Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Der Flaschenzug

urn:nbn:de:bsz:31-270970

Der Tummelbaum.

Fig. 7, Tafel XXVI. Das Gerüst besteht aus zwei durch vier verstrebte Säulen c verbundenen Balkenkreuzen a und b. In der Mitte steht eine Welle, die oben und unten mit Zapfen versehen ist, in einer Höhe von 1·3 Meter über dem Boden 4, 6 bis 8 Arme d und oben einen sogenannten Seilkorb e trägt. Das Seil wird durch eine Rolle f fortgeleitet. Das untere Kreuz wird mit Brettern belegt, auf welchen die Arbeiter um die Welle herum schreiten, während sie gleichzeitig gegen die Arme d drücken. Wird diese Maschine in ziemlich grossen Dimensionen ausgeführt und mit vielen Armen d versehen, so können an derselben allerdings gleichzeitig ziemlich viele (12 bis 16) Arbeiter thätig sein, allein das Missliche ist nun, dass die Thätigkeit des Einzelnen nicht controlirt werden kann, weil jeder eine Stellung annehmen kann, wie wenn er stark drückte, ohne es wirklich zu thun.

Die Erdwinde.

Fig. 8, Tafel XXVI. Diese ist eine Art Tummelbaum. Die Axe geht über das Gerüst hinaus und ist daselbst mit vier langen Druckhebeln versehen, an welchen die Arbeiter drücken, während sie im Kreise um die Welle herumgehen. Diese Winde wird vorzugsweise bei Flussbauten benützt, um Gegenstände aus dem Fluss ans Ufer zu ziehen. Die Winde muss in diesem Falle durch Belastung mit Steinen gegen das Umstürzen, und durch Pflöcke, welche vor die Winde in den Boden getrieben werden, gegen Verschiebung geschützt werden.

Alle diese Winden lassen sich überall leicht herstellen, kosten wenig, sind aber voluminiös, schwerfällig, nicht leicht transportabel und geben in der Regel keine grosse Zugkraft. Als Hilfsmaschinen bei kleinen Bauten aller Art werden sie verwendet und leisten da gute Dienste. Für grössere Bauten, oder wenn überhaupt grössere bedeutendere Zwecke verfolgt werden sollen, werden eiserne Winden angewendet, deren Einrichtung und Construktion in Folgendem erklärt wird.

Flaschenzüge.

Die Einrichtung der Flaschenzüge ist bekannt. Gewöhnlich befinden sich die Rollen einer und derselben Flasche neben einander und drehen sich frei auf einer und derselben Axe. Bei dem zum

Behufe der Theorie dargestellten Flaschenzug, Fig. 9 und 10, Tafel XXVI., sind dagegen die Rollen einer und derselben Flasche über einander gestellt, und jede ist mit einer besonderen Drehungsaxe versehen. Wenn das Seil nicht steif, sondern vollkommen biegsam wäre, und wenn keine Zapfenreibungen statt fänden, müssten in allen Theilen des Seiles gleich starke Spannungen herrschen, wäre demnach die Spannung P am freien Seilende gleich $\frac{Q}{2\,n}$, wobei n die Anzahl der Rollen einer Flasche bezeichnet. Wegen dieser Seilsteifheit und Zapfenreibungen muss dagegen die Seilspannung im Beharrungszustand der Bewegung von Innen nach Aussen wachsen, denn durch die Differenz der Spannungen zweier unmittelbar auf einander folgenden Seilstücke muss die Steifheit des Seiles und die Axenreibung an der Rolle, welche die Seilstücke berühren, überwunden werden.

Nennt man:

δ den Durchmesser des Seiles,
d den Durchmesser des Zapfens oder der Axe, an welcher die Reibung statt findet,
D den Durchmesser der Rolle,
} in Centimetern,
f den Reibungscoeffizienten für die Axen- oder Zapfenreibung,
n die Anzahl aller Rollen einer Flasche,
Q die zu hebende Last,
P die Kraft am freien Ende des Seiles,
T die Spannung am innersten an die unbewegliche Flasche befestigten Seilstücke,
T_1 T_2 .... die Spannungen in den folgenden Seilstücken,
k das Verhältniss der Spannungen zweier unmittelbar aufeinander folgenden Seilstücke,

so findet man leicht, dass annähernd

$$k = 1 + 0{\cdot}26\,\frac{\delta^2}{D} + 2\,f\,\frac{d}{D} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

demnach für je zwei Seilstücke constant ist, vorausgesetzt, dass wir uns einen Flaschenzug mit gleich grossen Rollen denken, und dass die Axen oder Zapfen, an welchen Reibungen statt finden, von gleicher Grösse sind. Dann ist aber:

$$\left.\begin{array}{llll} & T_1 & = k\,T & \\ & T_2 & = k\,T_1 & = k^2\,T \\ & T_3 & = k\,T_2 & = k^3\,T \\ & T_4 & = k\,T_3 & = k^4\,T \\ & \ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ & T_{2n-1} & = k\,T_{2n-2} & = k^{2n-1}\,T \\ P = & T_{2n} & = k\,T_{2n-1} & = k^{2n}\,T \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

Nun ist aber offenbar

$$Q = T + T_1 + T_2 + \ldots\ldots + T_{2n-1} \quad \ldots \quad (3)$$

demnach findet man wegen (2):

$$Q = T\left(1 + k + k^2 + \ldots\ldots + k^{2n-1}\right) = T\,\frac{k^{2n} - 1}{k - 1} \quad \ldots \quad (4)$$

Die letzte der Gleichungen (2) gibt:

$$T = \frac{P}{k^{2n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Führt man diesen Werth in (4) ein, so folgt:

$$Q = P\,\frac{k^{2n} - 1}{k^{2n}\,(k - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

$$\frac{Q}{2\,n\,P} = \frac{k^{2n} - 1}{2\,n\,k^{2n}\,(k - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Dieser Ausdruck (7) bestimmt das Güteverhältniss eines Flaschenzuges.

