Die Mechanik fester Körper

Blau, Ernst

Hannover, 1905

§ 48. Riemen- und Seilbetrieb. Beispiele 186-188

urn:nbn:de:hbz:466:1-76868

§ 48. Riemen- und Seilbetrieb.

Während eine **direkte Bewegungsübertragung** von einer auf eine andre Welle durch Stirn-, Kegel-, Schrauben- oder Reibungsräder erfolgt, findet die **indirekte Bewegungsübertragung** durch Riemen- oder Seilbetrieb statt.

a) Riemenbetrieb.

Der Riemenbetrieb wird angewendet, wenn es sich um Übertragung von nicht zu großen Kräften auf nicht zu große Entfernungen handelt.

Ein Riemen ist ein biegsames, an den beiden Enden zusammengefügtes Band ohne Ende. Das Material, aus welchem der Riemen gefertigt ist, ist meist lohgares Leder (seltener Kautschuk, Baumwolle, Drahtgewebe).

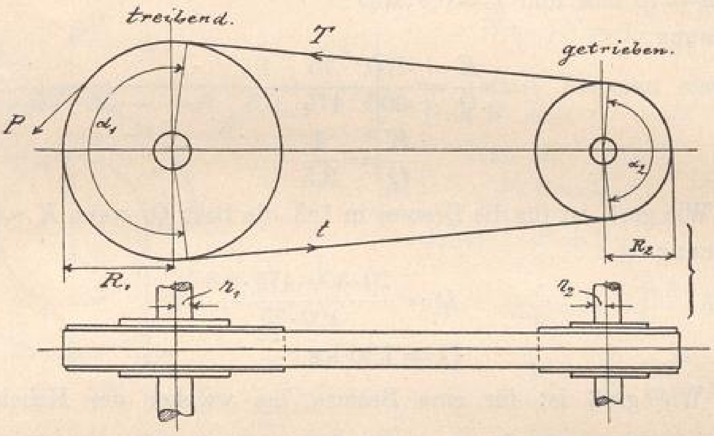

Fig. 159.

Ist der Riemen auf die ruhenden Scheiben aufgelegt, so herrscht in ihm überall die Spannung S. Fig. 159.

Während der Bewegungsübertragung indes wird die Spannung im ziehenden Teil $T > S$, im gezogenen $t < S$. Damit Gleichgewicht vorhanden sei, muß die Umfangskraft P an der treibenden Scheibe gleich sein $T - t$, also

$$P = T - t$$

Nach den Gesetzen der Seilreibung (147) besteht die Beziehung

$$T = t \cdot e^{f\alpha}, \text{ so daß sich ergibt}$$

$$P = t \cdot (e^{f\alpha} - 1)$$

Somit resultieren die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} t &= \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} \\ T &= \frac{P \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{(156)}$$

Die Spannung S, mit welcher der Riemen auf die Scheiben aufgelegt werden muß, kann man setzen

$$S = \frac{T + t}{2} = \frac{P}{2} \cdot \frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \quad \ldots\ldots \quad \mathbf{(157)}$$

In diesen Gleichungen ist der Einfluß der Fliehkraft auf den Riemenbetrieb nicht berücksichtigt.

Die Zapfen haben je einen Druck $2\,S$ aufzunehmen. Die auf den Umfang der Riemenscheiben reduzierten Reibungswiderstände sind dann

$$p_1 = \frac{2S \cdot \varphi \cdot r_1}{R_1} \text{ und } p_2 = \frac{2S \cdot \varphi \cdot r_2}{R_2}$$

Demnach ist der durch die Reibungswiderstände in den Zapfen verursachte Kraftverlust

$$p_1 + p_2 = \varphi \cdot 2S \cdot \left(\frac{r_1}{R_1} + \frac{r_2}{R_2}\right) \text{ oder}$$

$$\boldsymbol{p_1 + p_2 = \varphi \cdot P \cdot \frac{e^{f\alpha}+1}{e^{f\alpha}-1} \cdot \left(\frac{r_1}{R_1} + \frac{r_2}{R_2}\right)} \quad \ldots\ldots \quad \textbf{(158)}$$

Die Größen von $e^{f\alpha}$ sind aus folgender, der Hütte entnommenen Tabelle zu ersehen.

