

XXIII. SEILE UND KETTEN.

§. 231.

Verschiedene Arten von Seilen und Ketten.

Im allgemeinen werden die Seile und Ketten zur Ausübung von Zugkräften benutzt und können als Zugkraftorgane, d. h. als Organe, welche wesentlich nur als Mittel zur Uebertragung von Zugkräften geeignet sind, bezeichnet werden; man unterscheidet bei ihnen zwei Hauptarten, nämlich:

1. die stehenden Seile und Ketten,
2. die laufenden Seile und Ketten.

Erstere dienen zum blossen Tragen von Lasten, zum Verspannen von Bauwerken und kommen z. B. bei den Hängebrücken, beim Takelwerk der Schiffe, beim Spannwerk eiserner Kamine u. s. w. vor. Die laufenden Seile finden ihre Anwendung bei den Flaschenzügen, den Haspeln, Seilwinden, Krahnern, überhaupt den Aufzugmaschinen, ausserdem auch bei den Schnur-, Seil- und Kettentriebwerken oder indirekt wirkenden Rädern (s. §. 107). Hiernach kann man die Zugkraftorgane unter 2. noch in:

- a. Lastseile und -Ketten,
- b. Triebseile und -Ketten

trennen, welche eine verschiedene Ausbildung in der Praxis erfahren haben. Diese besteht namentlich darin, dass bei den Triebseilen und -Ketten ganz besondere Rücksicht auf den Schutz vor Abnutzung genommen werden muss, und ausserdem auf das Endlosmachen, d. i. die in sich selbst zurücklaufende Form des Organes, Bedacht zu nehmen ist. Vergl. Kap. XIII.

Die Materialien der Seile sind Pflanzenfaser, namentlich Hanf, und Metall, namentlich Eisendraht; die Ketten werden kaum anders als aus Eisen gefertigt. Es sollen nun die Hanfseile, Drahtseile und Ketten getrennt besprochen werden.

A. Hanfseile.

§. 232.

Runde Seile.

Am meisten gebräuchlich sind die runden dreilitzigen Seile. Sie werden fest oder lose geschlagen, je nachdem sie mehr als stehende oder als laufende Seile dienen sollen, und sind entsprechend stärker oder schwächer zu belasten. Bezeichnet:

P die Belastung des Seiles,

d den Durchmesser des um die drei Litzen beschriebenen Kreises,

u den Seilumfang (d. i. die Länge eines das Seil umspannenden Fadens),

δ die Dicke jeder der drei Litzen,

so ist zunächst:

$$\left. \begin{aligned} d &= 2,15 \delta \\ u &= 6,14 \delta = 2,85 d \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (264)$$

und kann genommen werden:

für lose geschlagene Seile:

$$\left. \begin{aligned} d &= 1,2 \sqrt{P} \\ u &= 3,42 \sqrt{P} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (265)$$

$$P = 0,7 d^2 = 0,085 u^2 \dots \dots \dots (266)$$

für fest geschlagene Seile:

$$\left. \begin{aligned} d &= \sqrt{P} \\ u &= 2,85 \sqrt{P} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (267)$$

$$P = d^2 = 0,125 u^2 \dots \dots \dots (268)$$

Eine Reihe von Werthen nach diesen Formeln gibt die unten folgende Tabelle.

Der Halbmesser R der Rollen und Trommeln, um welche die Seile geschlungen werden, wenn sie laufende Seile sind, soll bei den losen Seilen nicht weniger als 3 bis 4 d , bei den festen nicht weniger als 6 bis 8 d , gemessen bis zur Seilmitte, betragen. Bei ganz starkem Gebrauch wie bei den Fördermaschinen der Gruben geht man mit R nicht unter 25 d .

Flache Hanfseile werden aus 4 bis 6 runden Seilen zusammengeñäht, deren jedes auf beziehlich auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ der Last zu

berechnen ist, wobei jedoch eine sorgfältige Anfertigung vorausgesetzt ist.

§. 233.

