

In ähnlicher Weise dienen Vierweghähne zum Umschalten zwischen vier Leitungen. Den auf Seite 488 erläuterten Muschelschiebern entsprechen die Drehschieber oder Corlißhähne der Hahnsteuerungen an Kraft- und Arbeitsmaschinen. Häufig als vier getrennte Steuerteile ausgebildet, wie des näheren in dem Abschnitt über Zylinder besprochen ist, liegen sie in Bohrungen quer zum Zylinder und geben je nach ihrer Stellung die Dampfwege frei oder versperren sie. Abb. 875 zeigt links einen Ein- und einen Auslaßhahn *E* und *A* am unteren Ende eines liegenden Zylinders *Z*, rechts Einzelheiten des Auslaßhahnes *A* mit der zugehörigen Spindel. Der Hahn ist hohl und dadurch in der Längsrichtung genügend steif ausgebildet, an den Enden in den Hahngehäusebohrungen und außerdem im mittleren Teil noch durch drei Rippen gut geführt. Zur Ver-

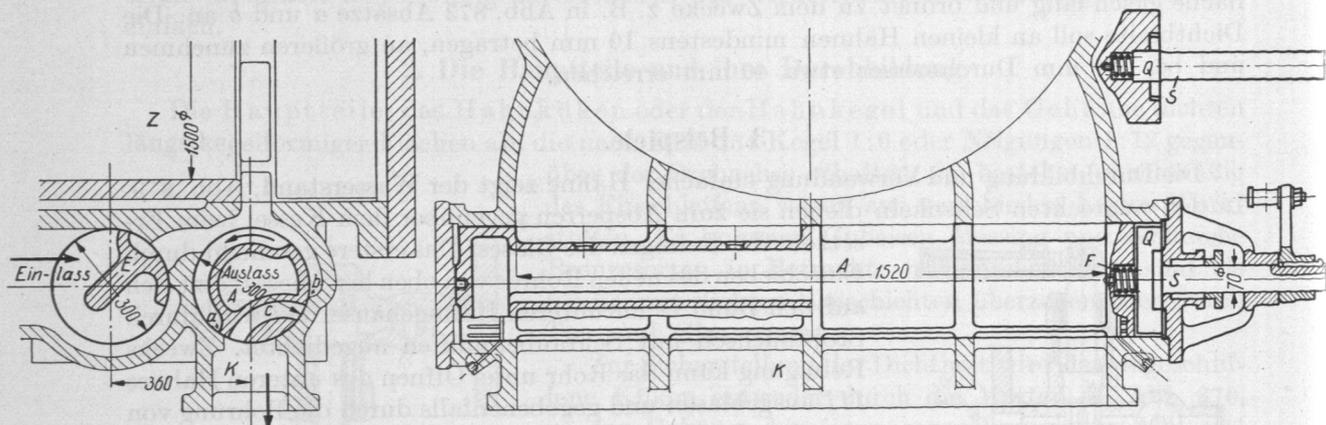


Abb. 875. Corlißhähne. M. 1 : 20.

steifung des Einlaßhahnes *E* dient die auf seinem Rücken angebrachte hohe Rippe. Beide Hähne haben doppelte Öffnung, indem z. B. der Auslaßhahn bei der Drehung im Sinne des Pfeiles den Dampf längs der Kante *a* unmittelbar, längs *b* durch den Schlitz *c* zum Auspuffkanal *K* strömen läßt. Die Antriebspindeln müssen die von der Steuerung erteilte Bewegung spielfrei übertragen, gleichzeitig aber die Anpressung der Hähne an den Steuerflächen ermöglichen, die gewöhnlich durch den Dampfdruck bewirkt, manchmal aber noch durch besondere Federn unterstützt wird, wenn sich die Hähne infolge ihres Eigengewichts von den Dichtflächen abzuheben suchen. In Abb. 875 ist die Spindel nicht fest mit dem Auslaßhahn verbunden, nimmt diesen vielmehr mittels des in dem Schlitz am Schieberkopf liegenden rechtflächigen Querstücks *Q* mit. Die Abdichtung durch die Stopfbüchse wird durch Aufschleifen der Scheibe *S* auf den Bund am Deckel und die Feder *F*, die jene anpreßt, unterstützt.

#### Zehnter Abschnitt.

### Seile, Ketten und Zubehör.

Die Hauptanwendungsgebiete der Seile sind einerseits Hebe- und Transportanlagen, andererseits Seiltriebe. Die zu den letzteren benutzten Seile sind im Abschnitt 27 besprochen.