Gewöhnlich ist k nur wenig von der Einheit verschieden. Setzt man in diesem Falle

$$\left.\begin{array}{l} \zeta = 0{\cdot}26\,\frac{\delta^2}{D} + 2\,f\,\frac{d}{D} \\ k = 1 + \zeta \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

so wird:

$$\frac{Q}{2\,n\,P} = \frac{(1+\zeta)^{2n} - 1}{2\,n\,(1+\zeta)^{2n}\,\zeta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Entwickelt man die Potenzen nach der Binomialformel und vernachlässiget die Glieder, welche zweite und höhere Potenzen von ζ enthalten, so findet man:

$$\frac{Q}{2\,n\,P} = \frac{1}{1+2\,n\,\zeta} = (1 - 2\,n\,\zeta) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Dieser Annäherungsausdruck für das Güteverhältniss eines Flaschenzuges zeigt deutlicher als der genaue, dass das Güteverhältniss mit der Anzahl der Rollen abnimmt, dass es also für die Verwendung einer Kraft nicht vortheilhaft ist, die Rollenzahl zu gross zu nehmen. Diese wird auch selten grösser als $n = 3$ genommen, und man zieht es vor, zur Hebung von sehr grossen Lasten lieber mehrere Flaschenzüge, von denen jeder mit einer geringeren Anzahl Rollen versehen ist, anzuwenden, statt eines einzigen mit sehr vielen Rollen.

Die folgende Tabelle ist vermittelst der genaueren Formel (7) berechnet und zeigt, wie das Güteverhältniss mit k und n abnimmt.

Resultate 4te Auflge pag. 105.

n	Güteverhältniss für		
	$k = 1{\cdot}05$	$k = 1{\cdot}10$	$k = 1{\cdot}15$
2	0·88	0·79	0·75
3	0·85	0·73	0·63
4	0·81	0·66	0·56

Die aufgestellten Gleichungen können auch gebraucht werden, um die Dimensionen eines Flaschenzuges so zu bestimmen, dass derselbe bei einer gewissen gegebenen Rollenzahl ein gewisses Güteverhältniss gibt. Ist nämlich n und $\frac{Q}{2\,n\,P}$ gegeben, so kann vermittelst obiger Tabelle oder aus (7) durch Annäherung k bestimmt werden, und dann bestimmt sich der Werth von D vermittelst

$$D = \frac{0{\cdot}26\,\delta^2 + 2\,f\,d}{k - 1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Es sei z. B. ein Flaschenzug mit $n = 3$ Rollen in einer Flasche anzuordnen, der ein Güteverhältniss 0·85 gibt und eine Last von 5000 Kilogrammen heben soll, dann ist:

$$P = \frac{5000}{0{\cdot}85 \times 2 \times 3} = 980 \text{ Kilgr.}$$

Für diese Zugkraft wird (nach Resultate Seite 38) der Durchmesser des Seiles $\delta = 3{\cdot}5$ Centimeter. Ferner wird

$$d = 0{\cdot}12 \sqrt{\frac{5000}{2}} = 6 \text{ Centimeter}, f = 0{\cdot}1, \quad k = 1{\cdot}05$$

Die Formel (11) gibt demnach:

$$D = \frac{0{\cdot}26 \times 3{\cdot}5^2 + 2 \times 0{\cdot}1 \times 6}{0{\cdot}05} = 87 \text{ Centimeter}$$

Der Rollendurchmesser fällt daher sehr gross aus. Derselbe würde nur 30 Centimeter, wenn man sich mit einem Güteverhältniss von 0·63 begnügte.

Wenn die Flaschenzüge der Einwirkung der Witterung ausgesetzt sind, und die zu hebenden Lasten gross sind, nimmt man Ketten statt Seile. Dann müssen aber die Rollen zur Aufnahme der Kettenglieder eine Furche erhalten.

Eiserne Winden.

Eiserne Winde mit einfacher Uebersetzung.

Fig. 11 und 12, Tafel XXVI. Das Gestell besteht aus zwei dreieckigen Schilden a, die durch drei schmiedeeiserne Traversen b verbunden sind. Zwischen den Schilden befinden sich 1) eine Axe c, an welcher ein Zahnrad d, eine Seilwelle e und eine Bremsrolle f befestigt sind; 2) eine Axe g mit einem Getriebe h und zwei Kurbeln k. Für die Bremsrolle ist ein Bremsband und ein Bremshebel angebracht. Die Axe g ist verschiebbar, so dass h in d eingreift oder nicht eingreift.

Nennt man:

Q die Last am Seil. P die Summe der Kräfte, welche gleichzeitig auf die Kurbeln einwirken und die Axe g drehen. r den Halbmesser von h. R den Halbmesser von d. w den Halbmesser der Seilwelle. k den Halbmesser einer Kurbel, so hat man, wenn alle Nebenhindernisse vernachlässigt werden: