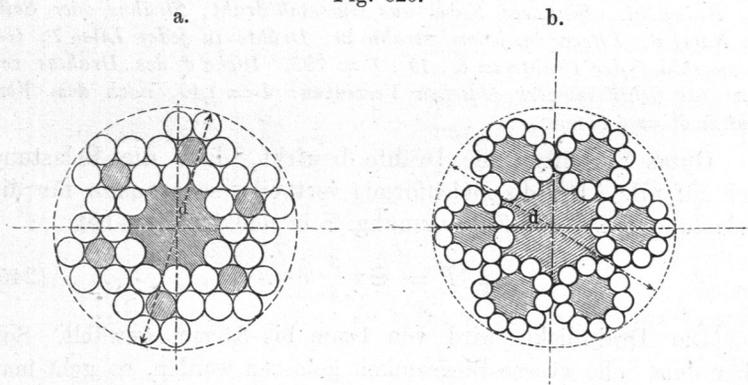


§. 266.

Drahtseile.

Die gewöhnlichen Drahtseile sind rund und 36drätig, indem sie aus sechs Litzen von je sechs Drähten bestehen, welche um eine Hanfseele herumgelegt sind und jede selbst eine dünne Hanfseele enthalten. Diese Hanfeinlagen sind von der grössten Wichtigkeit für die Erhaltung laufender Drahtseile (vergl. §. 268) und sollen aus bestem Material bestehen. Bei stehenden Drahttauen können die Hanfseelen der Litzen und auch die des Seiles durch Drähte ersetzt werden, wodurch die Drahtzahl auf 42, beziehungsweise 49 gebracht und das Seil entsprechend verstärkt wird. Bei dem Sechslitzenseil mit Hanfseelen wendet man auch noch die Drahtzahlen 48, 54, 60, 66, 72 u. s. w. an, hält sich übrigens nicht an die Sechslitzigkeit gebunden. Die folgende Figur 820 a und b

Fig. 820.



stellt ein sechsunddreissiger und ein sechziger Drahtseil im Durchschnitt dar. Litzen sowie Seil haben beidemale Hanfseele. Für den äusseren Durchmesser d hat man bei der vorliegenden Konstruktion, wenn die Drähte fest aneinander liegen, bei der Drahtdicke δ und der Drahtzahl i :

$$i = \begin{matrix} 36 & 48 & 54 & 60 & 66 & 72 \end{matrix} \left. \vphantom{i} \right\} (244)$$

$$d : \delta = \begin{matrix} 8,00 & 10,25 & 11,33 & 12,80 & 13,25 & 14,20 \end{matrix}$$

Im neuen Zustande des Seiles liegen die Drähte nicht fest aneinander, sondern werden durch die Hanfseelen etwas auseinander gehalten, so dass man beim Messen für d 10 bis 25 Proz. mehr findet, als eben angegeben; nach längerem Gebrauch stellt

sich das angegebene Verhältniss aber ein. Hinsichtlich der Drahtzahlen ist in der Fabrikation jetzt eine grosse Mannigfaltigkeit üblich geworden. Werden die Litzen ohne Hanfseele ausgeführt, so können ihnen die Gangzahlen

3	7	10	14	16	19*)
bei Anwendung von Hanfseelen die Gangzahlen					
5	6	7	8	9	10

gegeben werden. Die Zahl der Litzen geht von 3 ab (Tauerwerk für Schiffe) zu 4, 5, 6, welche die meistgebrauchte Litzenzahl ist, zu 7, 8, 12, 14, 16, 19. Für Taue von besonders grosser Tragkraft verbunden mit Biegsamkeit wird auch hier der Kabelschlag benutzt, bei welchem das Tau, nun Kabel genannt, aus Seilen oder Strähnen geschlagen wird; die übliche Zahl der Strähne im Kabel beträgt 3, 4, 5 und 6. Die flachen oder Bandseile sind als Kabel mit parallel liegenden Strähnen anzusehen. Zahl der Strähne 4, 6, 8, Zahl der Litzen in jedem Strahn 4 bis 6.

