

abwärts von seinem Sitz entfernt werden kann, wird, bevor dies geschieht, mittelst des Umlaufventils b' entlastet. Es sitzt lose, und nach oben frei beweglich auf seiner Schraubenspinde. Tritt nun in der Leitung vom Ventil zur Dampfverbrauchsstelle ein Bruch oder eine übertriebene Dampfentladung ein, so wirft der nachströmende Dampf das Ventil in die Schlussstellung.

Entlastung eines Hebevventils kann auch durch Druck der gesperrten Flüssigkeit auf einen mit dem Ventil verbundenen Kolben erzielt werden. Eine gewöhnliche Ventilstange dient schon als ein solcher Entlastungskolben; man hat dieselbe gelegentlich so viel verdickt oder erweitert, dass eine beabsichtigte Grösse der Entlastung eintrat (Hofmann). Kolbenentlastung wird auch bei den Minderungsventilen (Reduzirventilen*) gewöhnlich verbunden mit Entlastung durch Gewichte an Hebeln, oder mit solcher durch Federn, oder auch durch Gegendruck einer Quecksilbersäule (Schäffer und Budenberg) in mannigfachen Formen angewandt. Auf diese Ventile näher einzugehen, fehlt es hier an Raum.

B. Gleitungs- oder Schiebventile.

§. 373.

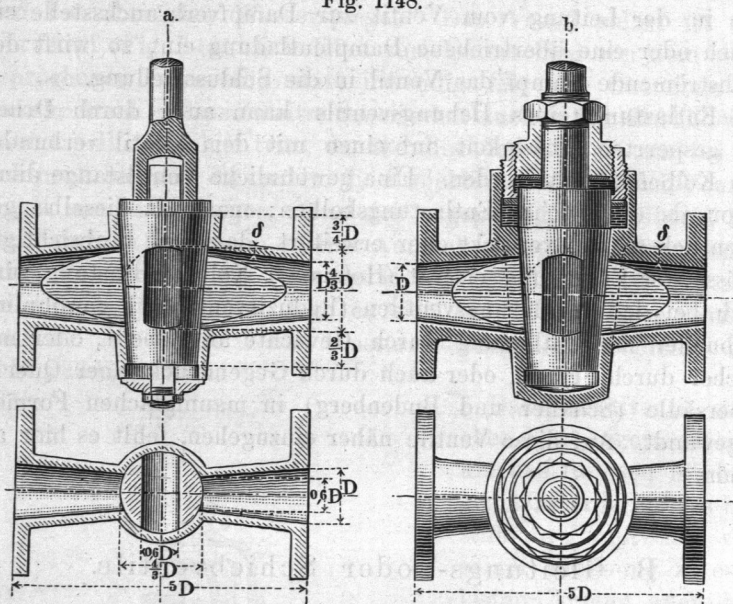
Hähne und Drehschieber.

Bei den drehbaren Gleitungsventilen wird der Ventilspiegel sehr häufig kegelförmig gestaltet, damit ein blosses Nachschieben des Ventilkörpers nach der Kegelspitze hin eine Anpressung des Ventils an seinen Sitz bewirken könne. Das Ventil heisst dann ein Hahn. Fig. 1148 (a. f. S.) zeigt zwei Formen des gebräuchlichen konischen Hahns; der Ventilkörper heisst Hahnschlüssel, auch Kükén. Man macht die Durchlassöffnung des Hahnschlüssels bei grösseren Ausführungen überhöht, um den Durchmesser des Schlüssels klein halten zu können; der Querschnitt der Oeffnung wird dabei gleich dem Rohrquerschnitt $\pi/4 D^2$ genommen. Eine (durch Versuche von Edwards) erprobte Grösse des Anzugs des Hahnkegels ist $1/3$, an jeder Seite. Für die Wanddicke δ des

*) Das K. Patentamt hat für Reduzirventil die Bezeichnung Druckminderungsventil amtlich eingeführt; das Bestimmungswort Druck kann, wie bei „Reduzirventil“ selbst, wohl noch weggelassen werden.

Gehäuses kann man, wenn dasselbe aus Gusseisen besteht, Formel (319) benutzen, wonach $\delta = 12 + D/50$; bronzene Hahn-

Fig. 1148.



gehäuse erhalten $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ dieser Wanddicke. Der Hahn unter *b* ist unten im Gehäuse ganz verschlossen und hat oben zwei Stopfbüchsen*), eine für den Schlüssel als Ganzes und eine zweite für dessen Drehachse; mittelst der letzteren und der darüber liegenden Gegenmutter kann man den Hahnschlüssel fein einstellen.

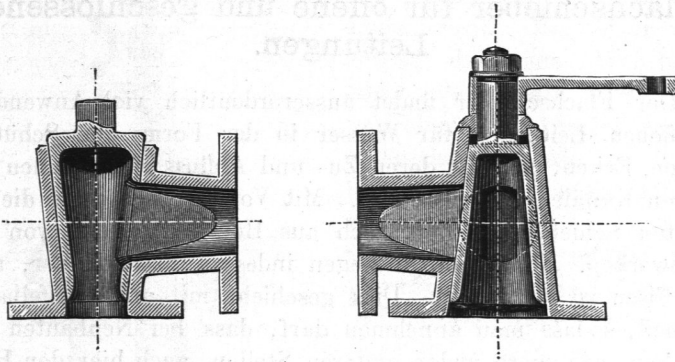
Fig. 1149 zeigt zwei Hähne mit Hohlschlüssel, sehr beliebt als Einspritzhähne für Kondensatoren.

Macht man den Spitzenwinkel des Hahnkegels $= 180^\circ$, so geht der Hahn in einen ebenen Drehschieber über, öfter als Regelungsventil an Lokomotiven benutzt, als Steuerungsventil nur selten verwendet. Vollständige cylindrische Hähne, d. h. solche, bei denen der Spitzenwinkel $= \text{Null}$, werden nur wenig angewandt, obwohl von Manchen befürwortet; dagegen sind theilweis ausgeführte cylindrische Gelenkventile in der Form schwingend bewegter Drehschieber viel im Gebrauch, namentlich bei den Corlissmaschinen und deren Verwandten. Einen schwingend

*) Mosler's Hahn, D. R.-P. 33912.

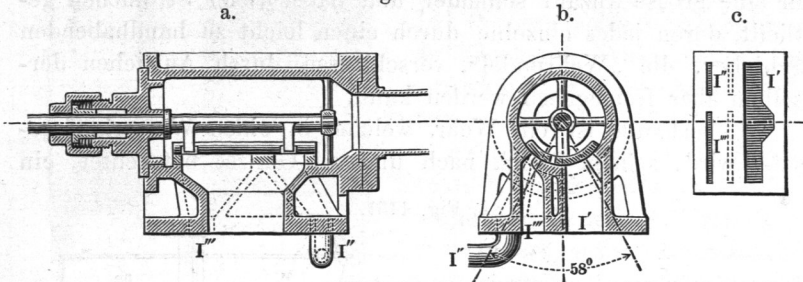
betriebenen Drehschieber, der als Anlassventil einer Dreiverbundmaschine dient*), zeigt Fig. 1150. a Längen-, b Querschnitt,

Fig. 1149.



c Schieberspiegel von oben, abgewickelt gedacht. Der vorliegende Schieber vereinigt in sich drei Gleitungsventile, je eines für die drei Zugänge I', I'' und I''' der drei Schieberkasten.

Fig. 1150.



Diese Zugänge sind in der unter b gezeichneten Stellung alle drei geschlossen, öffnen sich aber gleichzeitig, wenn der Schieber etwas nach links versetzt wird. Hierbei führt der trapezförmige Ausschnitt von I' dem Hochdruckcylinder zuerst Dampf für „halbe Kraft“ zu, während auch die beiden anderen Cylinder durch die Kanälchen I'' und I''' etwas frischen Dampf empfangen, sodass die Maschine sicher „anspringt“. Wird dann der Schieber noch weiter versetzt, so deckt er I'' und I''' wieder zu, legt aber I' für „volle Kraft“ ganz frei.

*) S. Z. D. Ingenieure 1886, S. 509, Meyer, Dreifach-Expansions-Schraubenschiffmaschine.

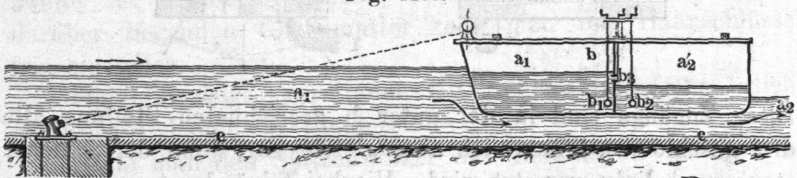
§. 374.

