

laufzahl  $n = 19\ 101. 1,5 : 108 \sim 265$ . Gewicht der Welle  $(108 : 101)^2 0,19$  oder  $0,22$  desjenigen der vollen Welle von 120 Umläufen. Reibungsverlust  $0,26$  desjenigen der vollen Welle.

## §. 352.

**Spezifischer Ferntriebwerth.**

Nachdem in den vorstehenden beiden §§. sich durch Vergleichung verschiedener Betriebsmittel manche Verhältnisse haben darstellen lassen, ist doch der vollständige Vergleich der verschiedenen Ferntriebarten, soweit von den Baueinheiten abgesehen werden darf, noch nicht möglich geworden. Dazu fehlt noch eines: die Ermittlung der Materialmenge des die Kraft in grössere Ferne leitenden Körpers. Eine darauf hinielende Untersuchung lässt sich immerhin anstellen und kann gewisse allgemeine Anhaltspunkte gewähren, wenn auch der besondere Fall, oder, um es ganz praktisch auszudrücken, der vereinzelnde Kostenanschlag erst die entscheidende Beurtheilung gewährt.

Die Baustoffmenge, welche ein Ferntrieb für den hauptsächlichsten Krafträger erfordert, lässt sich vergleichsweise durch die Zahl der *PS* ausdrücken, welche 1 kg des Baustoffes bei einem gegebenen Abstand zwischen dem Krafteinleitungs- und dem Betriebspunkte leistet.

Es ist wohl angemessen, diesen Werth den „spezifischen Ferntriebwerth“ eines Triebs zu nennen. Denn ist derselbe hoch, so ist die Triebmethode günstig, wenn niedrig, weniger günstig für Betriebe, bei denen die Ferne eine Rolle spielt.

Der Krafträger stellt sich in allen den betrachteten Fällen mehr oder weniger als eine Art Stab von konstantem Querschnitt  $q$  dar, welcher die Strecke entlang geht und dessen Länge durch den Abstand  $A$  zwischen dem Krafteinleitungs- und dem Betriebspunkte gemessen wird. Als einheitliches Maass der Länge gelte eine Länge  $A_0$ . Dann ist das Gewicht  $G$  des auf diese Länge erforderlichen Stückes des Krafträgers:

$$G = 10 A_0 \frac{q}{100} \sigma . . . . . (364)$$

wobei  $\sigma$  das spezifische Gewicht des Krafträgers bedeutet und die Rauminhalte auf  $\text{kbdm}$  gebracht sind. Die Strecke  $A_0$  entlang wird aber eine in *PS* gemessene Arbeitsstärke

$$N = N_0 q v$$

übertragen oder getragen. Theilen wir diesen Werth durch den vorigen, so erhalten wir die gewünschte Angabe. Nur ist für  $A_0$  noch ein fester, durchaus der Uebereinkunft anheimstehender Werth zu wählen. Wir setzen  $A_0 = 10$  Meter, und wollen den Quotienten  $N:G$  mit  $N_x$  bezeichnen\*). Dann haben wir für den spezifischen Ferntriebwerth die Gleichung:

$$N_x = N_0 \frac{v}{\sigma} \text{ oder auch } = C \frac{2}{3} \frac{\sigma v}{\sigma} \dots (365)$$

Dieser Werth gilt rund für alle von uns betrachteten Fälle mit einem gewissen Vorbehalt, und zwar einen solchen für den Linienbetrieb mit Riemen und Seil, indem bei diesem sowohl vorwärts als zurück das Zugorgan anzubringen ist, für das „führende“ wie das „geführte“ Trum, weshalb für diese Fälle