Beispiel. Schweres Kabel aus Gussstahldraht, Strähne oder Seile im Kabel 6; Litzen in jedem Strahn 19; Drähte in jeder Litze 7; Gesamtzahl i der Drähte = $6 \cdot 19 \cdot 7 = 798$. Dicke δ des Drahtes vor dem für Schiffstauerwerk üblichen Verzinken: $\delta = 1,40$, nach dem Verzinken $\delta' = 1,45$ mm.

Gutes Verseilen der Drähte bewirkt, dass die Belastung sich auf alle i Drähte gleichförmig vertheilt, sodass man für die Belastung P bei der Zugspannung \mathfrak{E} in den Drähten hat:

$$P = \mathfrak{E} i \frac{\pi}{4} \delta^2 \dots \dots \dots (245)$$

Die Drahtdicke wird von 1 mm bis 3,5 mm gewählt. Soll aber dem Seile grosse Biegsamkeit gelassen werden, so geht man mit δ nicht gern über 2,2 mm hinaus.

Beim Umschlagen des Seiles um Rolle, Seilscheibe, Trommel oder Korb (Seilkorb) vom Halbmesser R erfahren nämlich die einzelnen Drähte Biegungen, welche auf Zug- und Druckseite des Drahtkörpers (vergl. S. 8) eine Spannung von der Grösse $s = E\delta : 2R$ hervorrufen, wobei E den Elastizitätsmodul des Drahtmaterials bedeutet. Derselbe ist für Eisen wie für Stahldraht $\sim 20\,000$ zu setzen. Dies gibt:

$$s = 10\,000 \frac{\delta}{R} \dots \dots \dots (246)$$

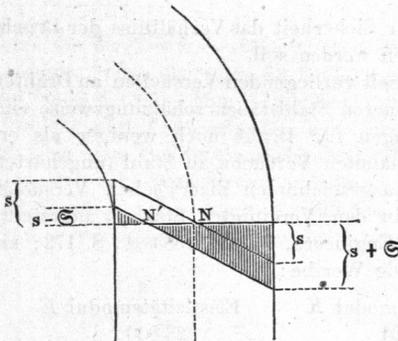
*) Auf amerikanischen Gruben sind 6 litzige Seile mit diesen 19er Litzen, Hanfseele in der Mitte, sehr viel im Gebrauch.

Die auf der Zugseite des Drahtquerschnittes entstehende Spannung s gesellt sich zu der durch P hervorgerufenen Spannung \mathfrak{S} hinzu. Um bleibende Biegungen zu vermeiden, darf daher die Summe $\mathfrak{S} + s$ nicht den Tragmodul überschreiten. Die wirkliche Grösse von R wird ein Minimum, wenn $s = 2\mathfrak{S}$ gemacht wird. Bei diesem günstigsten Verhältniss beansprucht also die Biegung das Drahtseil doppelt so stark als der Zug.

Wie gross indessen auch das Verhältniss zwischen Dehnungsspannung \mathfrak{S} und Biegungsspannung s gewählt werde, jedenfalls stellt die Summe $\mathfrak{S} + s$ die Beanspruchung dar*).

*) Will man also die Sicherheit eines Drahtseiles gegen Zerreißen oder auch gegen blosse Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze ermitteln, so hat man den Werth $(\mathfrak{S} + s)$ in Betracht zu ziehen. Wenn daher von der königlich preussischen Behörde vorgeschrieben wird, dass bei einem Zerreißungsmodul K für den (Stahl-) Draht von 115 kg bei sechsfacher Sicherheit die Spannung $\mathfrak{S} = \frac{1}{6} \cdot 115 = 19,1$ zu nehmen sei, so wird damit eine annehmbare Dehnungsspannung vielleicht vorgeschrieben, der Ausdruck für die Sicherheit aber nicht mit dem wirklich entstehenden Verhältniss in Uebereinstimmung gebracht, indem die Biegungsspannung unerwogen gelassen ist. Hätte ein so berechnetes Seil z. B. 42 Drähte, so wäre sein Durchmesser $d = 10 \delta$, und wenn man nun den Korbdurchmesser wie als zulässig anerkannt, $= 75 d$, den Halbmesser R also $= 37,5 d$ genommen hätte, so würde die Biegungsspannung nach (246) betragen:

Fig. 821.



$s = 10000 \cdot \delta : 37,5 \cdot 10 \delta = 26,66$.

Die Summe $\mathfrak{S} + s$ betrüge also $26,66 + 19,1 = 45,77$ kg. Die wirkliche Bruchsicherheit wäre demnach $= 115 : 45,77 = 2,51$ oder nur $2\frac{1}{2}$ fach. Beistehende Fig. 821 stellt die hier in Betracht kommenden Spannungsverhältnisse dar. Rechts, d. i. auf der Zugseite des Drahtes, gesellt sich die Dehnungsspannung $(+ \mathfrak{S})$ zur Biegungsspannung $(+ s)$ hinzu, eine Gesamtzugspannung $\mathfrak{S} + s$ liefernd; links, auf der Druckseite des Drahtes, vermindert die Dehnungsspannung $(+ \mathfrak{S})$ die Biegungsspannung $(- s)$. Die neutrale Achse des Querschnittes rückt dabei aus der Mitte N beträchtlich nach der konkaven Seite des gebogenen Drahtes, nach N' hin.

Die Verwaltung von Prschibram ermittelt die Bruchsicherheit anders, aber ebenfalls nicht so, dass die sich ergebende Zahl den wirklichen Ausdruck gäbe. Sie setzt sie $=$ dem Quotienten aus $K - s$ und \mathfrak{S} , würde z. B. für den vorstehenden Fall die Sicherheit berechnen zu $(115 - 26,66 \dots) : 19,1 = 88,33 \dots : 19,1 \sim 4,6$, was immer noch beträchtlich mehr ist,

Als Materials für die Lastseile bedient man sich des Eisen- und des Stahldrahtes, deren beider Fabrikation neuerdings ganz besonders ausgebildet worden ist. Man stellt für die Seile her:

geglühten Eisendraht mit Tragmodul $T = 30$	und Bruchmodul $K = 40$
blanken " " "	$T = 40^*)$ " " $K = 56$
Flusstahldraht " " "	$T = 45^*)$ " " $K = 60$
Gusstahldraht " " "	$T = 55^*)$ " " $K = 100$
" " " "	$T = 70^*)$ " " $K = 120$
" " " "	$T = 80^*)$ " " $K = 150$
" " " "	$T = 100^*)$ " " $K = 180$

Hiernach ist es nicht thunlich, allgemein die Festigkeit der Drahtseile anzugeben, sondern es ist für jeden besonderen Fall eine bestimmte Drahtsorte ins Auge zu fassen.

Für Förderseile ist sehr beliebt, als nicht zu spröde und doch sehr fest, Gusstahldraht mit $K = 120 \text{ kg}^{**}$). Empfehlenswerth scheint für denselben $\mathfrak{S} = 20$ und ebenfalls $s = 20$, womit wegen $\mathfrak{S} + s = 40$ eine dreifache Bruchsicherheit erzielt wird^{***}). Der

als gesetzt werden muss, wenn unter Sicherheit das Verhältniss der Bruchlast zur angehängten Last verstanden werden soll.

*) Diese Werthe sind aus vereinzelt vorliegenden Versuchen an Drähten und sodann nach Versuchen an dünneren Stahlstäben schätzungsweise eingesetzt, indem Tragmodulermittlungen für Draht noch weniger als erwünscht, angestellt werden. Die genannten Versuche an Stahl (ungehärtet) sind durch J. W. Cloud auf der ausgezeichneten Emery'schen Versuchsmaschine im Watertown-Arsenal in den Vereinigten Staaten angestellt; siehe Transact. Am. Soc. of Mech. Engineers, Bd. V, 1883/84, S. 173; sie ergaben für fünf Stahlorten folgende Werthe:

Tragmodul T	Bruchmodul K	Elastizitätsmodul E
{ 55	91	23 800
{ 54	107	23 200
{ 49	94	22 500
{ 51	103	21 800
{ 63	101	21 600
{ 58	95	22 000
{ 44	76	22 400
{ 46	66	21 600
{ 47	83	22 900
{ 45	74	21 700