Gewicht der Hanfseile und Einfluss desselben.

Das Gewicht G_0 auf den laufenden Meter ist im Durchschnitt:

bei den lose geschlagenen Seilen:

$$G_0 = 0,00071 d^2 \dots \dots \dots (269)$$

bei den festen Seilen:

$$G_0 = 0,00106 d^2 \dots \dots \dots (270)$$

oder auch bei losen und festen (und ausserdem runden oder flachen, drei- oder vierlitzigen) Seilen:

$$\left. \begin{aligned} G_0 &= \frac{P}{1000} \\ P &= 1000 G_0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (271)$$

woraus

Die beiden letzten Formeln zeigen, dass man die Tragkraft eines Seiles von übrigens bekannter Material- und Anfertigungsgüte aus seinem Gewicht bestimmen kann. Nach (271) trägt nämlich ein Seil bei Vernachlässigung der Wirkung seines Eigengewichtes 1000mal so viel als es pro laufenden Meter wiegt.

Will man das Eigengewicht des senkrecht herabhängenden Seiles berücksichtigen, was in der Regel unnöthig ist, so hat man in den Formeln (265) bis (271) für P den Werth $\frac{P}{1 - \frac{L}{1000}}$ zu

setzen, wobei L die Seillänge in Meter angibt. Für $L = 1000^m$ wird dann d unendlich gross, d. h. das Seil wird dann schon durch sein Eigengewicht auf seine ganze Tragkraft beansprucht. Die Länge von 1000^m kann die Traglänge des Seiles genannt werden.

Hat das Seil eine grössere Länge als die Traglänge, so beansprucht sein eigenes Gewicht es über die statthafte Grenze hinaus. Bei einer Länge von 5000 bis 6000^m wird das Seil durch sein eigenes Gewicht zerrissen, weshalb man diese Länge die Zerreisslänge nennen kann.

Bei einem ganz in Wasser getauchten Seil (Ankertau, Senkbleischnur) steigen Trag- und Zerreisslänge auf und über das Doppelte der obigen Zahlen.

§. 234.

Tabelle über die dreilitzigen Hanfseile.

Seil		Lose Seile			Feste Seile			
d	u	P	R	G ₀	P	R		G ₀
						Haspel	Förderung	
10	28,5	70	30	0,071	100	60	250	0,106
12	34	101	36	0,102	144	72	300	0,153
15	43	158	45	0,160	225	90	375	0,239
20	57	280	60	0,284	400	120	500	0,424
25	71	438	75	0,444	625	150	625	0,663
30	85	630	90	0,64	900	180	750	0,95
35	100	858	105	0,87	1225	210	875	1,30
40	114	1120	120	1,14	1600	240	1000	1,70
45	128	1418	135	1,44	2025	270	1125	2,15
50	145	1750	150	1,78	2500	300	1250	2,65
55	160	2118	165	2,15	3025	330	1375	3,21
60	171	2520	180	2,56	3600	360	1500	3,82
65	185	2958	195	3,00	4225	390	1625	4,48
70	200	3430	210	3,48	4900	420	1750	5,19
75	214	3938	225	4,00	5625	450	1875	5,96
80	228	4480	240	4,54	6400	480	2000	6,78
90	257	5670	270	5,75	8100	540	2250	8,59
100	285	7000	300	7,10	10000	600	2500	10,60

Beispiele. Ein Flaschenzugseil für 450^k Zuglast ist als lose-geschlagenes Seil auszuführen und erhält nach Spalte 3, Zeile 5 eine Dicke $d = 25^{\text{mm}}$, ferner einen Rollenhalbmesser von wenigstens 75^{mm}, und bei 150^m Länge ein Gewicht von $150 \cdot 0,444 = 66,6^k$. — Ein festgeschlagenes Seil von 50^{mm} Durchmesser kann nach Spalte 6, Zeile 10 mit 2500^k belastet werden und wiegt pro laufenden Meter 2,65^k. Besässe dasselbe Seil 400^m herabhängende Länge, so wäre die anzuhängende Last zu vermindern auf $(1 - \frac{400}{1000}) 2500 = 0,6 \cdot 2500 = 1500^k$.