Flachschieber für offene und geschlossene Leitungen.

Der Flachschieber findet ausserordentlich viel Anwendung in offenen Leitungen für Wasser in der Form der Schützen, Archen, Erken, mittelst deren Zu- und Abfluss von kleinen wie grossen Kanälen geregelt wird. Mit Vorzug baut man die genannten Schieber zur Zeit noch aus Holz, abgesehen von den Triebwerken. Die Anfänge liegen indessen bei uns vor, auch hier Eisen zu verwenden. Dies geschieht mit unbezweifelbarem Vortheil, sodass man annehmen darf, dass bei Neubauten der Eisenbau, wie an so vielen anderen Stellen, auch hier den Holzbau bis auf wenige besondere Fälle verdrängen wird. Auch für mächtige breite Durchlässe findet der Schieber im Wasserbau Anwendung unter anderm in der Form des genial erdachten Nadelwehres. Bei diesem ist der breite, zu sperrende Wasserstrom in eine grosse Anzahl schmaler und dabei tiefer Strömchen getheilt, deren jedes einzelne durch einen leicht zu handhabenden Schieber, die „Wehrnadel“, verschlossen, durch Aufziehen derselben aber freigegeben werden kann.

Ueberhaupt ist ein Wehr, welches in einen Wasserlauf gesetzt wird, seinem Zweck nach und als Ganzes betrachtet, ein

Fig. 1151.



Ventil, und zwar ein Ventil in offener Leitung. Bei ganz geringem Wasserzuzfluss, sogenanntem Immerwasser, sperrt es die Leitung zeitweise völlig ab; bei regelmässigem Wasserstand lassen die Durchlasswehre seitlich den Abfluss mit der Schnelle, welche der Verkleinerung des Durchflussquerschnittes entspricht, stattfinden; die Ueberfallwehre lassen das Wasser über ihre Oberkante abfliessen. Bei den beweglichen Wehren ist das sperrende, den Durchfluss regelnde Ventil verstellbar. Die französischen

Fig. 1152 a.

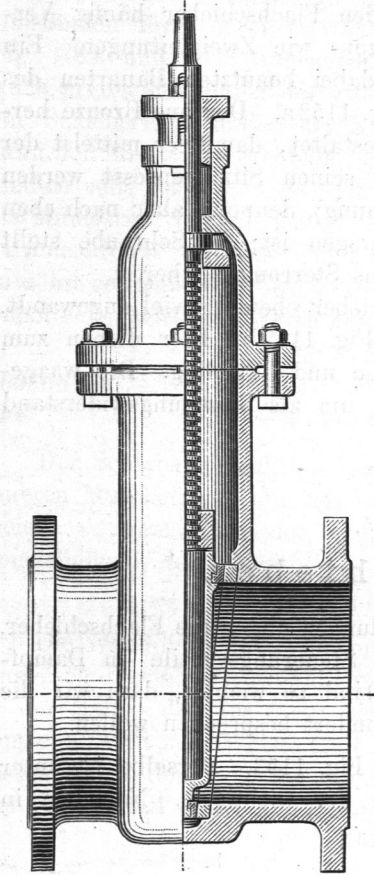
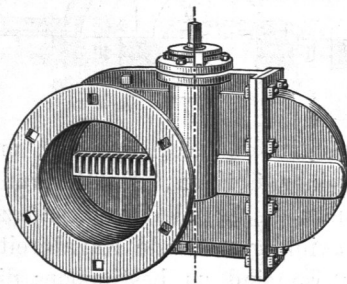


Fig. 1152 b.



Ingenieure haben die stellbaren Wehre ganz besonders und erfolgreich ausgebildet, wie denn ihnen auch das Nadelwehr verdankt wird. Bei einer ganz neuen, deutschen Wehrbauart bildet das ganze Wehr einen von oben nach unten verstellbaren Schieber, wie der in Fig. 1152 a. Es ist dies das schwimmende Wehr des Ingenieurs Schmick, welches in Fig. 1151, aber bloss schematisch dargestellt ist*). Das Wehr besteht aus einer Reihe von beinahe dicht aneinanderschliessenden Schiffsfässen, Prahmen, immer je drei zu einem Joch fest verbunden, welches bergwärts mittelst schwerer Ketten verankert ist. Alle drei Prahme jedes Joches führen veränderbaren Wasserballast in zwei oder mehr hintereinander liegenden Abtheilungen a_1' und a_2' . a_1 verkehrt durch ein stellbares Ventil b_1 mit dem Oberwasser, a_2' desgleichen durch b_2 mit dem Unterwasser, beide Ballasthalter untereinander durch das Ventil b_3 . Durch angemessene Verstellung der Ventile b_1 , b_2 und b_3 kann man das Wehr b zum Sinken, wie zum Steigen bringen und dadurch den Niveau-Unterschied von Ober- und Unterwasser nach Belieben regeln. Wenn alle drei Regelungsventile geschlossen sind, folgt das Wehr den Schwankungen des Oberwasserspiegels.

*) S. Schmick, das Prahmwehr, Z. f. Baukunde, München 1884, S. 502.

In geschlossenen Wasserleitungen, namentlich denen für städtische Wasserversorgung, finden Flachschieber häufig Verwendung zum Sperren von Haupt- wie Zweigleitungen. Ein Beispiel von den mannigfachen, dabei benutzten Bauarten des Schiebers nebst Getriebe zeigt Fig. 1152a. Der aus Bronze hergestellte Schieber ist keilförmig gestaltet, damit er mittelst der ihn tragenden Schraube fest an seinen Sitz gepresst werden kann (Anpressung in zweiter Ordnung), dennoch aber nach eben begonnener Hebung leicht zu bewegen ist; die Schraube stellt man, der Rostverhütung wegen, aus Sterrometall her.

In Gasleitungen sind Flachschieber ebenfalls viel angewandt. Ein Beispiel der Bauweise zeigt Fig. 1152b. Hier dienen zum Bewegen des Schiebers Zahnstange und Triebbling. Die waagerechte Schubrichtung ist gewählt, um als Bewegungswiderstand nur Reibung auftreten zu lassen.

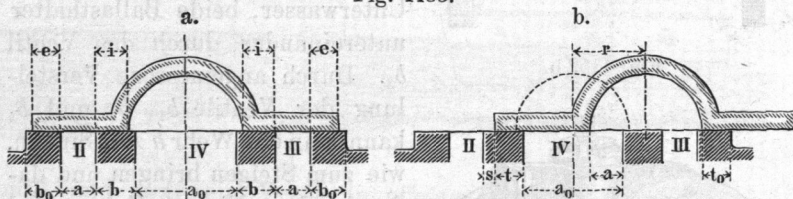
§. 375.

D a m p f s c h i e b e r .

Die allerzahlreichsten Anwendungen finden die Flachschieber, auch Planschieber genannt, als Steuerungsventile in Dampfmaschinen. Diese Anwendungen sind so wichtig, dass wir die meistbenutzten Bauarten hier gesondert besprechen wollen.

1. Der Muschelschieber. Fig. 1153. Derselbe ist unter den geradhübrigen Flachschiebern der wichtigste. Nachdem in

Fig. 1153.



§. 328 die Auffindung seiner Deckungen dargelegt worden, erübrigt hier noch die Ermittlung seiner übrigen, die Sperrung betreffenden Abmessungen. Man sucht die Kanalhöhe a klein zu halten, indem man die zu ihr rechtwinklig stehende Kanalbreite recht gross wählt. Ist a gegeben, so sind zu bestimmen: die Deckungen e und i , die Steghöhe b , die Randhöhe b_0 des Spiegels, die Höhe a_0 des Auswegs IV, die Hublänge r , die Schieber-

länge l und die Spiegellänge l_0 . Die Deckungen e und i , unter Umständen für e zwei Werthe e_2 und e_3 , werden nach den in Fig. 1024 und 1025 angegebenen Verfahrungsweisen ermittelt. Auch ergibt sich dabei der grösste Werth s , Fig. b, um welchen der Schieberrand hinter die Kanalkante zurücktritt. Es bleibt dann der Rest t der Steghöhe b zu wählen, welcher noch bedeckt bleiben soll, da $b = s + t$ ist. t findet sich sehr verschieden, als Mindestwerth kann man $t = 4$ annehmen; t geht bis 10 und 11 mm. Nach Annahme von t hat man, damit der Ausweg nie zu sehr verengt wird, $a_0 + t - (e + a + i) = a$ zu machen, wobei e den mittleren Werth aus e_2 und e_3 bezeichnet. Man erhält:

