. pag. 413 und 414.

Bauhölzer gegen Zug und Druck <sup>1)</sup>.

Materialien unter den günstigsten Umständen.

Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''	z	d	E		λ <sub>s</sub>	λ <sub>d</sub>
				Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''		
—			—	111000	15190		
260	35	$\frac{6}{5}$ z		120000	16400	$\frac{1}{4}$ $\frac{5}{8}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{5}{8}$ λ <sub>d</sub>
330	45	$\frac{3}{4}$ z		114000	15600	$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{5}$ λ <sub>s</sub>	—
230	32	$\frac{1}{2}$ z		120000	16400	$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{5}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>d</sub>
290	40	$\frac{3}{4}$ z		130000	17780	$\frac{4}{4}$ $\frac{1}{4}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>d</sub>
320	44	$\frac{3}{4}$ z		130000	17780	$\frac{4}{4}$ $\frac{1}{4}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>d</sub>
260	35	$\frac{3}{4}$ z		130000	17780	$\frac{4}{5}$ $\frac{1}{4}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>d</sub>

Krafteinwirkung u. unter dem gewöhl. Einfluß d. Atmosphären.

Erschütterungen.

Jahre	Möglichst lange Dauer								
	λ <sub>s</sub>	λ <sub>p</sub>	s		p	E		λ <sub>s</sub>	λ <sub>p</sub>
			Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''		Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □''		
	$\frac{1}{7}$ $\frac{5}{5}$	$\frac{5}{6}$ λ <sub>s</sub>	80	11	$\frac{5}{6}$ s	113000	15460	$\frac{1}{14}$ $\frac{5}{8}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{5}{8}$ λ <sub>p</sub>
	$\frac{1}{7}$ $\frac{5}{5}$	$\frac{3}{4}$ λ <sub>s</sub>	80	11	$\frac{3}{4}$ s	113000	15460	$\frac{1}{14}$ $\frac{3}{4}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>p</sub>
	$\frac{1}{6}$ $\frac{1}{5}$	$\frac{3}{4}$ λ <sub>s</sub>	105	14	$\frac{3}{4}$ s	120000	16400	$\frac{1}{11}$ $\frac{5}{4}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>p</sub>
	$\frac{1}{5}$ $\frac{1}{7}$	$\frac{3}{4}$ λ <sub>s</sub>	113	15	$\frac{3}{4}$ s	120000	16400	$\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>p</sub>
	$\frac{1}{6}$ $\frac{6}{7}$	$\frac{3}{4}$ λ <sub>s</sub>	100	14	$\frac{3}{4}$ s	120000	16400	$\frac{1}{12}$ $\frac{1}{5}$ λ <sub>s</sub>	$\frac{3}{4}$ λ <sub>p</sub>



Tabelle über die Festigkeit der

L. No.	Arten der Bausteine	Z	D	
			Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □ <sup>''</sup>
1	Quarzfels . . . . .		1800	178
2	Hornstein . . . . .		1200	164
3	Syenit . . . . .		1200	164
4	Basalt . . . . .		1000	137
5	Diorit . . . . .		890	122
6	Dolerit . . . . .		880	120
7	Labrador . . . . .		880	120
8	Gneifs . . . . .		870	119
9	Serpentin . . . . .		840	115
10	Glimmerschiefer . . . . .	$\frac{1}{2}D$	830	114
11	Granit . . . . .	c i r c a  D	800	109
12	Chlorit . . . . .		760	104
13	Hornblende . . . . .		740	101
14	Porphy . . . . .		740	101
15	Grauwacke . . . . .		730	100
16	Sandstein . . . . .		700	96
17	Kieselschiefer . . . . .		670	92
18	Rogenstein . . . . .		660	90
19	Dolomit . . . . .		610	84
20	Kalkstein . . . . .		500	68
21	Grauwackenschiefer . . . . .		440	60
22	Marmor . . . . .		400	55
23	Klinker . . . . .		200	27
24	Mauerziegel . . . . .		80	11

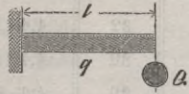
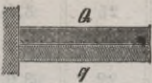
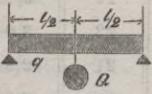
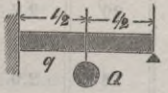
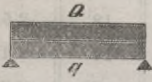
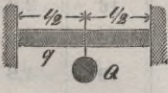
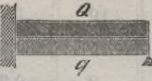
1) Vgl. Winkler. Die Elasticitäts- und Festigkeits-

Bausteine gegen Zug und Druck 1).

	d		Belastung bei dünnen Pfeilern	
	Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □ <sup>''</sup>	Kg p. □ <sup>cm</sup>	ZC p. □ <sup>''</sup>
	970	133	32	4,4
	900	123	30	4,1
	900	123	30	4,1
	750	103	25	3,4
	667	91	23	3,2
	660	90	22	3,0
	660	90	22	3,0
	652	89	22	3,0
	630	86	21	2,9
	622	85	21	2,9
	600	82	20	2,7
	570	78	19	2,6
	555	76	18	2,5
	555	76	18	2,5
	547	75	18	2,5
	525	72	17	2,4
	502	69	16	2,2
	495	68	16	2,2
	457	63	15	2,0
	375	51	13	1,8
	330	45	11	1,5
	300	41	10	1,4
	150	20	5	0,7
	60	8	2	0,3

coefficienten. Civilingenieur 1863, pag. 417.

## II. Festigkeit gegen Durchbiegung

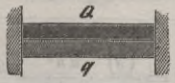
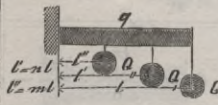
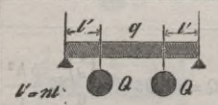
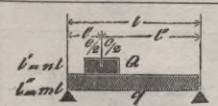
L. No.	Angriffsmoment.	
	Belastungsweise	Größtes Angriffsmoment $A_{\max}$
I		$(Q + \frac{q}{2}) l = T$
II		$(Q + q) \frac{l}{2} = T$
III		$(Q + \frac{q}{2}) \frac{l}{4} = T$
IV		$(Q + \frac{2}{3}q) \frac{l}{5,33 \dots} = T$
V		$(Q + q) \frac{l}{8} = T$
VI		$(Q + \frac{2}{3}q) \frac{l}{8} = T$
VII		$(Q + q) \frac{l}{8} = T$

## (relative Festigkeit). 1)

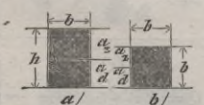
Tragvermögen Q.	
Beliebiger Querschnitt	Rechteckiger Querschnitt 2)
$Q = \frac{T}{l} - \frac{q}{2}$	$Q = \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - \frac{q}{2}$
$Q = 2 \cdot \frac{T}{l} - q$	$Q = 2 \cdot \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - q$
$Q = 4 \cdot \frac{T}{l} - \frac{q}{2}$	$Q = 4 \cdot \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - \frac{q}{2}$
$Q = 5,33 \dots \frac{T}{l} - \frac{2}{3} q$	$Q = 5,33 \dots \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - \frac{2}{3} q$
$Q = 8 \cdot \frac{T}{l} - q$	$Q = 8 \cdot \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - q$
$Q = 8 \cdot \frac{T}{l} - \frac{2}{3} q$	$Q = 8 \cdot \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - \frac{2}{3} q$
$Q = 8 \cdot \frac{T}{l} - q$	$Q = 8 \cdot \frac{\left(\frac{z}{d}\right)}{6} \cdot \frac{b h^2}{l} - q$

1) In den unter No. I. bis XII. enthält. Formeln bez.  $l$  die Länge,  $q$  das2) In den unter No. I. bis XII. enthält. Formeln für den rechteckigen Querschnitt bedeutet  $\left(\frac{z}{d}\right)$ : entw.  $z$  oder  $d$  u. ist von diesen Werthen jedesmal der, dem in Rechn. gezog. Mat. entspr. kleinere zu wählen.ganze Eigengewicht und  $T$  das Tragsmoment (s. d. folg. Tab.) des Stabes. Querschnitt bedeutet  $\left(\frac{z}{d}\right)$ : entw.  $z$  oder  $d$  u. ist von diesen Werthen Vgl. Rebhann, die Theorie d. Holz- u. Eisenconstr. Wien 1856 p. 119.



L.No.	Angriffsmoment.	
	Belastungsweise	Größtes Angriffsmoment $A_{\max}$
VIII		$(Q + q) \frac{l}{12} = T$
IX		$Ql + Q'l' + Q''l'' + q \frac{l}{2} = T$
X		$(Q + \frac{q}{2}) l' = T$
XI		$Q \left( n + \frac{q}{8} \right) l = T$
XII		$Q \left( \frac{l''}{l} - \frac{e}{8} \right) + \frac{q}{2} \cdot \frac{l''}{l} = T$

## Widerstandsmoment.

L.No.	Querschnittsform	Fasernabstände $a_n$ <sup>1)</sup> u. $a_d$ <sup>2)</sup>
1		ad a) $a_n = a_d = \frac{h}{2}$ ad b) $a_n = a_d = \frac{b}{2}$

1)  $a_n$  bezeichnet den Abstand der am meisten gespannten Faser

2)  $a_d$  bezeichnet den Abstand der am meisten gedrückten Faser

3) Von den beiden Alternativwerthen für  $T$ , in welchen  $z$  u.  $d$  die haben, ist stets der, dem in Rechnung gezogenen Material entsprechende constructionen. Wien 1856. pag. 119.

Tragvermögen $Q$ .	
Beliebiger Querschnitt	Rechteckiger Querschnitt
$Q = 12 \cdot \frac{T}{l} - q$	$Q = 12 \cdot \left( \frac{z}{d} \right) \cdot \frac{bh^2}{l} - q$
$Q = \frac{1}{1+m+n} \left( \frac{T}{l} - \frac{q}{2} \right)$	$Q = \frac{1}{1+m+n} \left( \left( \frac{z}{d} \right) \cdot \frac{bh^2}{l} - \frac{q}{2} \right)$
$Q = \frac{l}{l'l''} T - \frac{q}{2}$	$Q = \frac{l}{l'l''} \frac{z}{6} bh^2 - \frac{q}{2}$
$Q = \frac{T}{nl} - \frac{q}{8n}$	$Q = \left( \frac{z}{d} \right) \cdot \frac{bh^2}{6} \cdot \frac{1}{nl} - \frac{q}{8n}$
$Q = \frac{1}{1 - \frac{e}{8mnl}} \cdot \left( \frac{T}{mnl} - \frac{q}{2} \right)$	$Q = \frac{1}{1 - \frac{e}{8mnl}} \cdot \left( \left( \frac{z}{d} \right) \cdot \frac{bh^2}{6} \cdot \frac{1}{mnl} - \frac{q}{2} \right)$

## Widerstandsmoment.

Trägheitsmoment $t$	Tragmoment $T = \frac{z}{a_n} \cdot t$ od. $\frac{d}{a_d} \cdot t$ <sup>3)</sup>
ad a) $\frac{1}{12} bh^3$	ad a) $\left( \frac{z}{d} \right) \frac{bh^3}{6}$
ad b) $\frac{1}{12} b^4$	ad b) $\left( \frac{z}{d} \right) \frac{b^3}{6}$

von der neutralen Axe.

in den Tabellen für Zug und Druck (s. S. 53 ff.) angegebenen Werthe kleinere zu wählen. Vgl. Rebhann. Die Theorie der Holz- und Eisen-

## Widerstandsmoment.

L. No.	Querschnittsform	Fasernabstände $a_x$ und $a_d$
2		$a_x = a_d = \frac{H}{2}$
3		$a_x = a_d = \frac{H}{2}$
4		$a_x = a_d = \frac{H}{2}$
5		$a_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{B h^2 + b H'^2 + 2 B H' h}{B h + b H'}$ $a_d = H - a_x$
6		$a_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{b H'^2 + b' h (2 H' + h) + B H'' (2 h + 2 H' + H'')}{B H'' + b H' + b' h}$ $a_d = H - a_x$
7		$a_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{B H'' (2 H - H'') + b H'^2}{B H'' + b H'}$ $a_d = H - a_x$
8		$a_x = \frac{1}{2} \cdot \frac{b H'^2 + b' H_1 (H_1 + 2 H') + b' H_{II} (2 H - 2 H'' - H_{II}) + B H'' (2 H - H'')}{b H' + B H'' + b' (H_1 + H_{II})}$ $a_d = H - a_x$

## Widerstandsmoment.

Trägheitsmoment $t$	Tragmoment $T = \frac{z}{a_x} \cdot t$ od. $\frac{d}{a_d} \cdot t$
$\frac{1}{12} b (H^3 - h^3)$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{b}{6 H} (H^3 - h^3)$
$\frac{1}{12} (B H^3 - b h^3)$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{1}{6 H} (B H^3 - b h^3)$
$\frac{1}{12} [B (H^3 - H'^3) + b (H'^3 - H''^3)]$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{1}{6 H} [B (H^3 - H'^3) + b (H'^3 - H''^3)]$
$\frac{1}{3} [b a_x^3 + B a_d^3 - (B - b) (a_d - h)^3]$	entweder $z \cdot \frac{t}{a_x}$ oder $d \cdot \frac{t}{a_d}$
$\frac{1}{3} [b a_x^3 - (b - b') (a_x - H')^3 + B a_d^3 - (B - b') (a_d - H'')^3]$	entweder $z \cdot \frac{t}{a_x}$ oder $d \cdot \frac{t}{a_d}$
$\frac{1}{3} [b (a_x^3 - (a_x - H')^3) + B (a_d^3 - (a_d - H'')^3)]$	entweder $z \cdot \frac{t}{a_x}$ oder $d \cdot \frac{t}{a_d}$
$\frac{1}{3} [b a_x^3 - (b - b') (a_x - H')^3 - b' (a_x - H' - H_1)^3 + B a_d^3 - (B - b') (a_d - H'')^3 - b' (a_d - H'' - H_{II})^3]$	entweder $z \cdot \frac{t}{a_x}$ oder $d \cdot \frac{t}{a_d}$



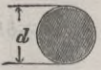

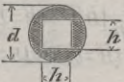
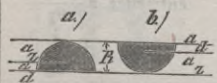



## Widerstandsmoment.

L. No.	Querschnittsform	Fasernabstände $a_z$ und $a_d$
9		$a_z = a_d = \frac{H}{2}$
10		$a_z = a_d = \frac{H}{2}$
11		$a_z = a_d = \frac{H}{2}$
12		$a_z = a_d = \frac{H}{2}$
13		$a_z = a_d = \frac{H}{2}$
14		$a_z = \frac{2}{3} h$ $a_d = \frac{1}{3} h$
15		$a_z = \frac{1}{3} \left( \frac{3B + 2b}{2B + b} \right) h$ $a_d = \frac{1}{3} \left( \frac{3B + b}{2B + b} \right) h$

## Widerstandsmoment.

Trägheitsmoment $t$	Tragmoment $T = \frac{z}{a_z} \cdot t$ od. $\frac{d}{a_d} \cdot t$
$\frac{1}{12} (BH^3 - bh^3 - b'h'^3)$	$\left( \frac{z}{d} \right) \frac{1}{6H} (BH^3 - bh^3 - b'h'^3)$
$\frac{1}{12} [BH^3 - (B-B')h^3 - (B'-b)h'^3]$	$\left( \frac{z}{d} \right) \frac{1}{6H} [BH^3 - (B-B')h^3 - (B'-b)h'^3]$
$\frac{1}{12} [BH^3 - (B-B')H'^3 - (B'-b)h^3 - (b-b')h'^3]$	$\left( \frac{z}{d} \right) \frac{1}{6H} [BH^3 - (B-B')H'^3 - (B'-b)h^3 - (b-b')h'^3]$
$\frac{B}{12} (H^3 - H'^3) + \frac{1}{6} [B'H'^3 - (B'-b)h^3 - (b-b')h'^3]$	entweder $z \cdot \frac{t}{a_z}$ oder $d \cdot \frac{t}{a_d}$
$\frac{1}{12} (bH^3 + Bh^3)$	$\left( \frac{z}{d} \right) \frac{1}{6H} (bH^3 + Bh^3)$
$\frac{1}{36} b h^3$	entweder $z \cdot \frac{bh^2}{24}$ oder $d \cdot \frac{bh^2}{12}$
$\frac{6B^2 + 6Bb + b^2}{36(2B + b)} \cdot h^3$	entw. $z \cdot \frac{6B^2 + 6Bb + b^2}{12(3B + 2b)} \cdot h^2$ od. $d \cdot \frac{6B^2 + 6Bb + b^2}{12(3B + b)} \cdot h^2$

## Widerstandsmoment.

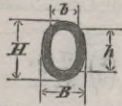
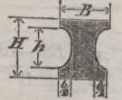
L. No.	Querschnittsform	Fasernabstände $a_z$ und $a_d$
16		$a_z = a_d = \frac{d}{2}$
17		$a_z = a_d = \frac{D}{2}$
18		$a_z = a_d = \frac{h}{2}$
19		$a_z = R \left(1 - \frac{4}{3\pi}\right) = 0,5756 R$ $a_d = \frac{4}{3\pi} \cdot R = 0,4244 R$
20		$a_z = a_d = \frac{R}{2} \sqrt{3}$
21		$a_z = a_d = \frac{R}{2} \sqrt{2 + \sqrt{2}}$
22		$a_z = a_d = \frac{h}{2}$