$$N_x = \frac{N_0}{2} \frac{v}{\sigma} \dots (366)$$

ist. Beim Kreisseiltrieb gilt dagegen die vorige Formel, da bei demselben bloss ein einziges Seil die Strecken entlang läuft und  $A$  also auch bis zur letzten Betriebsstätte zählt, die im allgemeinen dicht bei der Kraftstätte liegend anzunehmen ist. Die aus den Formeln für  $N_x$  hervorgehenden Werthe sind sehr merkwürdig, weil sie starke, unerwartete Verschiedenheiten zwischen den Ferntriebarten ersichtlich machen. Wo hohe Geschwindigkeit oder Schnelle des Kraftträgers sich mit hoher Spannung in demselben paart, gibt es sehr hohen spezifischen Ferntriebwerth; wo beide Grössen klein bleiben müssen, geht, da sie stets miteinander multipliziert auftreten, der Ferntriebwerth auch bedeutend herab. Folgende Tafel stellt die für eine kleine Reihe von Trieben sich ergebenden Verhältnisse den Grössen der  $N_x$  nach geordnet dar.

*Bemerkungen zu der Tabelle. Die Spannungen im Kraftträger sind mit den früher vorgeführten Maximalwerthen, welche statthaft scheinen, bezw. erprobt sind, eingeführt, ohne die oberste zulässige Grenze damit angeben zu wollen. Wegen  $\sigma$  für die Drahtseile vergl. S. 797. Auffallend erscheint das Uebergewicht des Stahlseiles. Sein spezifischer Ferntriebwerth erklärt die Häufigkeit seiner Anwendungen. Es ist obendrein hier nicht einmal der beste Fuss für das Drahtseil vorgesetzt, indem durch Einschlebung einer Gegenrolle an der Kraftstätte sich  $N_0$  nach Formel (310) noch auf das  $1\frac{1}{2}$ fache steigern liesse.*

*Ebenso stark wie das Uebergewicht des Drahtseils tritt die Kleinheit von  $N_x$  für die Triebwelle, insbesondere die volle, in die Erscheinung. Sie*

\*) Der Zeiger  $x$  erinnert an die Entfernung 10 (Meter). Zu anderen Maasssystemen wird man andere Grundabstände einführen können.

Spezifische Ferntriebwerthe.

Kraftträger	v	S	σ	N <sub>0</sub>	N <sub>x</sub>	Verhältnisse
Stahlseil, Kreistrieb . . . . .	30	15	9,0	10	33 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	100
Stahlseil, Linientrieb . . . . .	30	15	9,0	10	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	50
Eisenseil, Kreistrieb . . . . .	30	6	9,0	4	13 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	40
Stählernes Leitungsrohr . . . . .	4	24	7,78	16	8,26	24,8
Eisenseil, Linientrieb . . . . .	30	6	9,0	4	6 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	20
Lederrriemen, Linientrieb . . . . .	30	0,38	1,0	1 <sup>1</sup> / <sub>5</sub>	6,0	18
Schmiedeisernes Leitungsrohr . . . . .	4	12	7,78	8	4,13	12,4
Hanfseil, Linientrieb . . . . .	30	0,17	1,0	1 <sup>1</sup> / <sub>12</sub>	2,5	7,5
Gusseisernes Leitungsrohr . . . . .	4	4,5	7,78	3	1,55	4,6
Stählerne Rohrwellen . . . . .	2	3	7,78	3,6	0,92	2,8
Eiserne oder stählerne volle Welle	1	3	7,78	2	0,26	0,8

steht auf der untersten Stufe. Die als etwas Neues in Betracht kommende Rohrwelle hat, obwohl sie weit besser zum Ferntrieb passen würde, als die volle Welle, immerhin nur einen kleinen Ferntriebwerth.