	Lederriemen auf Scheiben aus			
	Holz	Gußeisen		
$\frac{\alpha}{2 \cdot \pi}$	Zustand des Riemens			
	etwas gefettet	sehr gefettet	etwas gefettet	feucht
	$f =$			
	0,47	0,12	0,28	0,38
0,1	1,34	1,01	1,19	1,27
0,2	1,81	1,16	1,42	1,61
0,3	2,43	1,25	1,69	2,05
0,4	3,26	1,35	2,02	2,60
0,5	4,38	1,46	2,41	3,3
0,6	5,88	1,57	2,81	4,19
0,7	7,90	1,66	3,43	5,32
0,8	10,6	1,83	4,09	6,75
0,9	14,3	1,97	4,87	8,57
1	19,2	2,12	5,81	10.9

b) Der Seilbetrieb.

Wenn es sich um Übertragung größerer Kräfte handelt, so wendet man den Seilbetrieb an, und zwar innerhalb von Gebäuden vorteilhaft den **Hanfseilbetrieb,** auf größere Entfernungen von 50 bis 150 m den **Drahtseilbetrieb.**

α) Der Hanfseilbetrieb.

Die Hanfseiltransmission besteht darin, daß ein Hanfseil ohne Ende über zwei mit keilförmigen Rillen versehene Scheiben läuft und sich dabei in die Rillen einklemmt. Dadurch wird eine große Reibung erzeugt und die Spannung im Seile verringert. Der Keilwinkel der Rillen beträgt gewöhnlich $\delta = 45^0$. — Die Spannungen im ziehenden und gezogenen Teile des Seiles sind so groß wie diejenigen beim Riemenbetrieb, eher etwas kleiner wegen der auftretenden größeren Reibung.

β) Der Drahtseilbetrieb.

Da diese Art der Kraftübertragung auf größere Entfernungen angewendet wird, müssen ziehendes und gezogenes Seil durch Leitrollen unterstützt werden. Die Entfernung der Leitrollen hat 16 bis 20 m zu betragen. Die zulässige Umlaufgeschwindigkeit des Seiles ist mit 20 bis 30 m zu wählen. — Ein Seil besteht aus 6 **Litzen** à 6 bis 7 **Drähten.**

Bei der Montage muß das Seil schon eine gewisse Pfeilhöhe haben, Fig. 160. — Die Spannung T zerlegt sich dabei in die Komponenten H und V.

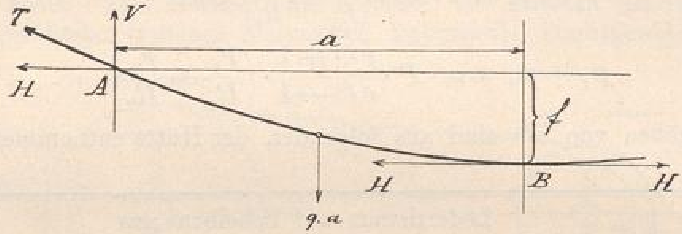

Fig. 160.

Das Gewicht der Längeneinheit der Horizontalprojektion des Seiles soll q kg sein. — Es müßte eigentlich angenommen werden, daß das Gewicht der Längeneinheit des Seiles konstant sei. Wenn dies hier nicht geschieht, so ist es deshalb, damit die Untersuchung sich einfacher gestalte. Man nimmt an

$$q = 0{,}7 \cdot i \cdot \delta^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \mathbf{(159)},$$

wenn i die Zahl der Drähte und δ die Drahtstärke in cm bedeuten.

Das Moment $q a \cdot \frac{a}{2}$ bringt das Durchhängen einer Seilhälfte hervor. — Das Gleichgewicht wird hier hergestellt durch das Moment $H \cdot f$.

Bringt man nämlich in B zwei horizontale, entgegengesetzt gleiche Kräfte H an, so bildet die rechtswirkende mit H in A das Kräftepaar mit dem Momente $H \cdot f$.

Die Gleichgewichtsbedingung lautet demnach

$$q a \cdot \frac{a}{2} = H \cdot f, \text{ daraus ist}$$

$$H = \frac{q a^2}{2 f}$$

Betrachtet man f und a als zugehörige Koordinaten, so ist $H = \frac{q a^2}{2 f}$ die Gleichung einer Parabel. Würde indes die Voraussetzung gemacht werden, daß das Gewicht der Längeneinheit des Seiles konstant sei, dann würde die Gleichung einer Kettenlinie resultieren.