B. Drahtseile.

§. 235.

Runde Eisendrahtseile.

Die Eisendrahtseile werden am häufigsten 36drähtig gemacht, und dabei aus 6 Litzen von je 6 Drähten zusammengesetzt. Nennt man:

δ die Drahtdicke,

d den Seildurchmesser,

i die Drahtzahl,

P die dem Seile anzuhängende Last,

R den Halbmesser der Seiltrommel,

so nehme man:

$$\delta = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{P}{i}} \quad (274)$$

$$\frac{P}{i} = 7,11 \delta^2 \quad (275)$$

woraus bei $i = 36$ wird:

$$\delta = \frac{1}{16} \sqrt{P} \quad (276)$$

$$P = 256 \delta^2 \quad (277)$$

und gleichzeitig $d = 8 \delta$ ist. Dabei nehme man gleichzeitig den Rollenhalbmesser nicht kleiner als folgende Formel angibt:

$$\frac{R}{\delta} = 555 \quad (278)$$

was bei 36drähtigen Seilen $\frac{R}{d} =$ nahe 70 liefert*):

Beispiel. Ein Förderseil von 42 Drähten erhält bei 2100^k Last nach (274) eine Drahtdicke $\delta = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{2100}{42}} = \frac{3}{8} \sqrt{50} = 2,65^{\text{mm}}$. Das 36drähtige Seil erhalte nach (276) die Drahtdicke $\delta = \frac{\sqrt{2100}}{16} = 2,86^{\text{mm}}$. Im ersteren Falle wäre der Seiltrommel ein Halbmesser von wenigstens $555 \cdot 2,65 = 1470^{\text{mm}}$ zu geben; im zweiten Falle würde R nicht kleiner als $555 \cdot 2,86 = 1587^{\text{mm}}$ genommen werden dürfen.

*) In der Praxis der Grubenfördermaschinen findet man noch sehr häufig R kleiner genommen.

§. 236.

Flache oder Banddrahtseile.

Für grosse Lasten eignen sich die flachen oder Bandseile darum sehr gut, weil sie verhältnissmässig kleinere Trommeln erhalten dürfen, als die runden. Am gebräuchlichsten sind die aus 6 Strähnen von je 24 Drähten gebildeten Bandseile, bei denen somit $i = 144$ ist, und welche entweder durch quergenähte Drähte oder durch flache Stifte zusammengehalten werden. Zur Berechnung dienen die obigen Formeln (274) bis (278).

Beispiel. Obige 2100^k Last würden bei einem 144drähtigen Bandseil nach (274) eine Drahtdicke $\delta = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{2100}{144}} = 1,43^{mm}$, und nach (278) einen Rollenhalmmesser $R = 555 \cdot 1,43 = 794^{mm}$ verlangen.

Die Treibseile wurden in Kap. XIII. behandelt, weshalb sie hier übergangen werden.

§. 237.

Gewicht der Drahtseile und Einfluss desselben.

Ein Eisendrahtseil von i Drähten von der Dicke δ hat pro laufenden Meter ein Gewicht G_0 :

$$G_0 = 0,007 i \delta^2 \dots \dots \dots (279)$$

woraus für $i = 36$ hervorgeht:

$$G_0 = \frac{\delta^2}{4} \dots \dots \dots (280)$$

Beispiel. Demnach²⁾ wiegt das obige 36drähtige Seil von 2,86^{mm} Drahtdicke pro laufenden Meter $\frac{2,86^2}{4} = 2,04^k$.

Aehnlich wie bei den Hanfseilen ist auch hier das laufende Gewicht der zulässigen Belastung proportional, und zwar ergibt sich auch hier:

$$\left. \begin{aligned} G_0 &= \frac{P}{1000} \\ P &= 1000 G_0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (281)$$

Ein Drahtseil wiegt also bei gleicher Länge und Belastung (ungefähr) ebensoviel als ein Hanfseil, welches nach unseren obigen Formeln berechnet ist; auch kann man hier wie dort aus dem Gewicht des Seiles (gutes Material vorausgesetzt) auf seine Tragkraft direct schliessen.

