

wäre, als der erstgedachte, weil sich das Reißen der inneren Fasern der Beobachtung gänzlich entzieht.

Seitdem man zur Herstellung des Tauwerkes sich der Maschinen bedient, hat man diesen hier erörterten Umständen sorgfältig Rechnung getragen und dem entsprechend die nachstehenden Grundsätze befolgt*). Die Fäden einer Lige werden in concentrischen Schichten angeordnet, und zwar wird für jede derselben genau diejenige Fadenzahl angewendet, welche ihrem Umfange entspricht. Die Längen der den einzelnen Schichten entsprechenden Fäden sind verschieden, und zwar von außen nach innen allmählig abnehmend. Die Längen der Fäden in den einzelnen Schichten sind aber nicht so bestimmt, daß alle Fäden von vornherein gleiche Spannung haben, sondern so, daß die den Fäden eigene Spannung von außen nach innen abnimmt. Wenn daher in Folge einer Belastung eine Verlängerung des Seiles eintritt, so wird die Spannung in den nach innen gelegenen Fäden in dem Maße mehr zunehmen, als ihrer schlankeren Schraubengestalt die Fügigkeit abgeht, durch Verkleinerung des Neigungswinkels die Verlängerung zu ermöglichen. Auf solche Art ist es erreichbar, daß bei der größten noch zulässigen Belastung des Seils sämtliche Fasern nahezu gleichmäßig angestrengt werden. Erreicht wird dieser Zweck dadurch, daß man die Fadenzahlen aller einzelnen Schichten entsprechend einem gewissen Drehungswinkel δ_1 der äußersten Schicht berechnet, welcher kleiner ist als der Drehungswinkel δ der äußersten Schicht in dem fertigen Seile. Wird nun das Zusammendrehen bis zu diesem Winkel δ_1 , für welchen man etwa 27° annehmen kann, vorgenommen, so haben sämtliche Fäden die gleiche Spannung, da jeder in der seiner speciellen Schraubelinie zukommenden Länge verbraucht worden ist. Wenn man alsdann dem Seile noch eine Nachdrehung ertheilt, so daß die äußersten Fäden den schließlichen Neigungswinkel δ von etwa 36° mit der Ase bilden, so werden hierdurch die Fäden sämtlich eine Spannungszunahme erhalten, die um so größer ist, je weiter dieselben nach außen gelegen sind. Die Versuche, welche man mit diesen sogenannten patentgeschlagenen Tauen gemacht hat, haben eine beträchtlich größere Festigkeit ergeben, als die durch Handarbeit nach der früheren Manier hergestellten sie zeigten.

§. 116. **Tragkraft der Hanfseile.** Die Tragkraft eines Hanfseiles hängt nicht allein von der materiellen Beschaffenheit und dem Querschnitte desselben, sondern nach dem Vorhergehenden von der Art der Herstellung und von der Stärke der Drehung ab. Wie sehr ein Seil durch eine starke Drehung an Festigkeit verliert, zeigt folgender Versuch von Muschenbroek: Ein Seil,

*) S. Prechtl, Technolog. Encyclopädie. Bd. 14, S. 582.

welches bis zu ein Fünftel Verkürzung gedreht war, zerriß bei 6205 Pfund Belastung, als es aber eine Drehung bis ein Viertel Verkürzung erhielt, bei 4850 Pfund, und als die Drehung bis zu ein Drittel Verkürzung verstärkt wurde, bei 4098 Pfund.

Uebrigens ist leicht zu ermessen, daß stärkere, aus einer größeren Anzahl Fäden bestehende Seile verhältnißmäßig weniger Tragkraft besitzen, als schwächere. Es findet bei jenen nicht allein an sich eine größere Ungleichheit in der Spannung der Fäden statt, sondern es wird auch dieselbe beim Umbiegen um Rollen und Trommeln noch besonders erhöht. Durch diese Ungleichheit wird natürlich die Tragkraft herabgezogen, weil dabei die stärker gespannten Fäden eher zerreißen, als wenn die Spannung eine gleichförmige wäre.

Die Stärke eines Hanfseiles für eine gegebene Tragkraft P läßt sich mittelst der in Th. I, §. 218 mitgetheilten Festigkeitscoefficienten berechnen, nur ist hierbei zu berücksichtigen, daß man etwa eine dreifache Sicherheit bei stehendem Seilwerke zu geben hat, d. h. solchem, welches nur zur Befestigung dient und eine Bewegung nicht empfängt, während bei sogenannten laufenden Seilen, solchen, die über Rollen und Trommeln sich wickeln, passend eine fünffache Sicherheit zu wählen ist.