## Widerstandsmoment.

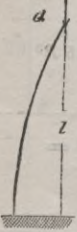
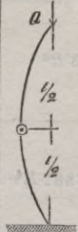
Trägheitsmoment $t$	Tragmoment $T = \frac{z}{a_z} \cdot t$ od. $\frac{d}{a_d} \cdot t$
$\frac{\pi}{64} d^4$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{\pi}{32} d^3$
$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$
$\frac{\pi}{64} d^4 - \frac{1}{12} h^4$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{\pi}{32} d^4 - \frac{h^4}{6}$
$\pi R^4 \left(\frac{1}{8} - \frac{8}{9\pi^2}\right) = 0,11 R^4$	ad a) entw. $z \frac{t}{a_z}$ oder $d \frac{t}{a_d}$ ad b) „ $z \frac{t}{a_d}$ „ $d \frac{t}{a_z}$
$\frac{5\sqrt{3}}{16} R^4 = 0,5413 R^4$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{5}{8} R^3 = \left(\frac{z}{d}\right) 0,625 R^3$
$\frac{1+2\sqrt{2}}{6} R^4 = 0,6881 R^4$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{1+2\sqrt{2}}{3\sqrt{2+\sqrt{2}}} R^3 =$ $\left(\frac{z}{d}\right) 0,6916 R^3$
$\frac{\pi}{64} b h^3$	$\left(\frac{z}{d}\right) \frac{\pi}{32} b h^2$



## Widerstandsmoment.

L. No.	Querschnittsform	Fasernabstände $a_x$ und $a_d$
23		$a_x = a_d = \frac{H}{2}$
24		$a_x = a_d = \frac{H}{2}$

## III. Festigkeit gegen Ausbiegung

Ausbiegungsweise	Theoretisches Tragvermögen $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{(\alpha l)^2}$	Ausbiegungsweise	Theoretisches Tragvermögen $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{(\alpha l)^2}$
I.	 <p>Oberes Ende frei, Unteres Ende fest.</p> $\alpha = 1$ $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{l^2} = 2,467 \frac{Et^1}{l^2}$ <p>NB. Gefährl. Querschnitt an dem Befestigungsort.</p>	II.	 <p>Oberes } Ende frei. Unteres }</p> $\alpha = \frac{1}{2}$ $Q = \pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2} = 9,868 \frac{Et}{l^2}$ <p>NB. Gefährl. Querschnitt in der Mitte.</p>

1) Wiebe erhält auf einem andern Wege  $Q = 3 \cdot \frac{Et}{l^2}$ ; vgl. dessen

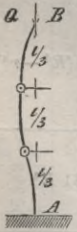
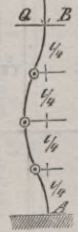
Behse leitet auf elementarem Wege den Werth  $Q = 2 \cdot \frac{Et}{l^2}$  ab; vgl.

2) Annäherungsweise. Nach Grashof beträgt der genauere Werth:

## Widerstandsmoment.

Trägheitsmoment $t$	Tragmoment $T = \frac{z}{a_x} \cdot t$ od. $\frac{d}{a_d} \cdot t$
$\frac{\pi}{64} (BH^3 - bh^3)$	$(z) \frac{\pi}{32} \cdot \frac{BH^3 - bh^3}{H}$
$\frac{1}{12} BH^3 - \frac{\pi}{64} bh^3$	$(z) \frac{1}{H} \left( \frac{1}{6} BH^3 - \frac{\pi}{32} bh^3 \right)$

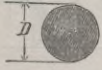
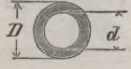
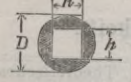




## (Zerknickungs- oder Säulenfestigkeit).

Ausbiegungsweise	Theoretisches Tragvermögen $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{(\alpha l)^2}$	Ausbiegungsweise	Theoretisches Tragvermögen $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{(\alpha l)^2}$
III.	 <p>Oberes Ende in der Richtung AB geführt. Unteres Ende fest.</p> $\alpha = \frac{1}{3}$ $Q = \text{rot } 2\pi^2 \cdot \frac{Et^2}{l^2} = 19,736 \frac{Et}{l^2}$	IV.	 <p>Beide Enden fest, aber in der Richtung AB geführt.</p> $\alpha = \frac{1}{4}$ $Q = 4\pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2} = 39,472 \frac{Et}{l^2}$ <p>NB. Gefährl. Querschnitte an den Enden und in der Mitte.</p>

Lehre von der Befestigung der Maschinenteile. Berlin 1854. pag. 226.

dessen Berechnung der Festigkeit. Lpzg. 1864. pag. 30.

$2,046 \pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2}$ ; vgl. dessen Festigkeitslehre. Berlin 1866. pag. 112.




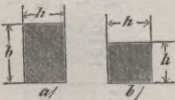
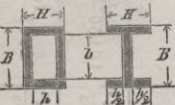


L. No.	Querschnittsform	Trägheitsmoment $t$
1		$\frac{\pi}{64} D^4 = 0,0491 D^4$
2		$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = 0,0491 (D^4 - d^4)$
3		$\frac{\pi}{64} D^4 - \frac{h^4}{12} = 0,0491 D^4 - \frac{h^4}{12}$
4		$\frac{5}{16} \sqrt{3} R^4 = 0,5413 R^4$
5		$\frac{5}{16} \sqrt{3} (R^4 - r^4) = 0,5413 (R^4 - r^4)$
6		$\frac{1 + 2\sqrt{2}}{6} R^4 = 0,6381 R^4$
7		$\frac{1 + 2\sqrt{2}}{6} (R^4 - r^4) = 0,6381 (R^4 - r^4)$

1) Die nachsteh. Werthe von  $Q^{\max}$  sind für den Fall I, s. p. 70, worin s. pag. 70 u. 71, werden daraus durch Multiplication mit bzw. 4, 9 u. 16

Praktisches Tragvermögen $Q^{\max} = N \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et^4}{l^2}$					
Gusseisen ( $N = \frac{1}{8}$ )		Schmiedeeisen ( $N = \frac{1}{6}$ )		Holz ( $N = \frac{1}{10}$ )	
Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.
$\frac{D^4}{15120} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4}{2068} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4}{40880} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4}{5524} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4}{1450} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4}{198} \frac{1}{l^2}$
$\frac{D^4 - d^4}{15120} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4 - d^4}{2068} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4 - d^4}{40880} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4 - d^4}{5524} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4 - d^4}{1450} \frac{1}{l^2}$	$\frac{D^4 - d^4}{198} \frac{1}{l^2}$
$\frac{t}{308000} \frac{1}{l^2}$	$\frac{t}{42134} \frac{1}{l^2}$	$\frac{t}{822400} \frac{1}{l^2}$	$\frac{t}{112504} \frac{1}{l^2}$	$\frac{t}{29600} \frac{1}{l^2}$	$\frac{t}{4049} \frac{1}{l^2}$
$\frac{R^4}{166720} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{22000} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{445160} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{60898} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{16100} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{2202} \frac{1}{l^2}$
$\frac{R^4 - r^4}{166720} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{22000} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{445160} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{60898} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{16100} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{2202} \frac{1}{l^2}$
$\frac{R^4}{196580} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{26880} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{524770} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{71788} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{18950} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4}{2592} \frac{1}{l^2}$
$\frac{R^4 - r^4}{196580} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{26880} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{524770} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{71788} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{18950} \frac{1}{l^2}$	$\frac{R^4 - r^4}{2592} \frac{1}{l^2}$

$\alpha = 1$  berechnet. Die Werthe von  $Q^{\max}$  für den Fall II., III. und IV, erhalten. Alle Abmessungen sind bzw. in Cm. und Zoll einzuführen.



L. No.	Querschnittsform	Trägheitsmoment $t$
8		$\frac{1}{12} [B^4 + b(B^3 - B'^3) + (B - B')b^3]$
9		$\frac{1}{12} [\frac{3}{16} \pi D^4 + b(B^3 - D^3) + (B - D)b^3]$
10		$\frac{1}{12} [\frac{3}{16} \pi D^4 + b(B^3 - D^3) + (B - D)b^3] - \frac{\pi}{64} d^4$
11		ad a) $\frac{bh^3}{12}$ ad b) $\frac{h^4}{12}$
12		$\frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$
13		$\frac{1}{12} (B^4 - b^4)$
14		$\frac{h^4}{12} - \frac{\pi}{64} d^4 = \frac{h^4}{12} - 0,0491 d^4$

1) Für den quadratischen Querschnitt ist in dieser Formel  $b = h$

Praktisches Tragvermögen $Q^{\max} = N \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{l^2}$					
Gufseisen ( $N = \frac{1}{8}$ )		Schmiedeeisen ( $N = \frac{1}{6}$ )		Holz ( $N = \frac{1}{10}$ )	
Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.
$\frac{t}{808000 l^2}$	$\frac{t}{42184 l^2}$			$\frac{t}{29600 l^2}$	$\frac{t}{4049 l^2}$
$\frac{t}{808000 l^2}$	$\frac{t}{42184 l^2}$				
$\frac{t}{808000 l^2}$	$\frac{t}{42184 l^2}$				
$\frac{bh^3}{25670 l^2}$ 1)	$\frac{bh^3}{3375 l^2}$ 1)	$\frac{bh^3}{68570 l^2}$ 1)	$\frac{bh^3}{9377 l^2}$ 1)	$\frac{bh^3}{2400 l^2}$ 1)	$\frac{bh^3}{328 l^2}$ 1)
$\frac{BH^3 - bh^3}{25670 l^2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{3375 l^2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{68570 l^2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{9377 l^2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{2400 l^2}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{328 l^2}$
$\frac{B^4 - b^4}{25670 l^2}$	$\frac{B^4 - b^4}{3375 l^2}$	$\frac{B^4 - b^4}{68570 l^2}$	$\frac{B^4 - b^4}{9377 l^2}$	$\frac{B^4 - b^4}{2400 l^2}$	$\frac{B^4 - b^4}{328 l^2}$
$\frac{t}{808000 l^2}$	$\frac{t}{42184 l^2}$	$\frac{t}{822400 l^2}$	$\frac{t}{112504 l^2}$	$\frac{t}{29600 l^2}$	$\frac{t}{4049 l^2}$

zu setzen.

L. No.	Querschnittsform	Trägheitsmoment $t$
15		$\frac{1}{2} (Bh^3 + bH^3)$
16		$\frac{1}{2} \cdot \frac{(BH^2 - bh^2)^2 - 4BHbh(H-h)^2}{BH - bh}$
17		$\frac{1}{2} [(B' - B'')b'^3 + (B'' - b'')b''^3 + b'B'^3 - (b' - b'')B''^3]$
18		$\frac{1}{2} [(B' - B'')b''^3 + (B'' - b'')b'^3 + (b' - b'')B''^3 + b'B'^3]$
19		$\frac{1}{2} [BH^3 - (B - B')h'^3 - (B' - b)h''^3]$
20		$\frac{1}{2} [BH^3 - (B - B')H'^3 - (B' - b)h^3 - (b - b')h'^3]$

$$\text{Praktisches Tragvermögen } Q^{\max} = N \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{l^2}$$

Gusseisen ( $N = \frac{1}{3}$ )		Schmiedeeisen ( $N = \frac{1}{6}$ )		Holz ( $N = \frac{1}{10}$ )	
Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.	Kg, Cm	ZC, Zoll Pr.
$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$				
308000	42184				
$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$
308000	42184	822400	112504	29600	4049
$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$				
308000	42184				
		$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$		
		822400	112504		
		$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$		
		822400	112504		
		$\frac{t}{l^2}$	$\frac{t}{l^2}$		
		822400	112504		



IV. Festigkeit gegen Verschiebung <sup>1)</sup>

L. No.	Baumetalle	Z	
		Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''
1	Schmiedeeisen . . . . .	4040	550
2	Gufseisen . . . . .	1450	200

L. No.	Bausteine	Z	
		Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''
1	Sandstein . . . . .	88	12
2	Kalkstein . . . . .	58	8
3	Granit . . . . .	95	13

Bauhölzer	1		Wirkt die verschiebende Kraft parallel oder $V' = 58 \text{ Kg p. □em}$			
			Z		V'	
			Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''
2		965	132	58	8	
		D		V'		
3		534	73	58	8	

Bemerkung. In vorstehender Tabelle bezeichnet  $V$  die Sicherheitscoefficienten, während  $Z$  und  $D$  die

- 1) Vgl. Behse. Die Berechnung der Festigkeit v. Holz- u. Eisen- und Ingenieurvereins für das Königreich  
2) d. i. der Winkel, bei welchem der größte Widerstand der Fasern

## (Schub- oder Abscherungsfestigkeit).

D		$V = \sqrt{ZD}$		$\frac{V}{n}$ für $n = 6$	
Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''
3216	440	3596	492	599	82
7975	1100	3427	469	585	80

D		$V = \sqrt{ZD}$		$\frac{V}{n}$ für $n = 20$	
Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''
702	96	248	33,94	12,4	1,7
497	68	170	23,32	8,8	1,2
797	109	275	37,64	13,9	1,9










rechtwinklig zur Holzfaser, so beträgt die Verschiebungsfestigkeit oder 8 ZC. p. □'' Pr. oder

$V = \sqrt{ZV'}$		$\frac{V}{n}$ für $n = 10$		Verschiebungswinkel $\alpha^2$ )	
Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''	Kg p. □ <sub>em</sub>	ZC p. □''		
238	32,5	23,8	3,25	$\text{arc.ctg} \sqrt{\frac{Z}{V'}} = 13^\circ 59'$	
$V = \sqrt{D V'}$		$\frac{V}{n}$ für $n = 10$		Verschiebungswinkel $\alpha^2$ )	
177	24,2	17,7	2,42	$\text{arc.ctg} \sqrt{\frac{D}{V'}} = 18^\circ 20'$	

Verschiebungsfestigkeit für den □<sub>em</sub> oder □'' Pr. etc. und  $\frac{1}{n}$  den auf pag. 53 angegebene Bedeutung haben.

constructionen. Lpzg. 1864. pag. 36. und Zeitschrift des Architekten-Hannover. Jahrgang 1858 pag. 226 ff. gegen Verschieben stattfindet.

V. Festigkeit gegen Verdrehung <sup>1)</sup>

Material	L. No.	Querschnitt	Torsionsmoment.	
			Ruhende Theile	
			Kg, cm	ZC, Z. Pr.
Gußeisen	1		10364 h <sup>3</sup>	1418 h <sup>3</sup>
	2		8610 d <sup>3</sup>	1178 d <sup>3</sup>
	3		$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$
Schmiedeseisen	1		17278 h <sup>3</sup>	2364 h <sup>3</sup>
	2		14348 d <sup>3</sup>	1963 d <sup>3</sup>
	3		$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$
Hölzer	1		1725 h <sup>3</sup>	236 h <sup>3</sup>
	2		$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$
	3		1433 d <sup>3</sup>	196 d <sup>3</sup>

1) Vgl. Behse. Die Berechnung der Festigkeit von Holz- und

## (Torsionsfestigkeit).

Durch Menschen- und Thierkräfte bewegte Theile		Torsionsmoment.			
		Durch Elementarkräfte bewegte Theile		Stark gestofsene Theile	
Kg, cm	ZC, Z.	Kg, cm	ZC, Z.	Kg, cm	ZC, Z.
2587 h <sup>3</sup>	354 h <sup>3</sup>	1725 h <sup>3</sup>	236 h <sup>3</sup>	1294 h <sup>3</sup>	177 h <sup>3</sup>
2149 d <sup>3</sup>	294 d <sup>3</sup>	1433 d <sup>3</sup>	196 d <sup>3</sup>	1074 d <sup>3</sup>	147 d <sup>3</sup>
$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$
4320 h <sup>3</sup>	591 h <sup>3</sup>	2880 h <sup>3</sup>	394 h <sup>3</sup>	2156 h <sup>3</sup>	295 h <sup>3</sup>
3589 d <sup>3</sup>	491 d <sup>3</sup>	2390 d <sup>3</sup>	327 d <sup>3</sup>	1791 d <sup>3</sup>	245 d <sup>3</sup>
$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{D^4 - d^4}{D}$
481 h <sup>3</sup>	59 h <sup>3</sup>	285 h <sup>3</sup>	39 h <sup>3</sup>	212 h <sup>3</sup>	29 h <sup>3</sup>
$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$	$\frac{BH(H^2 + B^2)}{\sqrt{B^3 + H^2}}$
358 d <sup>3</sup>	49 d <sup>3</sup>	241 d <sup>3</sup>	33 d <sup>3</sup>	175 d <sup>3</sup>	24 d <sup>3</sup>



## VI. Die Reibungswiderstände

Material-Gattung	L. No.	Reibende Baustoffe.
Stein auf Stein.	1	Rogenstein auf Rogenstein . . . . .
	2	desgl. . . . .
	3	Muschelkalk auf Muschelkalk . . . . .
	4	" " Rogenstein . . . . .
	5	Stein auf Stein im Mittel . . . . .
Metall auf Metall.	6	Gufseisen auf Gufseisen . . . . .
	7	Schmiedeseisen auf Schmiedeseisen . . . . .
	8	Gufseisen auf Schmiedeseisen . . . . .
	9	Metall auf Metall im Mittel . . . . .
Holz auf Holz.	10	Eiche auf Eiche . . . . .
	11	Esche, Tanne, Buche mit sich selbst . . . . .
	12	Holz auf Holz im Mittel . . . . .
Stein auf Eisen.	13	Schmiedeseisen auf Rogenstein . . . . .
	14	" " Muschelkalk . . . . .
	15	Stein auf Eisen im Mittel . . . . .
Stein auf Holz.	16	Eiche auf Muschelkalk . . . . .
	17	" " Rogenstein . . . . .
	18	Stein auf Holz im Mittel . . . . .
Metall auf Holz.	19	Schmiedeseisen auf Eiche . . . . .
	20	Gufseisen auf Eiche . . . . .
	21	Eiche auf Messing . . . . .
	22	Metall auf Holz im Mittel . . . . .
Mauerwerk auf verschied. Stoffen.	23	Mauerwerk auf Beton . . . . .
	24	" " natürlicher Erde . . . . .

1) In dieser Spalte bedeutet =, dafs die Bewegung in der Richtung gleitenden Körpers erfolge, und —, dafs sich Hirnholz auf Langholz in

## der Baustoffe.

Lage der Fasern 1)	Zustand der Oberfläche	Reibungs-coefficient	
		Ruhe	Bewegung
	ohne Schmiere . . . . .	0,74	0,64
	mit Mörtel aus 3 Theilen Sand u. 1 Theil Wasserkalk . . . . .	0,74	—
	ohne Schmiere . . . . .	0,70	0,38
	" " . . . . .	0,75	0,67
	" " . . . . .	0,63	—
	trocken . . . . .	0,23	—
	" . . . . .	0,13	—
	" . . . . .	0,19	0,18
	" . . . . .	0,18	0,20
=	trocken . . . . .	0,62	0,48
	" . . . . .	0,54	0,34
	" . . . . .	0,53	0,38
=	" . . . . .	0,50	0,30
	ohne Schmiere . . . . .	0,49	0,69
	" " . . . . .	0,42	0,24
=	" " . . . . .	0,45	—
	ohne Schmiere . . . . .	0,64	0,38
	" " . . . . .	0,63	0,38
=	" " . . . . .	0,60	—
	mit Wasser benetzt . . . . .	0,65	0,26
	trocken . . . . .	—	0,22
=	mit Wasser benetzt . . . . .	0,65	—
	trocken . . . . .	0,62	—
	" . . . . .	0,55	0,4
		0,76	—
		0,57	—

der Fasern beider Körper, + dafs sie normal gegen die Fasern des der Richtung der Fasern des letzteren bewege.



## Gesetze der Reibung.

1) *Die Reibung ist unter übrigens gleichen Umständen dem normalen Druck der sich reibenden Flächen proportional.* Diese Proportionalität findet genau nur dann statt, wenn der Druck so groß ist, dass im Vergleich mit demselben der Antheil, den die Adhäsion an der Reibung nimmt, als gering und untergeordnet betrachtet werden kann.

2) *Die Reibung ist unter sonst gleichen Umständen unabhängig von der Größe der sich reibenden Flächen.*

3) Bei mit gewissen Substanzen<sup>1)</sup> (Oel, Fett, Graphit etc.) eingeschmierten Flächen ist die Reibung in der Regel geringer, als bei ungeschmierten, und hängt weniger von der Beschaffenheit der sich reibenden Körper, als von jenen der Schmiermittel ab.

4) *Die Zapfenreibung*<sup>2)</sup> *wächst unter übrigens gleichen Umständen gleichmäßig mit dem Druck und dem Halbmesser des Zapfens.*

5) *Die Reibung nimmt mit der Zeit der Berührung zu*, so dass sie nach einer gewissen Zeit ihren größten Werth erreicht. Dies geschieht bei Metall auf Metall fast augenblicklich, bei Holz auf Holz nach einigen Minuten, bei Holz auf Metall aber erst nach einigen Tagen.

6) *Die Reibung zwischen gleichartigen Körpern ist größer als bei ungleichartigen.*

7) *Die Reibung ist um so größer, je rauher die sich berührenden Flächen sind.*

Mittel zur Vermehrung der Reibung sind hiernach:

- a) Vermehrung des Normaldrucks des bewegten Körpers.
- b) Vermeidung jeder Schmiere.
- c) Gleichartigkeit der sich reibenden Körper.
- d) Herstellung möglichst rauher Oberflächen.

Mittel zur Verminderung der Reibung sind daher:

- a) Verminderung des Normaldrucks des bewegten Körpers,
- b) Anwendung passender Schmiermittel.
- c) Ungleichartigkeit der sich reibenden Körper.
- d) Glätten der sich reibenden Flächen.

1) Hierher ist auch frischer Mörtel zwischen Mauerschichten und Thon- oder Lehm-schichten mit erweichter Oberfläche zu rechnen.

2) z. B. bei Charnierbrücken.







## Vorbemerkungen.

Nachbezeichnete Tabellen der vorstehenden Abschnitte finden sich an den nachstehend angeführten Orten in die folgenden Maafse und Gewichte reducirt, und zwar

im ersten Abschnitt, pag. 6—9 und pag. 28:

ad I. *Die Schwere.* Die gröfsten gleichförmig vertheilten Verkehrsbelastungen von Eisenbahnbrücken durch Tendermaschinen oder Semmeringmaschinen und darauffolgende Lastwagen für Spannweiten von 1—200<sup>m</sup> in Zoll-Centner für den deutschen oder badischen Fufs (= 0<sup>m</sup>,3) und in Wiener Centner für den Wiener Fufs s. allg. Bztg. Wien 1866. pag. 30 und 32.

ad III. *Der Windstofs.* Der Druck des Windes von geringer bis zu der gröfsten bekannten Geschwindigkeit in Zollpfund für den deutschen oder badischen Quadratfufs (= 0,09 □<sup>m</sup>) und in Wiener Pfund für den Wiener Quadratfufs s. allgem. Bztg. Wien 1866. pag. 79.

im dritten Abschnitt, pag. 54—57:

ad I. *Festigkeit gegen Zug und Druck.* Die meisten Werthe dieser Tabelle für *Baumetalle* und *Bauhölzer* in Wiener Ctr. für den Wiener Quadratzoll s. Rebhann. Theorie der Holz- und Eisenconstructions. Wien 1856. pag. 28 u. 29. Dieselben Werthe können, da der grofsherzogl. hess. Centner-Zoll = 1,009 Wiener Centner-Zoll, für grofsherzogl. hess. Centner-Zoll benutzt werden. Die Festigkeitscoefficienten der *Bausteine* in Zoll-Centner für den königl. sächsischen Quadratzoll s. Civilingenieur. 1863. pag. 436.

I. Tabelle zur Reduction der

Preußen.	Oestreich.	Baiern.	Sachsen.	Hannover.	Württem- berg.
Fufs	Fufs	Fufs	Fufs	Fufs	Fufs
1	0,99286 9,99689	1,07536 0,03155	1,10828 0,04465	1,07449 0,03120	1,09551 0,03962
1,00719 0,00311	1	1,08309 0,03467	1,11625 0,04776	1,08222 0,03432	1,10339 0,04273
0,92992 9,96845	0,92328 9,96533	1	1,03061 0,01310	0,99919 9,99965	1,01878 0,00806
0,90230 9,95535	0,89586 9,95224	0,97030 9,98690	1	0,96951 9,98655	0,98848 9,99497
0,93067 9,96880	0,92403 9,96569	1,00081 0,00035	1,03144 0,01345	1	1,01956 0,00841
0,91282 9,96038	0,90630 9,95727	0,98160 9,99194	1,01165 0,00503	0,98081 9,99159	1
0,95586 9,98039	0,94903 9,97728	1,02789 0,01195	1,05936 0,02504	1,02706 0,01160	1,04716 0,02001
0,79655 9,90121	0,79086 9,89810	0,85658 9,93277	0,88280 9,94586	0,85589 9,93242	0,87263 9,94083
0,91667 9,96221	0,91012 9,95910	0,98575 9,99377	1,01592 0,00686	0,98495 9,99341	1,00422 0,00183
0,90922 9,95867	0,90273 9,95556	0,98575 9,99377	1,00767 0,00332	0,97695 9,98987	0,99606 9,99829
0,97114 9,98728	0,96420 9,98417	1,04432 0,01883	1,07629 0,03103	1,04348 0,01848	1,06389 0,02690
3,18620 0,50327	3,16345 0,50016	3,42631 0,53483	3,53120 0,54792	3,42355 0,53448	3,49052 0,54289

Längenmaasse verschiedener Länder.

