

Starke Kettentaue, wie sie namentlich beim Schiffswesen in Anwendung kommen, erhalten in der Regel nach Fig. 462 noch gußeiserne Stege, welche in der Mitte einen quadratischen Querschnitt von $\frac{2}{3} d$ Seitenlänge und an den Enden einen solchen von $\frac{2}{3} d$ Breite und d Höhe haben. Hierdurch erreicht man neben dem Vortheile, daß die Kette sich nicht verwirren kann, eine im Verhältniß 4 : 3 größere Tragfähigkeit, so daß man $k = 8$ und daher

$$P = 12,56 d^2 \text{ und } d = 0,282 \sqrt{P}$$

setzen kann.

Die Länge l des zu einem Gliede erforderlichen Eisens beträgt hier, da die Halbaxen $a = 2 d$ und $b = 1,375 d$ betragen:

$$l = 3,14 \cdot 3,375 \left[1 + \frac{1}{4} \left(\frac{0,625}{3,375} \right)^2 + \dots \right] d \\ = 10,694 d.$$

Daraus folgt das Gewicht des Kettengliedes ohne Steg zu

$$0,785 \cdot 10,694 \cdot 0,0000077 d^3 = 0,0000647 d^3 \text{ Kilogramm.}$$

Fügt man hierzu das Gewicht des Stegs annähernd mit

$$2,25 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{6} \cdot 0,0000073 d^3 = 0,0000091 d^3,$$

so erhält man das Gewicht des ganzen Gliedes zu $G_0 = 0,0000738 d^3$, also per laufenden Meter

$$G = 1000 \frac{G_0}{3 d} = 0,0246 d^2 = 0,00195 P$$

und $P = 512 G$.

Diese Kette fällt daher für die gleiche Zugkraft etwas leichter aus, als die offene Ringkette.

Anmerkung. Ueber die Anfertigung der Ketten und über die Kettentaue ist nachzusehen: Pechtl's Encyclopädie, Bd. VIII, Artikel „Ketten“, ferner in Karmarsch und Heeren's technischem Wörterbuche und in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preußen, Jahrgänge 1824 und 1835. Theoretische Bestimmungen der Stärke von Kettengliedern u. s. w. enthält die Festigkeitslehre von Dr. F. Grasshof, Berlin 1866, sowie die Lehre von der Elasticität und Festigkeit von Dr. E. Winkler, 1. Theil, Prag 1867. Tabellen über die Tragfähigkeit und das Eigengewicht von Ketten findet man in den meisten Handbüchern der Maschinenconstructionslehre.

§. 120. Vergleichung der Seile und Ketten. Die in dem Vorhergehenden ermittelten theoretischen Verhältnisse der Seile und Ketten sind in der folgenden Tabelle I zusammengestellt, worin d den Durchmesser der Hanf-

Tabelle I
über die Tragkraft, Stärke und das Gewicht von Seilen und Ketten.

	Hanfseile.		Drahtseile.	Offene Ringketten.	Stegketten.
	Trocken und ungetheert.	Naß oder getheert.			
$k^{gr} =$	1	0,82	12	6	8
$d^{mn} =$	$1,13 \sqrt{P}$	$1,24 \sqrt{P}$	$0,326 \sqrt{\frac{P}{n}}$	$0,326 \sqrt{P}$	$0,282 \sqrt{P}$
$P^{gr} =$	$0,785 d^2 = 870 G$	$0,652 d^2 = 600 G$	$9,42 n d^2 = 1400 G$	$9,42 d^2 = 420 G$	$12,56 d^2 = 512 G$
$G^{gr} =$	$0,0009 d^2 = 0,00115 P$	$0,00108 d^2 = 0,00166 P$	$0,00672 n d^2 = 0,000714 P$	$0,0225 d^2 = 0,00239 P$	$0,0246 d^2 = 0,00195 P$

seile, resp. des einzelnen Drahtes und des Kettenreißens bezeichnet. Eine vergleichende Zusammenstellung jener Organe, in Hinsicht auf Festigkeit, Gewicht und Preis, wie sie aus den Versuchen sich ergeben hat, welche auf Befehl der englischen Admiralität angestellt worden sind, ist dagegen in Tabelle II (S. 588) enthalten. Sind auch die Preise natürlich mit der Zeit sehr veränderlich, so dürften die Angaben doch in Bezug auf das gegenseitige Verhältniß der Kosten von Seilen und Ketten einen gewissen Anhaltspunkt gewähren.