Man unterscheidet Faser- und Drahtseile.

#### I. Faserseile.

Faserseile finden sich als Rundseile aus badischem Schleißhanf, russischem Reinhanf und Manilahanf bei den eigentlichen Hebe- und Transportanlagen nur noch an Flaschenzügen, an kleineren, von Hand betriebenen Bauwinden und an einfachen Aufzügen; im übrigen

sind sie durch die Drahtseile verdrängt worden. Ihrer Weichheit wegen benutzt man sie aber gern als Anschlagseile zum Anhängen der Lasten an die Haken, da Ketten leichter die zu hebenden Stücke beschädigen. Flachseile, aus mehreren, nebeneinander gelegten und vernähten Litzen oder Rundseilen bestehend, werden bei Fördermaschinen verwandt, weil sie auf Bobinen spiralig aufgewickelt, sehr wenig Konstruktionsraum beanspruchen. Als Rohstoff wird dabei neben den oben genannten vielfach die Aloefaser gebraucht.

Verwandt mit den Flachseilen sind die breiteren, gewebten Gurte für Aufzüge, Becherwerke und Bandtransporte. Sie werden aus den verschiedensten Faserstoffen, ferner aus Leder, Papierstoff, Drahtgeflecht, Gummi mit Einlagen usw. hergestellt.

Rundseile von  $d = 13$  bis 52 mm Durchmesser bestehen meist aus 3 bis 4 Litzen, Abb. 876, Flachseile für Förderzwecke bei 30 bis 60 mm Dicke und 100 bis 400 mm Breite aus 4 bis 8 nebeneinander liegenden Litzen. Sehr verschiedene Abmessungen weisen die Gurte je nach Verwendungszweck auf.

Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse tränkt man die Seile mit Karbolineum oder mit Teer, muß freilich beim Teeren ein um 10% größeres Gewicht und eine um 10% geringere Festigkeit in Kauf nehmen. Hanfseile in Bergwerken, an großen Seiltrieben usw., fettet man zweckmäßigerweise mit dem in den „Richtlinien“ [X, 6] empfohlenen und näher gekennzeichneten Hanfseifett Nr. 34 ein.

Bei der Berechnung ist vor allem die Krümmung, unter der das Seil auf die Trommeln aufgewickelt oder auf den Rollen abgelenkt wird, zu beachten. Je schärfer diese Krümmung ist, um so ungleichmäßiger sind die Fasern ein und desselben Querschnitts in Anspruch genommen, um so stärker und rascher leidet das Seil, und um so geringer soll es belastet werden. Bei Hebezeugen nimmt man gewöhnlich den Rollen- und Trommeldurchmesser  $D$ , Abb. 876, gleich der zehnfachen Seilstärke  $d$ , muß jedenfalls, wenn man darunter bleibt und bis zu  $D = 7 d$  geht, die Belastung erheblich ermäßigen. Als Seilquerschnitt pflegt man den Inhalt des umschriebenen Kreises oder bei Flachseilen den des umschriebenen Rechteckes in die Rechnung einzusetzen. Bei etwa achtfacher Sicherheit gegen Bruch gelten umstehende Zahlen (Zusammenstellung 101 und 102).

Bei langen Seilen darf die Wirkung des Eigengewichts, bei großen Anfahr- geschwindigkeiten die der Beschleunigung des Seils und der angehängten Last nicht vernachlässigt werden.

Bei  $k_z$  kg/cm<sup>2</sup> zulässiger Spannung und  $q_1$  kg/m Gewicht eines Seiles von 1 cm<sup>2</sup> Querschnitt, das für ungeteerten Hanf zu 0,1 kg/m angenommen werden kann, ist die Grenze der Verwendung eines durchweg gleich starken Hanfseils durch die Länge:

$$L = \frac{k_z}{q_1} = \frac{100}{0,1} = 1000 \text{ m} \quad (240)$$

gegeben, weil dann seine Tragfähigkeit schon durch das Eigengewicht ausgenutzt wird. Diese Teufe und noch größere lassen sich nur durch Seile mit verschiedenem Querschnitt erreichen, dergestalt, daß das untere Ende nach der zu tragenden und zu beschleunigenden Last bemessen, die darüber liegenden Querschnitte aber dem Gewicht und den Massenkräften des Seils entsprechend verstärkt werden.