Die Traglänge eines Drahtseiles ist nach (281) = 1000^m; die Zerreißlänge liegt bei 5000 bis 6500^m. Willman das Eigengewicht eines herabhängenden Seiles bei Bestimmung von dessen Dicke berücksichtigen, so hat man wieder statt P dessen $\frac{1}{1 - \frac{L}{1000}}$

fachen Werth einzuführen. — Bei einem in Wasser gesenkten Seile werden Trag- und Zerreißlänge etwa auf das $\frac{10}{9}$ fache erhöht.

Beispiel. Hätte der Schacht für das oben berechnete Grubenseil von 2100^k Tragkraft eine Tiefe von 400^m, so würde man statt 2100^k eine Last von $\frac{2100}{1 - 0,4} = \frac{2100}{0,6} = 3500^k$ einzuführen haben, wofür die Drahtdicke wesentlich gesteigert werden muss. — Ein eiserner Senkleiddraht oder ein Telegraphentau würde durch sein eigenes Gewicht zerrissen, wenn er $\frac{10}{9} \cdot 6500^m = \text{circa } 7200^m$ tief ins Meer gesenkt würde.

§. 211.

Tabelle über die Eisendrahtseile.

Draht-		Runde 36er Seile			Flache 6mal 24er Seile				R
Dicke	Nr.	d	P	G ₀	d	b	P	G ₀	(Minim.)
mm	engl.	mm.	Kil.	Kil.	mm.	mm.	Kil.	Kil.	mm.
1	20	8,0	256	0,25	6,0	36,0	1024	1,00	555
1,2	19	9,6	369	0,36	7,2	43,2	1474	1,45	666
1,4	18	11,2	502	0,49	8,4	50,4	2007	1,98	777
1,6	17	12,8	655	0,64	9,6	63,6	2621	2,58	888
1,8	16	14,4	829	0,81	10,8	64,8	3317	3,27	999
2,00	15	16,0	1024	1,00	12,0	72,0	4095	4,03	1110
2,25	14	18,0	1296	1,26	13,5	81,0	5183	5,10	1249
2,50	13	20,0	1600	1,56	15,0	90,0	6399	6,30	1388
2,75	12	22,0	1936	1,99	16,5	99,0	7743	7,62	1526
3,00	11	24,0	2304	2,25	18,0	108,0	9215	9,07	1665

Beispiel. Eine Fördermaschine soll Lasten von 600^k in 950^k schweren Fördergerippen aus 150^m Tiefe heben; für das 144drähtige Bandseil, vermittelt dessen dies geschehen soll, haben wir als Zugkraft P einzuführen: $\frac{950 + 600}{1 - 0,150} = \frac{1550}{0,85} = 1820^k$, was nach Spalte 8, Zeile 3 auf eine Drahtdicke von $1,4^{mm}$, also eine Seilbreite von $50,4^{mm}$ und einen Trommelhalbmesser von wenigstens 777^{mm} führt. Dabei wiegt das Seil pro Meter $1,98^k$.

C. K e t t e n .

§. 239.

Lastketten.

Die Ketten, deren sich der Maschinenbauer bedient, zerfallen oder lassen sich zerfallen in Lastketten und Treibketten, je nachdem sie zum blossen Tragen oder Fortbewegen von Lasten, oder zum Uebertragen der Bewegung bei indirekt wirkenden Rädern dienen sollen. Die Lastketten sollen hier mit Vorzug besprochen werden; sie werden aus Schmiedeisen gefertigt und kommen in mancherlei Formen zur Verwendung, von denen folgende die wichtigsten sind:

1. die weite Ringkette (deutsche Kette), Fig. 416,
2. die enge Ringkette (englische Kette), Fig. 417,
3. die Stegkette (Kettentaue), Fig. 418,
4. die Schleifenkette, Fig. 419,

Fig. 416.