Man ersieht daraus, daß bei gleicher Tragkraft das Drahtseil stets das leichtere und wohlfeilere und das Kettenau stets das schwerere und meist auch das theuere Ueberragsmittel abgiebt. Es läßt sich im Mittel annehmen, daß bei gleicher Tragkraft das Gewicht des Drahtseils nur halb so groß und das des Kettenraues zwei bis drei mal so groß ist wie das des Draht-

Tabelle II

über die Festigkeit, das Gewicht und den Preis von Drahtseilen, Hanfseilen und Kettentauen.

Belastung in Tonnen = 2240 engl. Pfunden, bei welcher ein Zerreißen eintritt.	Gattung der Taufe.	Umfang der Hanf- und Drahtseile; Dicke d. Ketteneisens in Millimetern.	Gewicht von 1 Meter in Kilogrammen.	Preis von 1 Faden = 6 engl. Fuß in Sh. u. Pc. 1 Sh. = 12 Pc. = 1 Mark.		
				Sh.	Pence.	
1 Tonne = 2240 engl. Pfd. = 1016 Kilogr.	{	Drahtseil	25,4	0,186	—	5
		Hanfseil	50,8	0,264	—	5½
		Kette	6,35	0,744	1	6
8 Tonnen = 17920 engl. Pfd. = 8128 Kilogr.	{	Drahtseil	50,8	0,652	1	6
		Hanfseil	127,0	1,49	2	7½
		Kette	12,7	3,97	4	—
12 Tonnen = 26880 engl. Pfd. = 12192 Kilogr.	{	Drahtseil	63,5	1,12	2	5½
		Hanfseil	178,0	3,03	5	4
		Kette	17,5	6,70	6	—
16 Tonnen = 35840 engl. Pfd. = 16256 Kilogr.	{	Drahtseil	76,2	1,69	3	7½
		Hanfseil	203,2	3,52	6	2½
		Kette	20,6	9,18	8	—
20 Tonnen = 44800 engl. Pfd. = 20320 Kilogr.	{	Drahtseil	88,9	2,30	5	—
		Hanfseil	228,6	4,80	8	3¾
		Kette	23,0	11,42	9	7
24 Tonnen = 53760 engl. Pfd. = 24384 Kilogr.	{	Drahtseil	101,6	3,04	6	7½
		Hanfseil	254,0	6,20	10	11¼
		Kette	24,6	13,15	10	10½
30 Tonnen = 67200 engl. Pfd. = 30480 Kilogr.	{	Drahtseil	114,0	4,05	8	10
		Hanfseil	279,0	7,44	13	1¼
		Kette	27,0	15,38	12	11
36 Tonnen = 80640 engl. Pfd. = 36576 Kilogr.	{	Drahtseil	127,0	5,54	12	1
		Hanfseil	318,0	8,84	15	7¾
		Kette	30,2	19,36	16	3
44 Tonnen = 98560 engl. Pfd. = 44704 Kilogr.	{	Drahtseil	140,0	6,70	14	11
		Hanfseil	356,0	10,32	18	3½
		Kette	33,4	23,81	20	—
54 Tonnen = 120960 engl. Pfd. = 54864 Kilogr.	{	Drahtseil	152,0	8,43	18	6
		Hanfseil	381,0	11,78	20	9½
		Kette	36,6	28,52	24	—

feiles, daß ferner die Stärke des Drahtseiles nur etwa 0,4 und die Stärke des Rundeisens, aus welchem die Kettenglieder bestehen, etwa 0,3 von der eines Hanfseiles beträgt.

Bezeichnet man diejenige Länge eines Taues, bei welcher dessen eigenes Gewicht eine Faserspannung erzeugt, welche den höchstens zulässigen Betrag von k erreicht, wie schon oben bemerkt, mit dem Namen der Traglänge, so sieht man aus Tabelle I, daß diese Traglängen für Hanfseile durch 870 resp. 600 Meter, für Ketten durch 420 resp. 512 Meter, dagegen für Drahtseile durch 1400 Meter dargestellt sind. Man erkennt aus der bedeutenden Größe des letzteren Werthes, welchen Vortheil die Drahtseile insbesondere bei Förderungen aus sehr tiefen Schächten gewähren, und daß man mit Drahtseilen Fördertiefen überwinden kann, bei welchen die Hanfseile und Ketten nicht mehr ausreichen.