Baden und Schweiz.	Hessen- Darm- stadt.	Kur- hessen.	Braun- schweig.	England und Rußland.	Frank- reich.
Fufs	Fufs	Fufs	Fufs	Fufs	Meter
1,04618 0,01961	1,25541 0,09879	1,09091 0,03779	1,09984 0,04133	1,02972 0,01272	0,31385 9,49673
1,05370 0,02272	1,26444 0,10190	1,09876 0,04090	1,10775 0,04444	1,03713 0,01583	0,31611 9,49984
0,97286 9,98805	1,16744 0,06723	1,01446 0,00623	1,02277 0,00978	0,95756 9,98117	0,29186 9,46517
0,94397 9,97496	1,13276 0,05414	0,98433 9,99314	0,99239 9,99668	0,92912 9,96807	0,28319 9,45208
0,97365 9,98840	1,16838 0,06758	1,01528 0,00659	1,02359 0,01013	0,95838 9,98152	0,29209 9,46552
0,95497 9,97999	1,14596 0,05917	0,99580 9,99817	1,00395 0,00171	0,93995 9,97310	0,28649 9,45711
1	1,20000 0,07918	1,04276 0,01818	1,05130 0,02172	0,98427 9,99311	0,30000 9,47712
0,83333 9,92082	1	0,86896 9,93900	0,87608 9,94254	0,82022 9,91393	0,25000 9,39794
0,95900 9,98182	1,15080 0,06100	1	1,00819 0,00354	0,94391 9,97493	0,28770 9,45894
0,95121 9,97828	1,14159 0,05751	0,99188 9,99646	1	0,93625 9,97139	0,28536 9,45540
1,01598 0,00689	1,14156 0,05749	1,05942 0,02507	1,06810 0,02861	1	0,30479 9,48401
3,33333 0,52288	4,00000 0,60206	3,47585 0,54106	3,50432 0,54460	3,28090 0,51599	1



## II. Tabelle zur Reduction der

Preussen.	Oestreich.	Baiern.	Sachsen.	Hannover.	Württem- berg.
□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Fuß
1	0,98577 9,99378	1,15640 0,06311	1,22828 0,08930	1,15453 0,06241	1,20015 0,07923
1,01444 0,00623	1 0,06933	1,17309 0,06933	1,24601 0,09552	1,17120 0,06863	1,21747 0,08546
0,86475 9,93689	0,85245 9,93067	1 0,06933	1,06216 0,02619	0,99839 9,99930	1,03783 0,01613
0,81415 9,91070	0,80256 9,90448	0,94148 9,97381	1 0,06933	0,93996 9,97311	0,97709 9,98994
0,86615 9,93759	0,85382 9,93137	1,00162 0,00070	1,06388 0,02689	1 0,06933	1,03951 0,01683
0,83323 9,92077	0,82137 9,91544	0,96355 9,98387	1,02344 0,01006	0,96199 9,98317	1 0,06933
0,91367 9,96079	0,90067 9,95456	1,05656 0,02390	1,12224 0,05009	1,05486 0,02320	1,09654 0,04002
0,63449 9,80242	0,62546 9,79620	0,73373 9,86554	0,77933 9,89172	0,73254 9,86483	0,76148 9,88166
0,84028 9,92442	0,92832 9,91820	0,97170 9,98753	1,03210 0,01372	0,97013 9,98683	1,00846 0,00366
0,82668 9,91734	0,81492 9,91111	0,95598 9,98045	1,10540 0,00664	0,95443 9,97975	0,99214 9,99657
0,94311 9,97456	0,92968 9,96834	1,09061 0,03767	1,15840 0,06386	1,08885 0,03697	1,13186 0,05379
10,15187 1,00655	10,00739 1,00032	11,73960 1,06965	12,46936 1,09584	11,72067 1,06895	12,18372 1,08578

## Flächenmaasse verschiedener Länder.

Baden und Schweiz.	Hessen- Darm- stadt.	Kur- hessen.	Braun- schweig.	England und Rußland.	Frank- reich.
□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Fuß	□Meter
1,09449 0,03921	1,57606 0,19757	1,19008 0,07558	1,20965 0,08266	1,06033 0,02544	0,09850 8,99345
1,11029 0,04544	1,59882 0,20380	1,20726 0,08180	1,22712 0,08889	1,07564 0,03166	0,09993 8,99968
0,94646 9,97610	1,36291 0,13447	1,02913 0,01247	1,04605 0,01955	0,91692 9,96233	0,08518 8,93035
0,89107 9,94991	1,28315 0,10328	0,96890 9,98628	0,98483 9,99336	0,86326 9,93614	0,08020 8,90416
0,94799 9,97680	1,36511 0,13517	1,03079 0,01317	1,04774 0,02025	0,91840 9,96303	0,08532 8,93105
0,91196 9,95998	1,31323 0,11834	0,99161 9,99634	1,00792 0,00343	0,88350 9,94621	0,08208 8,91422
1 0,06933	1,44000 0,15836	1,08734 0,03637	1,10522 0,04345	0,96879 9,98623	0,09000 8,95424
0,69444 9,84163	1 0,06933	0,75510 9,87800	0,76751 9,88508	0,67277 9,82787	0,06250 8,79588
0,91968 9,96363	1,32433 0,12199	1 0,06933	1,01644 0,00708	0,89097 9,94986	0,08277 8,91788
0,90480 9,95655	1,30291 0,11494	0,98332 9,99292	1 0,06933	0,87656 9,94278	0,08143 8,91079
1,03222 0,01377	1,48639 0,17213	1,12237 0,05014	1,14083 0,05722	1 0,06933	0,09290 8,96801
11,11111 1,04576	16,00000 1,20412	12,08156 1,08212	12,28023 1,08921	10,76430 1,03199	1



## III. Tabelle zur Reduction der

Preußen.	Oestreich.	Baiern.	Sachsen.	Hannover.	Württem- berg.
K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs
1	0,97873 9,99066	1,24854 0,09466	1,36128 0,13395	1,24054 0,09361	1,31477 0,11885
1,02173 0,00934	1 0,10400	1,27057 0,10400	1,39086 0,14328	1,26750 0,10295	1,34335 0,12812
0,80415 9,90534	0,78705 9,89600	1 0,03929	1,09468 0,03929	0,99758 9,99895	1,05728 0,02419
0,73460 9,86605	0,71898 9,85672	0,91351 9,96071	1 0,04034	0,91130 9,95966	0,96584 9,98490
0,80610 9,90639	0,78896 9,89705	1,00242 0,00105	1,09733 0,04034	1 0,04034	1,05984 9,98490
0,76059 9,88115	0,74441 9,87181	0,94582 9,97581	1,03537 0,01510	0,94354 9,97476	1 0,06003
0,87334 9,94118	0,85476 9,93185	1,08603 0,03584	1,8886 0,07513	1,08341 0,03479	1,14824 0,06003
0,50540 9,70363	0,49465 9,69430	0,62849 9,79830	0,68800 9,83759	0,62697 9,79724	0,66450 9,82250
0,77025 9,88663	0,75387 9,87730	0,95785 9,98130	1,04853 0,02058	0,95553 9,98024	1,01271 0,00549
0,75164 9,87601	0,73565 9,86667	0,93470 9,97067	1,02319 0,00996	0,93244 9,96962	0,98824 9,99486
0,91588 9,96184	0,89640 9,95250	1,13894 0,05650	1,24677 0,09579	1,13619 0,05545	1,20418 0,08069
32,34587 1,50982	31,65785 1,50048	40,22350 1,60448	44,03176 1,64377	42,12627 1,60343	42,52752 1,62867

## Körpermaasse verschiedener Länder.

Baden und Schweiz.	Hessen- Darm- stadt.	Kur- hessen.	Braun- schweig.	England und Rufsland.	Frank- reich.
K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Fufs	K.-Meter
1,14503 0,05882	1,98318 0,29736	1,29827 0,11337	1,33043 0,12399	1,09184 0,03816	0,03092 8,49018
1,16992 0,06815	2,02162 0,30570	1,32649 0,12270	1,35934 0,13333	1,11557 0,04750	0,03159 8,49952
0,92078 9,96416	1,59111 0,20170	1,04401 0,01870	1,06987 0,02933	0,87801 9,94350	0,02486 8,39552
0,84114 9,92487	1,45350 0,16241	0,95371 9,97942	0,97734 9,99004	0,80207 9,90421	0,02271 8,35623
0,92301 9,96521	1,59496 0,20275	1,04654 0,01976	1,07246 0,03038	0,88014 9,94455	0,02492 8,39657
0,87090 9,93997	1,50491 0,17751	0,98745 9,99451	1,01191 0,00514	0,83044 9,91931	0,02351 8,37133
1 9,94118	1,72800 0,23754	1,13383 0,05455	1,16191 0,06517	0,95355 9,97934	0,02700 8,43136
0,57870 9,76245	1 9,81700	0,65615 9,81700	0,67240 9,82763	0,55182 9,74180	0,01562 8,19370
0,88197 9,94545	1,52403 0,18300	1 9,98937	1,02477 0,01063	0,84100 9,92479	0,02381 8,37682
0,86065 9,93483	1,48720 0,17237	0,97583 9,98937	1 9,91417	0,82067 9,91417	0,02324 8,36619
1,04872 0,02066	1,81218 0,25820	1,18907 0,07521	1,21852 0,08583	1 9,91417	0,02832 8,45202
37,03704 1,56864	64,00000 1,80618	41,99374 1,62318	43,03380 1,63381	35,31658 1,54798	1