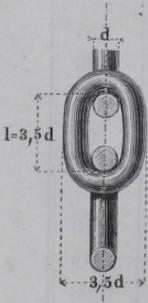


Fig. 417.

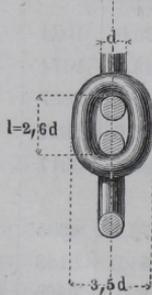


Fig. 418.

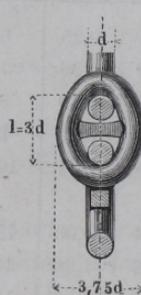
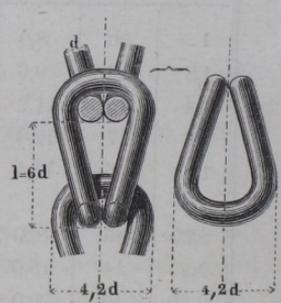


Fig. 419.



5. die Hakenkette (Vaucanson'sche Kette), Fig. 420,
6. die Gelenkkette (Galle'sche Kette), Fig. 421.

Der Abstand der Mitten aufeinanderfolgender Glieder heisst die Baulänge des Kettengliedes; dieselbe ist in den Figuren 416 bis 421, mit l bezeichnet, jedesmal besonders angegeben.

Fig. 420.

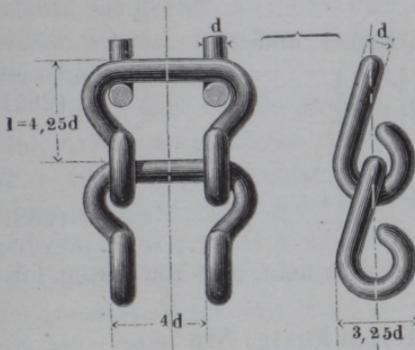
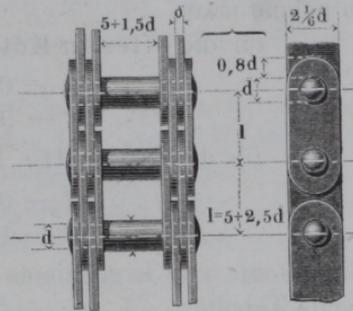


Fig. 421.



Die weite Gliedkette unterscheidet sich von der engen nur durch eine grössere Gliedlänge, welche nämlich $3,5 d$ statt $2,6 d$ genommen wird. Diese Vergrösserung gestattet aber, ein Kettenglied zu schweissen, wenn zwei andere in dasselbe eingehängt sind, was bei der ersten Art nicht angeht; ausserdem macht die Gliedverlängerung die Kette etwas leichter. Die Ketten unter 1. und 2. heissen auch offene Ketten, im Gegensatz zu den Stegketten, bei welchen der Quersteg die Oeffnung des Gliedes verschliesst. Letzterer verstärkt nicht allein die Kette, sondern er schützt sie auch davor, sich zu verwirren, weshalb die Stegkette als Ankerkette vortrefflich ist.

Die Schleifenkette ist ebenfalls unverwirrbar; sie gewährt ausserdem den eigenthümlichen Vortheil, dass man ihre Glieder einzeln vor Zusammensetzung der Kette schweissen kann, indem dieselben behufs Bildung der Kette nur gebogen werden; diese Kette wird auf einer von Weissenborn (Amerika) construirten Maschine fabrikmässig gefertigt. Bei der Hakenkette, welche nur für kleine Kräfte taugt, werden die Glieder gar nicht geschweisst, sondern nur gebogen. Diese Kette eignet sich auch als Treibkette, ist aber nur für kleine Kräfte vortheilhaft.

Die Gelenkkette wurde in den letzten Jahren von Neustadt als Lastkette angewandt, nachdem sie bis dahin vorzugsweise nur als Treibkette gedient hatte. Sie eignet sich vorzüglich für Krähne und ähnliche Windwerke, weil sie sehr kleine Trommeln gestattet

und dadurch den Treibmechanismus in seinen Dimensionen bedeutend herabzieht.