Bei sehr bedeutenden Tiefen pflegt man daher auch wohl die Seile annähernd als Körper gleicher absoluter Festigkeit zu bilden (s. Th. I, §. 214), indem man sie aus einzelnen Stücken von nach unten hin abnehmender Stärke zusammensetzt, und es ist klar, daß hierdurch die durch das Eigengewicht des Seils hervorgerufene Spannung der Fasern erheblich vermindert werden kann. Es bedarf nur der Erwähnung, daß bei völliger Eintauchung in Wasser die durch das Eigengewicht des Seils oder der Kette in dem Materiale hervorgerufene Spannung in dem Verhältnisse $\frac{\gamma - 1}{\gamma}$ vermindert wird, wenn γ

das spezifische Gewicht des Materials bedeutet. Dies ist besonders wichtig für die Schnüre von Senkbleien, deren Traglänge durch den Auftrieb des Wassers mehr als verdoppelt wird, während bei Drahtseilen, wie sie etwa in Bohrlöchern, welche meist mit Wasser gefüllt sind, sowie zu Telegraphentabellen zur Anwendung kommen, die Traglänge durch das Eintauchen nur etwa um 12 bis 15 Procent vergrößert wird.

Einen besonderen Vortheil gewähren im Allgemeinen die Seile den Ketten gegenüber noch in der verhältnißmäßig größeren Sicherheit der ersteren in Bezug auf etwaige Fehlstellen. Abgesehen davon, daß ein mangelhafter Zustand des Materials in irgend einem Kettengliede von außen meistens nicht zu erkennen ist, liegt auch in der Art der Fabrikation der Seile eine größere Gewähr für das Vorhandensein durchaus tadellosen Materials, indem bei der Darstellung der Hanfseile die Fasern während des Hechels eine gründlichen Beobachtung des Arbeiters sich nicht entziehen können, und bei den Drähten die geringe Dicke, zu welcher das Eisen, ohne abzureißen, überhaupt ausgezogen werden konnte, schon ein sicherer Beweis für die Vorzüglichkeit des Materials ist. Hierzu kommt noch, daß Ketten durch die unvermeidlichen kleinen Erschütterungen, denen sie ausgesetzt sind, leicht ihre sehnige Textur in eine krystallinische verändern. Daher sollte man in allen solchen Fällen, in denen durch

den Bruch des betreffenden Organs Menschenleben gefährdet sind, die Ketten wenn möglich vermeiden, und, wo dies nicht angängig ist, durch von Zeit zu Zeit wiederholte Probelastungen sich von der unveränderten Tragfähigkeit der Ketten überzeugen.

Was den Widerstand anbetrifft, welchen die Seile und Ketten bei ihrer Umbiegung um Rollen oder Trommeln darbieten, so besteht derselbe bei den Ketten lediglich in der Reibung der Kettenglieder an einander, welche, wie bereits in §. 90 gezeigt, wie Zapfen- oder Bolzenreibung zu beurtheilen und der Spannung des auflaufenden Kettenendes proportional ist. Bei den Seilen dagegen äußert sich dieser Widerstand in einer zweifachen Weise, und zwar resultirt derselbe theils aus der Reibung der einzelnen Fasern oder Drähte an einander und theils aus einer natürlichen Steifigkeit derselben. Beim Abwickeln der Seile und Ketten von den Trommeln stellt sich ebenfalls der Reibungswiderstand wie beim Aufwickeln ein, nur ist hier die Spannung des ablaufenden Endes in Rechnung zu stellen. Was dagegen den eigentlichen Steifigkeitswiderstand der Seile betrifft, so ist bei den Drahtseilen die Elasticität so groß, daß sie sich meist ohne besondere Kraftanstrengung wieder gerade biegen, ein besonderer Arbeitsverlust daher beim Ablausen durch die Steifigkeit nicht herbeigeführt wird, vorausgesetzt, daß die Elasticitätsgrenze des Materials beim Aufwickeln nicht etwa wegen des zu geringen Rollenhalbmessers überschritten worden ist. Anders verhalten sich die Hanfseile, deren Elasticität so gering ist, daß sie nur ein sehr schwaches oder nach Befinden gar kein Bestreben haben, sich, nachdem sie gebogen sind, wieder gerade zu strecken, so daß bei ihnen auch beim Ablausen ein gewisser Steifigkeitswiderstand auftritt. Ueber die Größe dieser Widerstände sind in Thl. I, §. 201 f. die näheren Angaben enthalten. Den von der Reibung abhängigen Theil des Biegungswiderstandes bei Ketten und Drahtseilen möglichst klein zu machen, ist ein zeitweises Delen oder Schmieren derselben mit einer weichen Schmiere empfehlenswerth und gebräuchlich. Hingegen macht das Theeren die Hanfseile sowie das Ritten die Drahtseile steifer, und wendet man diese Mittel nur nothgedrungen als Mittel gegen die Feuchtigkeit und zur Erlangung größerer Dauer an. Als gute Drahtseilschmiere wird Steinkohlentheer empfohlen, welchem, nachdem er durch Kochen vom Wasser befreit wurde, 15 bis 20 Procent Talg zugesetzt ist. (S. Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, 1859.)