Die nathfreien eisernen und namentlich die stählernen Röhren erringen dem Leitungsrohrbetrieb eine recht hohe Ziffer. Zu bemerken ist zu den Angaben, um Missverständnissen vorzubeugen, dass  $v$  hier die Schnelle der Flüssigkeit im Rohr bezeichnet. Dampf- und Lufttrieb sind nicht vom Wassertrieb getrennt, da es sich hier nur um die Rohrgewichte handelt. Einer Erwähnung verdient noch der Umstand, dass die Reziproken der  $N_x$  dem Gewicht des Kraftträgers, wenn von dessen Zuthaten, Flantschen, Kupplungen u. s. w. abgesehen wird, proportional sind, indem  $G_x = N : N_x$  ist. Hiernach erhält z. B. für einen 200 pferdigen Ferntrieb mittelst Druckwassers, gleichviel wie hoch die Wasserspannung gewählt wird, bei  $A = 300 = 30 \cdot 10$  m das nackte Stahlrohr ein Gewicht von  $30 \cdot 200 : 8,26 = 726$  kg, vorausgesetzt, dass man die Rohrwand so berechnet, dass sie 24 kg Materialspannung erfährt, und die Rohrweite so angenommen ist, dass das Wasser sich mit 4 m Schnelle im Rohr bewegt. Für allgemeine Ueberschläge kann diese Berechnungsweise immerhin einen Nutzen gewähren. Vergessen darf der Entwerfer einer Ferntriebsanlage nicht, dass das Herabgehen mit Spannungen und Geschwindigkeiten den Ferntriebwerth in sehr merkbarem Verhältniss herabzieht.

Die besprochenen Werthe von  $N_x$  sind die Brutto- oder Rohwerthe; sie entsprechen der in den Ferntrieb eingeleiteten Arbeitsstärke. Es drängt sich die Frage auf, wie es sich mit den Netto- oder Reinwerthen  $(N_2)_x$  verhalten wird, d. h. dem Quotienten  $N_2 : G$  aus der an der Betriebsstätte aus dem Ferntrieb hervorgehenden Arbeitsstärke  $N_2$  und dem für den Kraftträger aufgewandten Gewicht. Diese Frage lässt sich nicht so einfach beantworten wie die frühere. Denn die Effekterluste im Ferntrieb, welche durch Reibungen, Steifigkeit, Widerstand im Mittel, Wirbelbewegungen, Stösse, Wärmeverluste u. s. w. herbeigeführt werden, hängen zu sehr von den Einzelkeiten jedes Baues ab, als dass man sie in übersichtliche Ausdrücke fassen könnte; erst aus einem ziemlich vollständigen Entwurf lassen sie sich ermitteln. Ein beschränkter Ueberblick lässt sich indessen auch hier gewinnen, der einen gewissen Anhalt, wenn auch einen nicht ganz bestimmten, gibt. Es ist folgender.

Je mehr  $PS$  ein Kilogramm des beweglichen Kraftträgers auf denselben Abstand zu leiten vermag, desto geringer ist die durch Lagerung und dergl. aufzunehmende Last des Kraftträgers bei einem gegebenen Werth der Arbeitsstärke, desto geringer also sind, wegen der kleineren in Betracht kommenden Massen, die Reibungen und anderen schädlichen Widerstände. Mit anderen Worten: je grösser der spezifische Ferntriebwerth,

desto kleiner ist im allgemeinen der Antheil der schädlichen Widerstände.

Die oben zusammengestellten rohen Ferntriebwerthe geben deshalb ein gewisses Bild von den Verhältnissen der Effektverluste. Unsere Werthe von  $N_x$  stehen, wenn auch keineswegs genau im umgekehrten, so doch im entgegengesetzten Verhältniss der Verluste für schädliche Widerstände, so dass sich die Reinwerthe  $(N_2)_x$  noch günstiger stellen, als die oben berechneten Rohwerthe  $(N_x)$  derselben, günstiger in dem Sinne, dass die hohen Werthe der  $N_x$  im Verhältniss weniger verlieren, als die niedrigen, sobald die Effektverluste in Abzug gebracht werden.

Am schärfsten tritt dies zu Tage, wenn man den Drahtseiltrieb mit dem Vollwellentrieb vergleicht. Solche Vergleiche sind möglich, weil sich nach Früherem die Effektverluste des Wellentriebs leicht allgemein berechnen lassen und weil Kraftmessungen an ausgeführten Drahtseiltrieben vorliegen.