**) Von Felten und Guilleaume in Mülheim a. Rh., Stein in Mülhausen u. A. sehr häufig angewandt.

***) Preussische Behörden bestimmen, dass $\mathfrak{S} = \frac{1}{6} K$, also hier 20 betragen dürfe, und lassen $R = 375 \delta$ zu, was $s = 26\frac{2}{3}$ und die Sicherheit $\sim 2\frac{1}{2}$ ergibt, wie schon oben erwähnt. Prschibram hat mit bestem

Werth $s = 20$ würde fordern $R = (10\,000 : 20) \delta = 500 \delta$. Wird R kleiner gewählt, so sinkt die Sicherheit, wenn grösser, so steigt sie*). Sehr bewährt für die Dauerhaftigkeit der Seile auch für Gruben hat sich das Verzinken der Drähte.

Für stehendes Schiffstauwerk wird gern verzinkter geglühter Eisendraht mit $K=40$ benutzt; für laufende Taue dagegen mehr und mehr Gussstahldraht mit $K = 120$, ebenfalls verzinkt. Beides gilt auch für die Kabel.

Schlepptrassen werden vielfach auch aus Flusseisendraht vom Bruchmodul $K = 40$ und 50 hergestellt.

Treibseile für Dampfpflüge werden mit Vorzug aus dem festesten Gussstahldraht, $K = 180$, gefertigt.

Wegen der Treibseile für Drahtseiltriebe siehe Kapitel XXI.

Zu den stehenden Haupttauen der Drahthängebrücken werden die Drähte nicht versponnen, sondern parallel gelegt und gebündelt (Bündelseile), nämlich in Abständen von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ m durch Gürtungen aus Binddraht zusammengefasst**).

Erfolge die Werthe $\mathcal{E} \sim 16\frac{1}{3}$ und $s \sim 19\frac{1}{6}$, auch $\mathcal{E} \sim 16$ und $s \sim 25\frac{2}{3}$ angewandt, findet aber $s = 19$ bis 20 besser für die Erhaltung des Seiles (vergl. auch §. 268). Man sollte bei vorschriftlichen Bestimmungen über die Rollen- und Trommelgrösse stets deren Verhältniss zur Drahtdicke δ , nicht das zum Seildurchmesser d angeben, da $d : \delta$ bei verschiedenen Drahtzahlen sehr verschieden ausfällt.

*) Wenn $R : \delta$ so klein gewählt ist, dass $\mathcal{E} + s$ den Tragmodul übersteigt, so erfährt das Seil eine bleibende Biegung. Diese ist nicht unter allen Umständen gefährlich. Die Geradestreckung aus der hier skizzirten bleibenden Krümmung 1 . 1 könnte auf der Konkavseite der Drähte Spannungen erzeugen, welche, zu \mathcal{E} addirt, den Tragmodul noch nicht erreichen. Wird aber die Rückwärtskrümmung weiter getrieben, z. B. bis 3 . 3, so könnte eine rückwärtige bleibende Biegung 3' 3' entstehen, deren öftere Wiederholung gefährlich werden müsste. Bei Förderungsanlagen bestätigt sich dies, indem das sogenannte unterschlächtige Seil $W_2 L_2$,

Fig. 822.

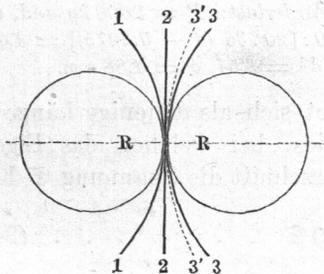


Fig. 792 c, sich rascher abnutzt, als das Oberschlächtige $W_1 L_1$. (Beobachtete Dauerhaftigkeiten auf Zeche Pluto, Schacht Thies: $15\frac{1}{2}$ gegen $22\frac{1}{2}$, 18 gegen 24, $17\frac{2}{3}$ gegen 20 Monate u. s. w.)

***) Grössere Drahtbrücken sind bekanntlich in neuerer Zeit in Nordamerika durch Röhling erbaut worden. Seine Eisenbahnbrücke über den