Zum Aufhängen oder Befestigen der Rundseile benutzt man Schlaufen oder Ösen, die durch Umbiegen und Verspleißen der Enden entstehen. Zwecks Schonung empfiehlt sich das Einlegen von Blechkauschen, Abb. 877.

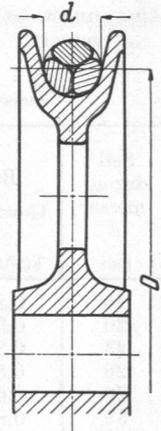


Abb. 876. Rolle mit dreilitzigem Seil.



Abb. 877. Seilkausche.

Zusammenstellung 101. Zulässige Beanspruchungen an Faserseilen.

Baustoff	Zulässige Beanspruchung auf Zug bei einem Rollendurchmesser von		
	$D \geq 10 d$	$D = 7 d$	$D \geq 80 d \dots 50 d$
	an Hebezeugen		bei Förderseilen
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Badischer Schleißhanf, ungeteert . . . . .	110	90	95 . . . 80
„ „ „ geteert . . . . .	100	80	75
Russischer Reinhanf, ungeteert . . . . .	100	80	—
„ „ „ geteert . . . . .	90	70	—
Aloe, ungeteert „ . . . . .	—	—	100
„ geteert . . . . .	—	—	90

Zusammenstellung 102. Runde Hanfseile von Felten &amp; Guillaume, Köln a./Rh.

Seil- durch- messer $d$ mm	Ungeteert				Geteert			
	Bad. Schleißhanf		Russ. Reinhanf		Bad. Schleißhanf		Russ. Reinhanf	
	Gewicht $q$	Arbeitslast $Q$	Gewicht $q$	Arbeitslast $Q$	Gewicht $q$	Arbeitslast $Q$	Gewicht $q$	Arbeitslast $Q$
	kg/lfdm.	kg	kg/lfdm.	kg	kg/lfdm.	kg	kg/lfdm.	kg
16	0,21	230	0,20	200	0,23	200	0,22	176
20	0,31	350	0,30	314	0,34	314	0,33	275
23	0,39	470	0,38	416	0,43	416	0,42	363
26	0,51	600	0,50	531	0,58	531	0,56	464
29	0,67	740	0,65	660	0,75	660	0,72	578
33	0,80	960	0,78	855	0,90	855	0,87	748
36	0,96	1145	0,93	1017	1,07	1017	1,04	890
39	1,15	1340	1,10	1194	1,23	1194	1,25	1044
46	1,50	1870	1,45	1661	1,70	1661	1,65	1453
52	1,95	2390	1,90	2122	2,20	2122	2,15	1857

Für Hanfseile erhalten die gußeisernen Rollen glatte, nach dem Seilhalbmesser ausgedrehte Rillen, in die sich das Seil ohne Klemmen einlegt, Abb. 876, Windentrommeln, Abb. 878, dagegen meist zylindrische Oberflächen. Auf diesen wickelt sich das Seil in dicht nebeneinander liegenden Lagen auf, wenn der Ablenkwinkel nicht größer ist als der Steigungswinkel der Schraubenlinie. Das Aufwickeln in mehreren Lagen übereinander ist zulässig. Die Trommellänge wird so gewählt, daß auch bei völligem Ablassen der Last zwei bis drei Sicherheitswindungen zurückbleiben, damit die Befestigungsstelle des Seils geschont und das Seil beim Ablaufen nicht etwa plötzlich unter der Last nach der entgegengesetzten Seite scharf abgebogen wird. Die Trommeln erhalten stets Bordränder von 2 bis 4  $d$  mm Höhe, je nachdem das Seil in einer oder bis zu drei Lagen aufgewickelt werden soll.

Zur Endbefestigung dient ein eingeschraubter oder eingegossener Bügel, Abb. 878. Für die Wahl der Trommelwandstärke sind meist Gußrücksichten maßgebend; nur bei großen Trommeln erreicht die Druckbeanspruchung durch die unter Spannung umgelegten Seilwindungen, ebenso wie die Beanspruchung auf Biegung und Drehung durch die Last, größere Werte. Für gute Entlüftung beim Guß und leichte Entfernungsmöglichkeit des Kernes nach demselben ist durch Kernlöcher in den Endscheiben Sorge zu tragen.

Als Wirkungsgrad von Hanfseilrollen und -trommeln darf im Mittel  $\eta = 0,95$  genommen werden.