Der in §. 300 behandelte Eisendrahtseiltrieb von Oberursel, ein Linientrieb, verliert in seiner jetzigen Ausführung rund 14 Proz. auf die eingeleiteten 104 *PS* bei 966 m Abstand zwischen Kraft- und Betriebsstätte. Für Betrieb mit (vollen) Wellen berechnet sich nach (353) der Reibungsverlust  $p_r$  zu 966 : 950  $N_0$ . Setzen wir  $N_0 = 2$ , was hoch gegriffen ist, so erhalten wir  $p_r = 483 : 950 = 0,502 \sim 0,50$ . Der reine Ferntriebwerth  $(N_2)_x$  beträgt hiernach:

$$\text{beim Seiltrieb} \quad . \quad . \quad (1 - 0,14) 6^{2/3} = 5,73$$

$$\text{beim Wellentrieb} \quad . \quad (1 - 0,50) 0,26 = 0,13.$$

Während sich also die rohen Ferntriebwerthe verhielten wie 20 : 0,80, verhalten sich die reinen wie 5,73 : 0,13, d. i. wie 20 : 0,46. Verloren gehen würden rund 52 *PS* für die Reibung der Welle; somit würde bei Niederwasser, wo die Turbine nur 40,3 *PS* ausgibt, dieselbe gar nicht im Stande sein, die lange Triebwelle in ihren Lagern zu drehen. Wie sich der als Beispiel angezogene Seiltrieb noch günstiger, noch verlustfreier würde bauen lassen, ist in dem Beispiel S. 832 gezeigt worden.

Dass man zu solchen oder ähnlichen Ergebnissen gelangen muss, begreift sich, wenn man bedenkt, dass das Drahtseil sehr schnell läuft und mit hoher Spannung arbeitet, dazu von Rollenzapfen getragen wird, die mit ganz kleiner Umfangsschnelle gehen (etwa  $\frac{1}{30} v$ ), während auf der anderen Seite die Welle nur schwach gespannt sein darf, nur eine geringe Umfangs-

schnelle hat und mit dieser selben Schnelle auch die Reibung in ihren Lagern überwinden muss. Es wird auch hier besonders deutlich, wie sehr die Veranlassung vorlag, bei Triebwerken zu den Einrichtungen, wie sie der Haufseiltrieb mit sich gebracht hat, überzugehen.

---

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

BEHÄLTER AN HALTUNGEN  
FÜR DRUCKORGANE.

---

§. 353.

**Verschiedene Arten von Behältern.**

Die wichtigsten Theile der Haltungen für Druckorgane sind Gefässe, Behälter, Becken, Kammern, in welchen Druckorgane in mehr oder weniger bedeutender Menge Aufnahme finden, um entweder durch Ueberdruck oder durch Unterdruck zu gegebenen Zeiten zur Wirkung gebracht zu werden; im ersteren Falle ist die Haltung eine Ueberdruck- oder Hochdruckhaltung, im zweiten eine Unter- oder Tiefdruckhaltung. Die beiden Haltungen eines Schiffahrtskanales, welche an eine und dieselbe Schleusenkammer anstossen, vergl. Fig. 993, vertreten die beiden Gattungen. Die in der Technik zur Verwendung kommenden Haltungen sind sehr zahlreich, wie bereits in §. 312 gezeigt wurde. Wenn wir hier auf ihre Behälter etwas näher einzugehen haben, müssen wir uns, der Natur unserer Aufgabe gemäss, auf diejenigen beschränken, welche der Maschinenbauer herzustellen hat, das sind die Behälter von Gusseisen, Schmiedeisen, Kupfer und Stahl. Anwendung finden dieselben für tropfbare wie für gasförmige Flüssigkeiten und sind grösstentheils Gegenstände besonderer Fabrikation.