Bezeichnet d die Ketteneisendicke,

P die Belastung der Kette,

so nehme man:

für die offenen Ketten, Nro. 1. und 2.:

$$\left. \begin{aligned} d &= 0,326 \sqrt{P} \\ P &= 9,42 d^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (282)$$

für die Stegkette, Nro. 3.:

$$\left. \begin{aligned} d &= 0,27 \sqrt{P} \\ P &= 14,14 d^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (283)$$

Eine Reihe von Ergebnissen dieser Formeln gibt die unten folgende Tabelle.

Ferner hat man für die Schleifenkette, Nro. 4.:

$$\left. \begin{aligned} d &= 0,196 \sqrt{P} \\ P &= 26 d^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (284)$$

für die Hakenkette, Nro. 5.:

$$\left. \begin{aligned} d &= 0,5 \sqrt{P} \\ P &= 4 d^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (285)$$

für die Gelenkkette, Nro. 6.:

bei der Plattenzahl i in jedem Gliede und der Dicke δ der Gliedplatten:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{\delta} &= 0,8 (i + 2) \\ \delta &= \frac{0,35}{i + 1} \sqrt{P} \\ P &= 8,35 (i^2 + 2i) \delta^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (286)$$

wobei man für i die gerade Zahl wählt, welche zunächst liegt dem Werthe:

$$i = \frac{1}{3} \sqrt[3]{P} \dots \dots \dots (287)$$

Die Gelenkkette wird bei ihrer Benutzung als Lastkette gerade so behandelt, als ob sie eine Treibkette wäre. Man lässt sie nämlich auf ein zwischen die Gliedbolzen mit seinen Zähnen greifendes Zahnrad treten, und dasselbe nach etwa einer halben Umdrehung wieder verlassen. Das straffe oder führende Kettentrum trägt die aufziehende Last, das leere oder geführte Trum wird in eine Rinne (aus Eisenblech oder dergleichen) geleitet, in welche es von den beim Aufwinden stets neu hinzutretenden Gliedern, die von der Trommel kommen, fortgeschoben wird, und bei

genügender Enge der Rinne diese auch dann durchläuft, wenn dieselbe aufsteigend und curvenförmig gestaltet ist. Bei Uferkrahnen wird die Kettenrinne im Auslader oder Wippbaum untergebracht. Die stärkste Beanspruchung während des Aufwindens erfährt das gerade auf das Trommelrad tretende Glied des führenden Trums; für dieses Glied gilt denn auch die vorstehende Berechnung.

Den Rollen und Trommeln, um welche die Ketten der ersten fünf Arten geschlungen werden, gebe man einen Halbmesser $R = 10 - 12d$, gemessen bis zur Kettenmitte. Behufs guter Lagerung der Glieder wird für die Ringketten der Rollenrand eingedreht, entweder mit einfacher Rinne, Fig. 422, wobei immer je ein Glied in die Rollenebene, eines normal dazu kommt, oder nach der neuesten Weise mit einer Doppelrinne, Fig. 423, wobei die Glieder unter 45° gegen die Rollennachse geneigt erscheinen. Diese neuere Rinnenart soll die Kette weit sicherer leiten, als die ältere. Die Leitrollen und Trommeln für die Gelenkkette erhalten Zähne, welche die Gelenkbolzen zwischen sich nehmen, und daher zur Theilungssehne die Länge l des Gliedes der Kette erhalten.

Fig. 422.

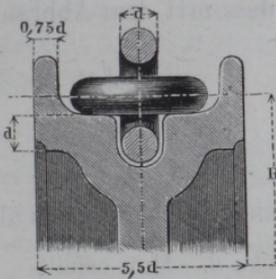
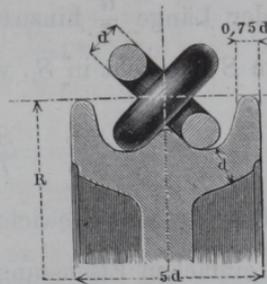


Fig. 423.