**Berechnungsbeispiel.** In Abb. 878 bis 882 sind die an Hebemaschinen gebräuchlichen Zugmittel mit den zugehörigen Trommeln oder sonstigen Antriebsmitteln vergleichshalber für ein und dieselbe Last von  $Q = 1000$  kg und die gleiche Hubhöhe  $H = 10$  m dargestellt. Ein ungeteertes Hanfseil muß bei  $k_z = 100$  kg/cm<sup>2</sup> unter Vernachlässigung des Eigengewichts:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{Q}{k_z} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ cm}^2$$

Querschnitt oder  $d = 36$  mm Durchmesser haben und verlangt  $D = 10 d = 360$  mm Trommeldurchmesser. Die Mindestzahl der Windungen  $i$  und die Trommellänge  $l$  folgen aus:

$$i = \frac{H}{\pi \cdot D} = \frac{1000}{\pi \cdot 36} = 8,86.$$

Erhöht man  $i$  auf 12, so wird bei einer Lage des Seils auf der Trommel:

$$l = 12 \cdot 36 = 432 \approx 450 \text{ mm.}$$

Bei  $D' = 324$  mm Außendurchmesser der eigentlichen Trommel und  $s = 12$  mm Wandstärke beläuft sich die Beanspruchung auf Druck, wenn man einen aus der Trommel

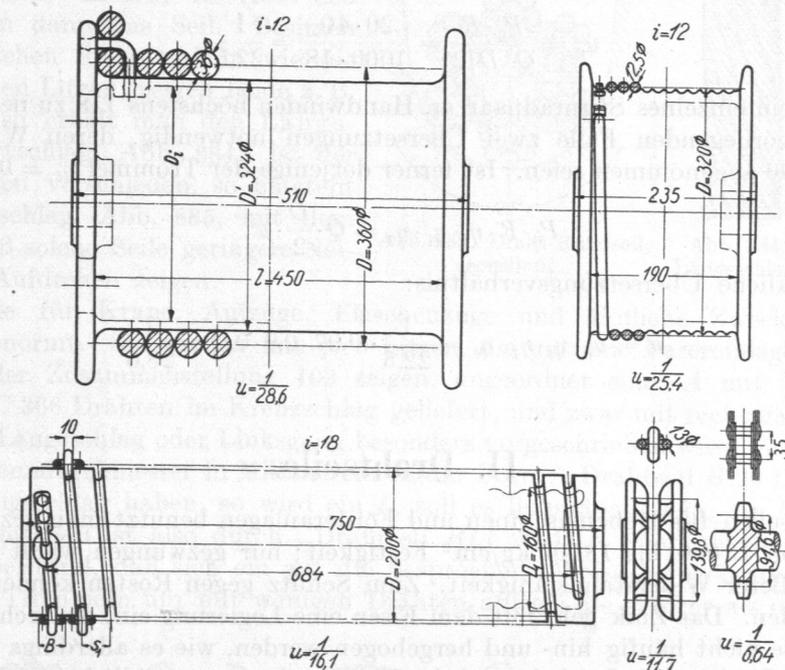


Abb. 878—882. Vergleich der an Hebermaschinen gebräuchlichen Fördermittel. M. 1: 10.

Abb. 878. Hanfseil, ungeteert; Abb. 879. Drahtseil; Abb. 880. Gliederkette mit Trommel; Abb. 881. Kalibrierte Kette mit Kettennuß; Abb. 882. Gallsche Kette. M. 1: 10.

herausgeschnittenen Streifen von  $d$  mm Breite mit dem darum gelegten Seil betrachtet und ungünstigerweise annimmt, daß die im Seil wirkende Kraft in voller Größe von der Trommelwand aufgenommen wird:

$$\sigma_d = \frac{Q}{s \cdot d} = \frac{1000}{1,2 \cdot 3,6} = 232 \text{ kg/cm}^2.$$

Auch kann man die Trommelwandung als ein Rohr betrachten, das unter einem äußeren Überdruck:

$$p = \frac{2 Q}{D' \cdot d} = \frac{2 \cdot 1000}{32,4 \cdot 3,6} = 17,2 \text{ kg/cm}^2$$

steht. Tatsächlich wird die Spannung dadurch niedriger, daß an den Enden der Wicklung auch die Endscheiben zum Tragen herangezogen werden und dadurch, daß beim Aufwickeln einer neuen Windung Zusammendrückungen der Trommelwand entstehen, die die vorherigen Seilgänge entlasten und lockern und so die Gesamtbelastung der Wandung vermindern. Die Druckbeanspruchung bleibt aber jedenfalls im vorliegenden Falle gegenüber den geringen Biege- und Drehspannungen für die Beurteilung der Inanspruch-