Nimmt man daher den Festigkeitsmodul zu 5 Kilogramm für das Quadratmillimeter an, so erhält man bei fünffacher Sicherheit den Durchmesser eines laufenden Seiles durch

$$P = 1 \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 d^2 \text{ zu } d = 1,13 \sqrt{P} \text{ Millimeter.}$$

Bei nassen und getheerten Seilen kann man den Durchmesser um 10 Proc. stärker, $d = 1,24 \sqrt{P}$, bei stehenden Seilen um 20 Procent schwächer, $d = 0,9 \sqrt{P}$ annehmen. Nach den in der Seilfabrik von Felten & Guillaume in Cöln angestellten Versuchen ist für die daselbst angefertigten Seile der Festigkeitscoefficient im Mittel gleich

$$K = 17971 \text{ Pfund pro Quadrat Zoll,}$$

oder

$$K = 13,13 \text{ Kilogramm pro Quadratmillimeter,}$$

also über doppelt so groß, als gewöhnlich angenommen wird.

Noch hat man das Gewicht eines laufenden Meters Rundseil bei einer Stärke von d Millimeter

$$G = 0,0009 d^2,$$

oder wenn darin $d = 1,13 \sqrt{P}$ gesetzt wird,

$$G = 0,00115 P \text{ und } P = 870 G.$$

Getheerte Seile wiegen durchschnittlich 20 Procent mehr, folglich hat man dafür

$$G = 0,00108 d^2,$$

oder $d = 1,24 \sqrt{P}$ gesetzt, erhält man

$$G = 0,00166 P \text{ und } P = 602 G.$$

Ein ungetheertes Seil von 870 Meter wird daher schon durch sein Eigengewicht auf seine ganze Tragkraft beansprucht. Man nennt diese Länge wohl die Traglänge. Dieselbe ist bei getheerten laufenden Seilen durch 602 ausgedrückt. Für stehendes Seilwerk kann man dem Obigen zu Folge die Traglängen im Verhältniß 5 : 3 größer annehmen.

Nach den Angaben von Felten & Guillaume hat man die Seile mit losem Schlag für Flaschenzüge und Winden von denen mit festem Schlag, wie Förderseile und Schiffseilen, zu unterscheiden. Letztere sollen bei gleicher Stärke und Länge 1,8 mal so schwer ausfallen als erstere, dagegen nur 1,5 mal so viel Tragkraft besitzen als diese. Die Versuche mit Seilen aus rheinischem Hanf mit drei Lizen, wovon jede aus 25 bis 80 Fäden besteht, welche durchschnittlich bei 123 Kilogramm zerrissen, haben die genannte Seilfabrik auf die in der folgenden Tabelle verzeichneten Resultate geführt.

Seile, welche großen Belastungen ausgesetzt sind, und welche sich auf Trommeln wickeln sollen, werden häufig in Bandform derart hergestellt, daß man mehrere (4 bis 6) Rundseile von etwa 30 Millimeter Stärke parallel neben einander legt und durch schräg in Zickzacklinien eingeflochtene Hanfschnüre resp. Messingdrähte zusammennäht oder auch mittelst quer hindurchgehender Messingdrähte vernietet. Man umgeht auf diese Weise die großen Durchmesser, welche man Rundseilen für die gleiche Tragfähigkeit geben müßte und erreicht daher ein leichteres Umbiegen um die Trommeln. Auch können sich die Windungen dieser Bandseile auf dem Förderkorbe auf einander, statt neben einander legen, wodurch man in ähnlicher Weise wie bei den bekannten Spiralkörben eine allmälige Vergrößerung des Trommelhalbmessers erreicht. Jedenfalls ist es gut, die zur Herstellung eines Bandseiles dienenden Rundseile zur Hälfte rechts gedreht, zur anderen Hälfte links gedreht anzuwenden, und sie so abwechselnd auf einander folgen zu lassen, wodurch das Bandseil nicht nur seine flache Form besser behält, ohne sich nach der Breite zu wölben, sondern wodurch auch dem Streben des Seiles, sich beim Aufziehen um seine Ase zu drehen, wesentlich entgegengewirkt wird. Letzterer Umstand neben der großen Biegsamkeit macht die Bandseile besonders vortheilhaft zum Gebrauche beim Seilbohren und in Förderschächten.

Besteht ein solches Seil aus m Strängen von der Dike d_1 , so hat man

$$P = 0,785 m d_1^2 \text{ und daher } m = 1,27 \frac{P}{d_1^2}.$$

Tabelle*)
 der Zugfestigkeit von mittelsfecht geschlagenen Hanfseilen nach Felten & Guillaume.
 Zahl der Litzen 3.