Es lassen sich nun die Pfeilhöhen im führenden und geführten Seile leicht rechnen.

Im führenden Seile ist . . . . $T = \frac{q a^2}{2 f_1}$,

im geführten Seile ist . . . . $t = \frac{q a^2}{2 f_2}$, im ruhenden Seile ist . . . . $S = \frac{q a^2}{2 f}$, so daß sich ergeben

$$\left.\begin{array}{l} f_1 = \dfrac{q a^2}{2 T} \\ f_2 = \dfrac{q a^2}{2 t} \\ f = \dfrac{q a^2}{2 S} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (160)$$

Die Größen von T, t und S sind annähernd so groß wie die entsprechenden beim Riemenbetrieb.

$$\text{Da } \frac{q a^2}{2} = f_1 \cdot T = f_2 \cdot t = f \cdot S \quad \ldots\ldots \quad (161)$$

ist, läßt sich sagen:

„Beim Drahtseilbetrieb ist Spannung mal Pfeilhöhe überall konstant.“

Beispiele.

186. Welche Vielfache der Umfangskraft sind die Spannungen im ruhenden, ferner im führenden und geführten Teil eines etwas gefetteten Riemens, wenn derselbe 0,4 des Umfangs der treibenden Scheibe umspannt?

Auflösung: Für obenstehende Angaben ist $e^{f\alpha} = 2{,}02$.

$$S = \frac{P}{2} \cdot \frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{P}{2} \cdot \frac{3{,}02}{1{,}02}$$

$$\boldsymbol{S = 1{,}48\,P \sim 1{,}5\,P}$$

$$T = \frac{P \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{P \cdot 2{,}02}{1{,}02}$$

$$\boldsymbol{T \sim 2\,P}$$

$$t = \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{P}{1{,}02}$$

$$\boldsymbol{t \sim P}$$

187. Wie groß sind die Spannungen im ruhenden, ferner im führenden und geführten Teil eines Hanfseiles, welches über zwei mit Rillen versehenen Scheiben läuft, wenn $f = 0{,}7$ (bei Keilwinkel $\delta = 45^0$) und $\alpha = 0{,}9 \cdot \pi$ sind?

Auflösung: $$S = \frac{P}{2} \cdot \frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{P}{2} \cdot \frac{2{,}718^{\,0{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot \pi} + 1}{2{,}718^{\,0{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot \pi} - 1}$$

$$\boldsymbol{S = 0{,}66\,P}$$

$$T = \frac{P \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} = P \frac{2{,}718^{\,0{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot \pi}}{2{,}718^{\,0{,}7 \cdot 0{,}9 \cdot \pi} - 1}$$

$$\boldsymbol{T = 1{,}16\,P}$$

$$\boldsymbol{t = 0{,}16\,P}$$

188. Mittels einer Drahtseiltransmission soll auf eine Entfernung von 100 m eine Leistung von 60 PS übertragen werden. Die Antriebsscheibe habe einen Durchmesser von 3,4 m uud mache 100 Touren. Das Drahtseil bestehe aus 42 Drähten, deren jeder einen Durchmesser von 1,4 mm besitzt.

T kann gleich $2P$ und t gleich P angenommen werden. Wie groß sind die Pfeilhöhen im führenden und geführten Teile des Drahtseiles?

Auflösung:
$$P \cdot R = 716200 \frac{N}{n}$$
$$P = \frac{716200 \cdot 60}{100 \cdot 1700}$$
$$P \sim 250 \text{ kg}$$
$$T \sim 500 \text{ kg}$$
$$t \sim 250 \text{ kg}$$
$$q = 0{,}7 \cdot i \cdot \delta^2 = 0{,}7 \cdot 42 \cdot 0{,}14^2$$
$$q \sim 0{,}58 \text{ kg}$$
$$f_1 = \frac{q a^2}{2T} = \frac{0{,}58 \cdot 50^2}{2 \cdot 500} = \frac{0{,}58 \cdot 25}{10}$$
$$f_1 = \mathbf{1{,}45\ m}$$
$$f_2 = \frac{q a^2}{2t} = \frac{0{,}58 \cdot 50^2}{2 \cdot 250} = \frac{0{,}58 \cdot 25}{5}$$
$$f_2 = \mathbf{2{,}9\ m}$$