Blosse Leitrollen erhalten 16 bis 30 Zähne, die Trommel dagegen nur 8. Sie wird aus Schmiedeisen, und meist mit ihrer Achse aus einem Stück gemacht. Der Theilkreishalbmesser r dieser Kettenräder von der Zähnezahl z ist:

$$r = \frac{l}{2 \sin \frac{180^\circ}{z}} \dots \dots \dots (288)$$

woraus für $z = 8$ sich ergibt:

$$r = 1,3065 l \dots \dots \dots (289)$$

Beispiel. Für die Last $P = 10000^k$ sei eine Gelenkkette zu construiren. Wir nehmen für dieselbe nach (287) die Platten- oder Gelenk-

zahl pro Glied: $i = \sqrt[3]{10000} = 7,16 \sim 8$, und haben alsdann:
 $\delta = \frac{0,35 \cdot \sqrt{10000}}{8 + 1} = 3,9 \sim 4^{mm}$; $d = 4 \cdot 0,8 \cdot 10 = 32^{mm}$; die Baulänge
 $l = 5 + 2,5 \cdot 32 = 85^{mm}$; die Plattenbreite $b = 2\frac{1}{6} \cdot 32 \sim 69^{mm}$; die
 Länge des Bolzenschaftes $= 5 + 1,5 \cdot 32 = 53^{mm}$, die Dicke desselben
 $= \frac{6}{5} \cdot 32 \sim 38^{mm}$; die Scheitelhöhe des Gliedes über dem Bolzen:
 $0,8 \cdot 32 \sim 26^{mm}$. Eine 8zählige Triebtrommel würde wegen $l = 85$
 den Halbmesser $r = 1,3065 \cdot 85 = 111^{mm}$ erhalten.

§. 240.

Eisenlänge und Gewicht der Ketten.

Die Länge S des Stabes, aus welchem eine Kette von der Länge L gebildet gedacht werden kann, verhält sich bei den aus Rundeisen gefertigten Ketten zu L , wie die Länge s des gestreckten Kettengliedes zu der Baulänge l desselben, oder:

$$\frac{S}{L} = \frac{s}{l} \quad \dots \quad (290)$$

Für den Abbrand beim Schmieden ist für jedes Glied ein Stück von der Länge $\frac{d}{2}$ hinzuzurechnen, so dass mit dem Abbrand die Länge S übergeht in S_1 , wofür gilt:

$$\frac{S_1}{L} = \frac{s + \frac{d}{2}}{l} \quad \dots \quad (291)$$

Das laufende Gewicht G_0 ergibt sich $\frac{s}{l}$ mal so gross als das einer einfachen Eisenstange von der Dicke d . Man erhält

für die enge offene Kette:

$$G_0 = 0,0226 \delta^2 \quad \dots \quad (292)$$

für die weite offene Kette:

$$G_0 = 0,0190 d^2 \quad \dots \quad (293)$$

für die Stegkette:

$$G_0 = 0,0235 d^2 \quad \dots \quad (294)$$

Bei der letzteren ist für den gusseisernen Quersteg bei jedem Glied noch ein Cylinder von der Dicke und Länge d , als an Gewicht dem Stege sehr nahe gleich, hinzugerechnet, allgemein also statt $\frac{s}{l}$ ein Werth $\frac{s'}{l}$ eingeführt, wobei s' die ideelle Länge eines

einfachen Ringgliedes bezeichnet, welches das Gewicht des zu untersuchenden Gliedes hat. Ein solcher Werth lässt sich auch für die Gelenkkette aufstellen. Die folgende Tabelle enthält nach diesen Formeln ermittelte Werthe.

Auch hier besteht wie bei den Seilen ein festes Verhältniss zwischen dem laufenden Gewicht und der Tragkraft, und zwar erhält man die in folgender Tabelle zusammengestellten Werthe.

In derselben bezeichnet noch ausser den schon bekannten Benennungen L_t die Traglänge, L_3 die Zerreisslänge einer Kette; \ominus die Zugspannung in den auf Zug beanspruchten Querschnitten, B_3 die in denselben Querschnitten beim Bruch der Kette eintretende Spannung, aus Versuchen rückwärts berechnet.

Benennung der Kette.	$\frac{s}{d}$	$\frac{s}{l}$	$\frac{s'}{l}$	\ominus	$\frac{G_0}{P}$	L_t	B_3	L_3
						Meter		Meter
Weite Ringkette	11,0	3,14	—	6	0,0020	500	24	2000
Enge Ringkette .	9,6	3,68	—	6	0,0024	400	24	1600
Stegkette	10,6	3,53	3,87	9	0,0017	600	32	2100
Schleifenkette . .	36,0	6,00	—	8,25	0,0014	700	26(?)	2100
Hakenkette	21,25	5,00	—	2,5	0,0078	130	10	520
Gelenkkette	—	—	3,58*)	8,25	0,0034	300	—	—

Aus diesen Zahlen gehen die relativen Werthe der verschiedenen Kettenarten deutlich und überzeugend hervor, soweit der Eisenverbrauch maassgebend ist. Die Zerreisslängen der verschiedenen Ketten sind nicht besonders gross. Ankerketten werden daher in den grössten Tiefen des atlantischen Oceans (2000 bis 4000^m) leicht durch ihr eigenes Gewicht beschädigt, oder gar zerrissen, da ihre Zerreisslänge im Wasser nur etwa $\frac{9}{8}$ mal so gross ist, als die obigen Zahlen angeben.

Bei der Gelenkkette ist die Traglänge sehr klein, indessen wird dieselbe dadurch für Krahne und Windwerke nicht unpraktisch, da ihre Länge dort immer bedeutungslos auftritt.

Im allgemeinen hat eine Kette, wie aus (290) hervorgeht, eine um so günstigere Beziehung zwischen Tragkraft und Eigen-

*) Mittelwerth, indem nämlich wegen der Constanten in dem Ausdruck für die Baulänge der Werth $\frac{s'}{l}$ nicht constant ist.

gewicht, je länger die Glieder im Verhältniss zur Eisendicke sind, sodass stehende Ketten sehr zweckmässig aus Stangen mit angeschmiedeten Oehren, oder überhaupt sehr langgliedrig gemacht werden.

§. 241.

Tabelle über die Ringketten.

Offene Ketten				Stegkette		
d	P	G_0 enge	G_0 weit	d	P	G_0
5	235	0,57	0,48	13	2397	3,97
6	339	0,81	0,66	14	2771	4,61
7	462	1,11	0,93	15	3182	5,29
8	603	1,45	1,21	16	3620	6,02
9	763	1,83	1,54	17	4086	6,79
10	942	2,26	1,90	18	4581	7,61
11	1140	2,73	2,30	19	5105	8,48
12	1356	3,25	2,74	20	5656	9,40
13	1592	3,82	3,21	22	6236	11,37
14	1846	4,43	3,72	24	8145	13,54
15	2120	5,09	4,28	26	9559	15,89
16	2412	5,79	4,86	28	11086	18,42
17	2722	6,53	5,49	30	12726	21,15
18	3052	7,32	6,16	32	14379	24,06
19	3401	8,16	6,86	34	16346	27,16
20	3768	9,04	7,60	36	18325	30,46
21	4154	9,97	8,38	38	20418	33,93
22	4559	10,94	9,20	40	22624	37,60
23	4983	11,96	10,05	42	24943	39,50

Beispiel. Eine Kette für 2700^k Tragkraft enthält als offene Kette eine Eisendicke von 17^{mm} (Spalte 2, Zeile 13), als Stegkette eine solche von 14^{mm} (Spalte 6, Zeile 2); sie wiegt sodann pro laufenden Meter als enge offene Kette 6,56^k, als weite offene Kette 5,55^k, als Stegkette 4,66^k.