Nr.	Umfang des Seiles. der Litze. Millimeter.		Inhalt des Seiles. Cm.-Millim.	Zahl der Fäden in der Litze.	Spannung von 5264 Kilogr. des 0,628 Meter langen Seilstückes.		Gewicht eines Seilstückes von 1 Meter Länge. Kilogramm.	Spannung beim Zerreißen auf		Anmerkungen.
	Millimeter.	Millimeter.			Verlänge- rung. Millimeter.	Umfang des Seiles. Millimeter.		das ganze Seil. Kilogramm.	den Cm.-Mm. Kilogramm.	
1	82,7	42,5	424	25	—	—	0,571	5500	12,95	Zerriß am Anfange des Stücks.
2	95,8	47,9	547	34	35,9	—	0,746	7395	13,50	Desgleichen.
3	104,6	55,6	739	34	—	—	0,746	8743	11,83	Desgleichen.
4	104,6	54,4	712	40	71,8	95,8	0,970	7975	11,20	Desgleichen.
5	104,6	54,4	712	40	65,4	95,8	0,970	8881	12,48	War außen naß, innen trocken, zerriß am Ende des Stücks.
6	122	62,1	924	51	91,5	109	1,17	13238	14,34	Zerriß am Anfange des Stücks.
7	131	65,4	1026	63	65,4	120	1,41	15065	14,66	Desgleichen.
8	157	78,5	1477	82	71,8	139,4	1,75	20724	14,05	Desgleichen.

NB. Die mittlere Tragfähigkeit beträgt also 13,13 Kilogramm pro 1 Quadratmillimeter Querschnitt.

*) S. Kunst- und Gewerbedlatt des polytechn. Vereins für das Königreich Bayern 1856, sowie Polytechn. Centralblatt 1856.

Bei gleichem Querschnitte mit einem Rundseile von der Stärke d ist $m = \left(\frac{d}{d_1}\right)^2$, doch kann man bemerken, daß von einem Bandseile eine größere Tragkraft erwartet werden darf als von einem Rundseile gleichen Querschnitts, da bei letzterem wie überhaupt bei den dickeren Seilen die Ungleichförmigkeit der einzelnen Faserspannungen eine größere sein wird. Das Gewicht des Bandseiles ist wegen der Nähfäden etwas größer als die Gewichte der Rundseile zusammen.

§. 117. **Drahtseile.** Die Seile aus Metalldrähten sind erst seit den dreißiger Jahren*) in Anwendung gekommen. Die Vortheile derselben beruhen in der größeren Festigkeit des Materials, als welches in der Regel Eisen- oder Stahldraht verwendet wird. In Folge der größeren Festigkeit fällt zwar ein Drahtseil dünner aus als ein Hanfseil für gleiche Belastung, doch erfordert die geringere Biegsamkeit der Drahtseile dennoch immer größere Rollen- oder Trommeldurchmesser, aus welchem Grunde Drahtseile nicht für Flaschenzüge und kleinere Haspel Verwendung finden können.

Die Herstellung der Drahtseile geschieht aus dünnen Metalldrähten in ähnlicher Weise, wie diejenige der Hanfseile aus den einzelnen Fäden durch Zu-

Fig. 364.



sammendrehen. Insbesondere werden aus den Drähten, deren Anzahl in einem Seile oft mehrere Hundert beträgt, immer zunächst Rigen, Fig. 453, gefertigt, und aus diesen wird das Seil gebildet. Niemals kann die Herstellung des Seiles ohne Weiteres durch directes Zusammendrehen aller Drähte geschehen. Es ist auch aus dem früher gelegentlich der Hanfseile Mitgetheilten ersichtlich, daß die Herstellung der Rigen aus mehr als vier Drähten an die Anwendung einer Seele gebunden ist, welche man meist aus Hanfgarn bildet, denn ohne einen solchen mittleren Kern würde es unmöglich sein, einzelne Drähte an dem Eintreten in den inneren Theil der Rige zu verhindern, und würden daher diese im Inneren liegenden Drähte wegen ihrer viel steileren Windungen, also geringeren

*) Wenn man auch früher schon Seile für Hängebrücken u. aus einzelnen parallelen geraden Drähten bildete, welche durch einen dünnen Draht dicht bewickelt wurden, so ist doch die Anwendung gedrehter, nach Art der Hanfseile gefertigter Drahtseile zuerst von dem Oberberggrath Albert in Clausthal im Jahre 1834 gemacht worden. S. darüber: Karsten's Archiv für Hüttenkunde. Jahrg. 1837, S. 215.