## IV. Tabelle zur Reduction der

Deutscher Zollverein.	Preußen.	Oestreich.	Baiern.	Württem- berg.
Pfund	altes Pfund	Pfund	Pfund	altes Pfund
1	1,06904 0,02899	0,89284 9,95077	0,89286 9,95078	1,06900 0,02898
0,93542 9,97101	1	0,83518 9,92178	0,83520 9,92179	0,99996 9,99998
1,12002 0,04923	1,19735 0,07822	1	1,00002 0,00001	1,19730 0,07820
1,12000 0,04922	1,19732 0,07821	0,99998 9,99999	1	1,19728 0,07819
0,93546 9,97102	1,00004 0,00002	0,83521 9,92180	0,83523 9,92181	1
0,99862 9,99940	1,06756 0,02839	0,89160 9,95017	0,89162 9,95618	1,06752 0,02838
0,85068 9,92977	0,90941 9,95876	0,75952 9,88054	0,75953 9,88055	0,90937 9,95874
0,81904 9,91331	0,87558 9,94230	0,73127 9,86408	0,73129 9,86409	0,87555 9,94228
0,90720 9,95770	0,96982 9,98669	0,80998 9,90847	0,81000 9,90848	0,96979 9,98668
2,00000 0,30103	2,13807 0,33002	1,78568 0,25180	1,78571 0,25181	2,13800 0,33001

Bemerkung. Das Kilogramm ist gesetzlich eingeführt in Frank- reich, der Niederlande und Belgien. Das deutsche Zollpfund = 0,5 Kg herzogthum Hessen, Nassau, Baden, Braunschweig, der Schweiz, Däne- ist die Gewichtseinheit in Kurhessen und galt als Gewichtseinheit in Kg oder rund 1000 Kg.

## Gewichte verschiedener Länder.

Dänemark und Norwegen.	Schweden.	Rußland.	England.	Frankreich.
altes Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Kilogramme
1,00138 0,00060	1,17553 0,07023	1,22094 0,08669	1,10230 0,04230	0,50000 9,69897
0,93672 9,97161	1,09962 0,04124	1,14210 0,05770	1,03111 0,01331	0,46771 9,66998
1,12157 0,04983	1,31662 0,11946	1,36748 0,13592	1,23460 0,09153	0,56001 9,74820
1,12155 0,04982	1,31660 0,11945	1,36746 0,13591	1,23457 0,09152	0,56000 9,74819
0,93675 9,97162	1,09966 0,04126	1,14214 0,05772	1,03115 0,01332	0,46773 9,98024
1	1,17391 0,06963	1,21925 0,08609	1,10078 0,04170	0,49931 9,69837
0,85186 9,93037	1	1,03863 0,01646	0,93770 9,97206	0,42534 9,62874
0,82017 9,91391	0,96281 9,98354	1	0,90233 9,95560	0,40952 9,61228
0,90845 9,95830	1,06644 0,02793	1,10763 0,04440	1	0,45360 9,65667
2,00277 0,30163	2,35106 0,37126	2,44188 0,38772	2,20460 0,34333	1

reich, der Niederlande und Belgien. Das deutsche Zollpfund = 0,5 Kg herzogthum Hessen, Nassau, Baden, Braunschweig, der Schweiz, Däne- ist die Gewichtseinheit in Kurhessen und galt als Gewichtseinheit in Kg oder rund 1000 Kg.



V. Tabelle zur Reduction der

Preußen.	Oestreich.	Baiern.	Sachsen.	Hannover.	Württem- berg.
Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Pfund pr. lfd. Fuhs	Pfund pr. lfd. Fuhs	Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Zollpfd. pr. lfd. Fuhs
1	0,89930 9,95389	0,83029 9,91923	0,90230 9,95535	0,93068 9,96880	0,91282 9,96038
1,11200 0,04612	1 9,96534	0,92331 9,96534	1,00340 0,00147	1,03403 0,01491	1,01513 0,00650
1,20457 0,08077	1,08307 0,03466	1 9,96388	1,08673 0,03612	1,12091 0,04957	1,09940 0,04115
1,10828 0,04465	0,99660 9,99853	0,92019 9,96388	1 9,96388	1,03145 0,01345	1,01166 0,00503
1,07449 0,03120	0,96625 9,98509	0,89235 9,95043	0,96952 9,98656	1 9,98656	0,98082 9,99159
1,09552 0,03962	0,98515 9,99350	0,90968 9,95884	0,98849 9,99497	1,01957 0,00841	1 9,99497
1,04618 0,01961	0,94078 9,97349	0,86864 9,93883	0,94397 9,97496	0,97365 9,98849	0,95497 9,97999
1,25415 0,09878	1,12893 0,05267	1,04185 0,01801	1,13277 0,05413	1,16838 0,06756	1,14597 0,05917
1,09091 0,03779	0,98101 9,99167	1,90512 9,95701	0,98433 9,99314	1,01528 0,00659	0,99580 9,99817
1,09985 0,04133	0,98904 9,99522	1,91318 9,96056	0,99239 9,99669	1,02360 0,01013	1,00396 0,00171
0,93420 9,97512	0,84000 9,92901	0,77439 9,88896	0,84209 9,93047	0,86801 9,93852	0,85135 9,93011
0,62771 0,79776	0,56450 9,75164	0,52118 9,71698	0,56639 9,75311	0,58419 9,76655	0,57299 9,75794

Längenbelastungen verschiedener Länder.

Baden und Schweiz.	Hessen- Darm- stadt.	Kur- hessen.	Braun- schweig.	England.	Frank- reich.
Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Pfund pr. lfd. Fuhs	Zollpfd. pr. lfd. Fuhs	Pfund pr. lfd. Fuhs	Kilogr. pr. lfd. Meter
0,95586 9,98039	0,79655 9,90121	0,91667 9,96221	0,90923 9,95867	1,07050 0,02488	1,59310 0,20224
1,06290 0,02651	0,88580 9,94733	1,01940 0,00833	1,01109 0,00478	1,19040 0,07639	1,77160 0,24836
1,15124 0,06117	1,20777 0,08198	1,10150 0,04198	1,08005 0,03944	1,29136 0,11104	1,91879 0,28302
1,05936 0,02504	0,88280 9,94587	1,01593 0,00686	1,00768 0,00332	1,18640 0,07492	1,76560 0,24690
1,02767 0,01160	0,85589 9,93242	0,98496 9,99341	0,97696 9,98987	1,15208 0,06148	1,71178 0,23345
1,04716 0,02001	0,87263 9,94083	1,00422 1,00183	0,99607 9,99829	1,17460 0,06989	1,74526 0,24166
1 9,91840	0,83333 9,91840	0,95900 9,98182	0,95121 9,97828	1,11990 0,04988	1,66667 0,22185
1,20000 0,07918	1 9,91840	1,15080 0,06100	1,14159 0,05745	1,34603 0,12906	2,00000 0,30103
1,04276 0,01818	0,86897 9,93901	1 9,93901	0,99188 9,99646	1,16970 0,06806	1,73793 0,24003
1,05130 0,02172	0,37608 9,94255	1,00819 0,00354	1 9,92840	1,17924 0,07160	1,75216 0,24357
0,89290 9,85552	0,74292 9,87094	0,85495 9,93194	0,84800 9,92840	1 9,92840	1,48820 0,17736
0,60000 9,77815	0,50000 9,69897	0,57540 9,75997	0,57073 9,75643	0,67200 9,82803	1 9,82803



VI. Tabelle zur Reduction der

Preussen.	Oestreich.	Baiern.	Sachsen.	Hannover.	Württem- berg.
Zollpfd. pr. □ Zoll	Pfund pr. □ Zoll	Pfund pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll
1	0,90574 9,95700	0,77210 9,88768	0,81414 9,91071	0,86615 9,93760	1,19986 0,07913
1,10410 0,04301	1	0,85246 9,93068	0,89888 9,95370	0,95632 9,98060	1,32477 0,12214
1,29518 0,11233	1,17309 0,06933	1	1,05446 0,02303	1,12181 0,04992	1,55418 0,19146
1,22828 0,08921	1,11250 0,04630	0,94837 9,97698	1	1,06388 0,02690	1,47377 0,16843
1,15453 0,06241	1,04570 0,01941	0,89144 9,95009	0,93996 9,97311	1	1,38529 0,14154
0,83345 9,92088	0,75487 9,87787	0,64350 9,80855	0,67855 9,83158	0,72189 9,85847	1
0,76006 9,88085	0,68842 9,83785	0,58685 9,76853	0,61880 9,79155	0,65834 9,81845	0,91196 9,95995
1,09451 0,03922	0,99131 9,99621	0,84506 9,92689	0,89109 9,94992	0,94800 9,97681	1,31322 0,11834
1,19008 0,07558	1,07790 0,03258	0,91888 9,96326	0,96890 9,98628	1,03079 0,01318	1,42796 0,15471
1,20965 0,08266	1,09565 0,03967	0,93399 9,97034	0,98483 9,99337	1,04774 0,02026	1,45141 0,16179
0,96193 9,98314	0,87125 9,94014	0,74271 9,87082	0,78315 9,89384	0,83320 9,92075	1,15415 0,06227
13,68112 1,13612	12,39131 1,09312	10,56333 1,02380	11,13842 1,04682	11,84988 1,07372	16,41534 1,21525

Flächenbelastungen verschiedener Länder.

Baden und Schweiz.	Hessen- Darm- stadt.	Kur- hessen.	Braun- schweig.	England.	Frank- reich.
Zollpfd. pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll	Zollpfd. pr. □ Zoll	Pfund pr. □ Zoll	Kilogr. pr. □ cm
1,31571 0,11916	0,91367 9,96079	0,84028 9,92443	0,82668 9,91734	1,03958 0,01686	0,07309 8,86388
1,45261 0,16215	1,00879 0,00380	0,92745 9,96743	0,91270 9,96033	1,14778 0,05986	0,08070 8,90687
1,70404 0,23148	1,18337 0,07312	1,08830 0,03675	1,07071 0,02967	1,34645 0,12919	0,09467 8,97621
1,61603 0,20845	1,12225 0,05009	1,03210 0,01373	1,01540 0,00663	1,27691 0,10616	0,08842 8,94654
1,51901 0,18156	1,05487 0,02320	0,97013 9,98683	0,95443 9,97975	1,20025 0,07927	0,08439 8,92629
1,09654 0,04004	0,76148 9,88167	0,70034 9,84531	0,68900 9,83822	0,86644 8,93774	0,06092 8,78476
1	0,69444 9,84164	0,63868 9,80528	0,62833 9,79819	0,79015 9,89771	0,05566 8,74473
1,44000 0,15837	1	0,91969 9,96364	0,90482 9,95656	1,13784 0,05608	0,08000 8,90309
1,56577 0,19473	1,08737 0,03638	1	0,98382 9,99292	1,23720 0,09244	0,08699 8,93946
1,59152 0,20181	1,10522 0,04345	1,01644 0,00709	1	1,25753 0,09952	0,08842 8,94654
1,26558 0,10229	0,87888 9,94393	0,80830 0,90757	0,79521 9,90048	1	0,07031 8,84702
18,00000 1,25527	12,50000 1,09692	11,49594 1,06055	11,30997 1,05346	14,22235 1,15298	1

VII. Tabelle zur Reduction der **trigonometrischen**

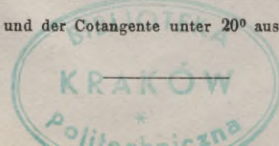
Grad	Sin.	Diff. 1'	Cos.	Diff. 1'	Tang.	Diff. 1'	Cotg.	Diff. 1'	Grad
0	0,000		1,000		0,000		$\infty$		90
1	0,017	0,28	1,000	0,00	0,017	0,28	57,290		89
2	0,035	0,30	0,999	0,02	0,035	0,30	28,636	477	88
3	0,052	0,28	0,999	0,00	0,052	0,28	19,081	159	87
4	0,070	0,30	0,998	0,02	0,070	0,30	14,301	79,6	86
		0,28		0,03		0,28		47,8	
5	0,087	0,30	0,996	0,02	0,087	0,30	11,430		85
6	0,105	0,28	0,995	0,03	0,105	0,28	9,514	31,9	84
7	0,122	0,28	0,993	0,03	0,123	0,30	8,144	22,8	83
8	0,139	0,28	0,990	0,05	0,141	0,30	7,115	17,0	82
9	0,156	0,28	0,988	0,03	0,158	0,28	6,314	13,3	81
		0,30		0,05		0,30		10,7	
10	0,174	0,28	0,985	0,05	0,176	0,30	5,671	8,76	80
11	0,191	0,28	0,982	0,05	0,194	0,30	5,145	7,33	79
12	0,208	0,28	0,978	0,07	0,213	0,32	4,705	6,23	78
13	0,225	0,28	0,974	0,07	0,231	0,30	4,331	5,33	77
14	0,242	0,28	0,970	0,07	0,249	0,30	4,011	4,66	76
		0,28		0,07		0,32		4,66	
15	0,259	0,28	0,966	0,08	0,268	0,32	3,732	4,08	75
16	0,276	0,27	0,961	0,08	0,287	0,32	3,487	3,60	74
17	0,292	0,27	0,956	0,08	0,306	0,32	3,271	3,21	73
18	0,309	0,28	0,951	0,08	0,325	0,32	3,078	2,90	72
19	0,326	0,28	0,946	0,08	0,344	0,32	2,904	2,61	71
		0,27		0,10		0,33		2,61	
20	0,342	0,27	0,940	0,10	0,364	0,33	2,747	2,38	70
21	0,358	0,27	0,934	0,10	0,384	0,33	2,605	2,18	69
22	0,375	0,27	0,927	0,12	0,404	0,33	2,475	2,00	68
23	0,391	0,27	0,921	0,10	0,424	0,33	2,356	1,85	67
24	0,407	0,27	0,914	0,12	0,445	0,35	2,246	1,69	66
		0,27		0,13		0,35		1,69	
Grad	Cos.	Diff. 1'	Sin.	Diff. 1'	Cotg.	Diff. 1'	Tang.	Diff. 1'	Grad

Bemerkung. Bei größerer Genauigkeit sind die Werthe der Tangentometrischen Tafel

Winkelfunctionen auf ihre Länge pro rad. = 1.

Grad	Sin.	Diff. 1'	Cos.	Diff. 1'	Tang.	Diff. 1'	Cotg.	Diff. 1'	Grad
25	0,423		0,906		0,466		2,145		65
26	0,438	0,25	0,899	0,12	0,488	0,37	2,050	1,59	64
27	0,454	0,27	0,891	0,13	0,510	0,37	1,963	1,46	63
28	0,469	0,25	0,883	0,13	0,532	0,37	1,881	1,37	62
29	0,485	0,27	0,875	0,13	0,554	0,37	1,804	1,29	61
		0,25		0,15		0,38		1,21	
30	0,500		0,866		0,577		1,732		60
31	0,515	0,25	0,857	0,15	0,601	0,40	1,664	1,14	59
32	0,530	0,25	0,848	0,15	0,625	0,40	1,600	1,07	58
33	0,545	0,25	0,839	0,15	0,649	0,40	1,540	1,00	57
34	0,559	0,25	0,829	0,17	0,675	0,43	1,483	0,95	56
		0,25		0,17		0,42		0,92	
35	0,574		0,819		0,700		1,428		55
36	0,588	0,23	0,809	0,17	0,727	0,45	1,376	0,87	54
37	0,602	0,23	0,799	0,17	0,754	0,45	1,327	0,82	53
38	0,616	0,23	0,788	0,18	0,781	0,45	1,280	0,79	52
39	0,629	0,22	0,777	0,18	0,810	0,48	1,235	0,75	51
		0,23		0,18		0,48		0,72	
40	0,643		0,766		0,839		1,192		50
41	0,656	0,22	0,755	0,18	0,869	0,50	1,150	0,70	49
42	0,669	0,22	0,743	0,20	0,900	0,52	1,111	0,65	48
43	0,682	0,22	0,731	0,20	0,933	0,55	1,072	0,65	47
44	0,695	0,22	0,719	0,20	0,966	0,55	1,036	0,60	46
		0,20		0,20		0,57		0,60	
45	0,707		0,707		1,000		1,000		45
Grad	Cos.	Diff. 1'	Sin.	Diff. 1'	Cotg.	Diff. 1'	Tang.	Diff. 1'	Grad

gente über 70° und der Cotangente unter 20° aus einer vollständigeren zu entnehmen.





Wirklichkeiten auf ihre Länge pro Tag = 1

Grad	Dir. 1/2	Dir. 1/4	Dir. 1/8	Dir. 1/16	Dir. 1/32	Dir. 1/64	Dir. 1/128	Dir. 1/256	Dir. 1/512
69	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
68	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
67	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
66	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
65	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
64	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
63	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
62	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
61	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
60	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
59	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
58	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
57	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
56	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
55	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
54	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
53	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
52	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
51	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
50	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
49	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
48	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
47	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
46	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
45	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
44	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
43	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
42	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
41	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
40	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
39	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
38	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
37	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
36	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
35	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
34	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
33	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
32	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
31	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
30	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
29	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
28	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
27	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
26	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
25	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
24	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
23	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
22	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
21	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
20	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
19	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
18	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
17	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
16	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
15	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
14	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
13	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
12	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
11	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
10	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
9	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
8	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
7	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
6	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
5	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
4	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
3	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
2	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976
1	0.121	0.242	0.484	0.968	1.936	3.872	7.744	15.488	30.976

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

Keine Gewähr für die Genauigkeit der Angaben unter 10° aus einer Vollständigkeit zu entnehmen





96-9





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296247