nahme maßgebend. Denn, wenn die Last mitten auf der Trommel hängt, wird:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{32 \cdot Q \cdot l \cdot D'}{4 \pi \cdot [(D')^4 - D_i^4]} = \frac{32 \cdot 1000 \cdot 45 \cdot 32,4}{4 \cdot \pi (32,4^4 - 30^4)} = 12,7 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\tau_d = \frac{16 M_d \cdot D'}{\pi [(D')^4 - D_i^4]} = \frac{16 \cdot 1000 \cdot 18 \cdot 32,4}{\pi \cdot (32,4^4 - 30^4)} = 10,2 \text{ kg/cm}^2.$$

Mit dem Trommeldurchmesser  $D$  ist auch das nötige Übersetzungsverhältnis des Windwerks bestimmt, wenn das Antriebmoment gegeben ist. Soll ein Mann die Last an einer Kurbel von  $R = 400$  mm Halbmesser mit  $P_0 = 20$  kg Umfangskraft heben, so wird das theoretische Übersetzungsverhältnis nach den Ausführungen im Abschnitt 25 über Zahnräder:

$$u_0 = \frac{P_0 \cdot R}{Q \cdot D/2} = \frac{20 \cdot 40}{1000 \cdot 18} = \frac{1}{22,5}.$$

Da man für ein einzelnes Stirnradpaar an Handwinden höchstens 1:8 zu nehmen pflegt, so sind im vorliegenden Falle zwei Übersetzungen notwendig, deren Wirkungsgrade  $\eta_1 = \eta_2 = 0,90$  angenommen seien. Ist ferner derjenige der Trommel  $\eta_t = 0,97$ , so muß:

$$P_0 \cdot R \cdot \eta_t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = Q \cdot \frac{D}{2} \cdot u,$$

oder das wirkliche Übersetzungsverhältnis:

$$u = u_0 \cdot \eta_t \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = \frac{1}{22,5} \cdot 0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = \frac{1}{28,6}$$

sein.

## II. Drahtseile.

Zu Drahtseilen für Hebemaschinen und Förderanlagen benutzt man gezogenen Gußstahldraht von 13000 bis 18000 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit; nur gezwungen wählt man solchen von noch größerer Widerstandsfähigkeit. Zum Schutz gegen Rosten können die Drähte verzinkt werden. Das Zink geht mit dem Eisen eine Legierung ein, die recht fest haftet, wenn die Seile nicht häufig hin- und hergebogen werden, wie es allerdings beim Laufen über Rollen oder beim Aufwickeln auf den Trommeln unvermeidlich ist. Dann springt die Schicht ab, so daß der Schutz kein dauernder ist. Die Verzinkung bietet also nur solchen Seilen, die keinem mechanischen Verschleiß unterworfen sind, wie Hänge- und Spannseilen, guten Schutz. Ferner wird der Härtegrad des Drahtes beim Hindurchziehen durch das flüssige Zink vermindert, so daß mit etwa 10% niedrigerer Festigkeit und mit geringerer Gleichmäßigkeit der Seile als im unverzinkten Zustand gerechnet werden muß. Zudem ist der Preis verzinkter Seile höher. Aus allen den Gründen ist die Anwendung derselben im Hebezeugbau, wo sie früher mit Vorliebe verwendet wurden, bedeutend zurückgegangen. Nach der DIN 655 werden nur Seile aus Drähten von 13000 und 16000 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit blank und verzinkt, solche von 18000 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit nur blank geliefert.

Vorteilhaft ist eine mit Holzteer getränkte Hanfseele im Innern der Seile. Die Teerschicht haftet stark an den Drähten und schmiert die Seile von innen heraus. Diese Wirkung soll durch eine Schmierung von außen her mit dickem Öl zweckmäßig unter Graphitzusatz ergänzt werden; das Öl schützt die äußeren Drähte, vermindert die Reibung, dringt aber nicht in das Innere des Seiles ein und muß öfters ersetzt werden.

In den Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln des Vereins deutscher Eisenhüttenleute werden dazu für Seile im Bergwerks- und Schifffahrtsbetriebe, an Hochofen- und Gichtaufzügen das Drahtseilöl Nr. 21 (Mischöl oder Steinkohlenteerfettöl oder Braunkohlenteeröl) und die Drahtseilfette Nr. 26, Koepeseilfette Nr. 27 und Trommelseilfette Nr. 28 empfohlen. [X, 6].