Beispiele: 1) Wie stark ist das Hanfseil für eine Bodenwinde zu machen, welche Lasten bis zu 1000 Kilogramm heben soll?

Man hat hier für ein ungetheertes Seil:

$$d = 1,13 \sqrt{1000} = 35,7 = \text{rot. } 36 \text{ Millimeter,}$$

und für ein getheertes Seil:

$$d = 1,24 \sqrt{1000} = 39,2 = \text{rot. } 40 \text{ Millimeter.}$$

2) Der Kettenzug an einem Krahn betrage 5000 Kilogramm, wie stark muß das Ketteneisen genommen werden?

Bei Anwendung einer offenen Ringkette ist die Eisenstärke zu wählen:

$$d = 0,326 \sqrt{5000} = 23,05 = \text{rot. } 24 \text{ Millimeter,}$$

während für eine Stegkette:

$$d = 0,282 \sqrt{5000} = 19,9 = \text{rot. } 20 \text{ Millimeter}$$

zu nehmen ist. Das Gewicht pro laufenden Meter Kette beträgt in diesen Fällen

$$G = 0,0225 \cdot 24^2 = 12,96 \text{ Kilogramm}$$

und beziehungsweise

$$G = 0,0246 \cdot 20^2 = 9,84 \text{ Kilogramm.}$$

3) Wenn durch ein Drahtseil aus einem 400 Meter tiefen Schachte eine Last von 3000 Kilogramm gefördert werden soll, welche Stärke hat man den Drähten zu geben, wenn deren Anzahl 72 betragen soll?

Da das Gewicht des Drahtseils $G = 0,00672 \cdot 72 \cdot 400 d^2 = 193,6 d^2$ beträgt, so findet man die Drahtstärke aus:

$$d = 0,326 \sqrt{\frac{3000 + 193,6 d^2}{72}}$$

zu

$$d = \sqrt{\frac{4,420}{0,715}} = 2,49 = \text{rot. } 2,5 \text{ Millimeter.}$$

Der Durchmesser des Drahtseils beträgt dann nach Reuleaux, s. §. 116,

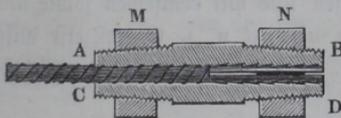
$$D = 14,2 \cdot 2,5 = 35,5 \text{ Millimeter,}$$

nach Riehn:

$$D = \left(9,4 + \frac{72}{19}\right) 2,5 = 33,0 \text{ Millimeter.}$$

Verbindung der Seile und Ketten. Um die Enden zweier Drahtseile zu vereinigen, kann man einen aus zwei Schalen AB und CD bestehenden Muff AD , Fig. 463, anwenden, dessen Enden schwach conisch abgedreht und mit Schraubengewinde versehen sind, derartig, daß durch festes Anziehen der beiden gleichfalls wenig conisch geschnittenen Schraubenmuttern

Fig. 463.



M und N die Drahtseilenden fest zwischen die Backen gepreßt werden.

Anstatt aus zwei Schalen kann man übrigens den Muff AD auch aus einem Stücke bilden, und die Enden durch Sägenschnitte kreuzweise auf-

spalten. Zuweilen werden zwei Seilenden behufs ihrer Verbindung einfach zusammengeschweißt. Eine solche Verbindung, sowie die Anwendung des oben erwähnten Muffs ist natürlich nicht angängig, wenn die Verbindungsstelle sich über eine Rolle oder Trommel biegen muß, in solchem Falle bleibt nichts übrig, als die beiden Drahtseilenden auf eine gewisse Länge von