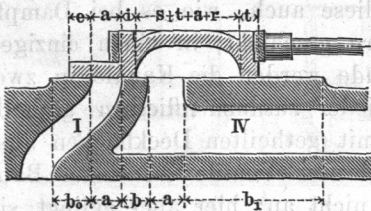
$$\left. \begin{aligned} \text{Sodann ist:} \quad & a_0 = 2a + l + i - t \\ & r = a + e + s \\ \text{und} \quad & l = 4a + 3l + i + 2s + t \end{aligned} \right\} \dots (411)$$

Der Schieberspiegelrand muss, wie unter b erkennbar, vom inneren Muschelrand um mindestens einen Werth t_0 , den man meist $= t$ gemacht findet, fern bleiben; dies liefert für die Spiegelhöhe l_0 den Werth $a_0 + 2b + 2a + 2b_0$, oder:

$$l_0 = 4a + 3e - i + 4s + t + 2t_0 \dots (412)$$

Die Wanddicke des Schiebers findet sich, wenn derselbe aus Gusseisen besteht, gewöhnlich ungefähr $= 10 + D/200$, d. i. $=$ der Hälfte der aus (320) hervorgehenden Cylinderwanddicke gemacht. Will man Weissmetall an der Schiebersohle angewandt wissen, so ist dem Schieber ein bronzener Körper zu geben, da das Weissmetall selbst nicht fest genug ist.

Fig. 1154.



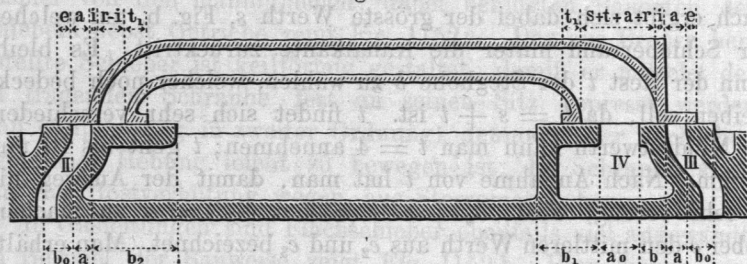
2. Der getheilte Muschelschieber, Fig. 1154. Hier sind zwei und zwei von den vier Ventilen, welche im Muschelschieber vereinigt waren, als je ein Stück hergestellt, dann aber wieder durch ein Gestänge verbunden. Diese Bauart liefert kurze Dampfkanäle

I und *III*. Die Höhe jedes der Schieber kommt $= 3a + 2e + 2s + t + t_0$, beider zusammen also: $l = 6a + 4l + 4s + 2t + 2t_0$.

3. Der Kanalschieber, Fig. 1155 (a. f. S.). Dieser liefert ebenfalls geringe Längen für die Dampfwege *II* und *III*, was bei Cylindern von grossem Hub unter Umständen vortheilhaft ge-

nannt werden kann. Die Gesamthöhe der Schiebergrundfläche kommt: $l = 6a + 5e + 3s + i + 2t_0$.

Fig. 1155.



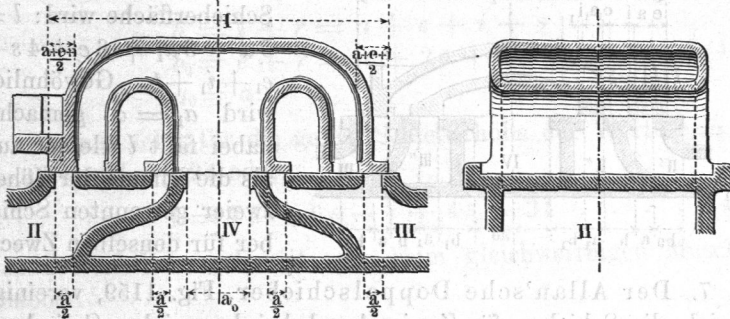
1. Beispiel. Bei $a = 20$, $e = 20$, $c = 18$, $s = 10$, $t = t_0 = 5$ mm kommt für den einfachen Muschelschieber die Grundflächenhöhe $l = 4 \cdot 20 + 3 \cdot 20 + 18 + 2 \cdot 10 + 5 = 183$ mm. Für den getheilten Muschelschieber ergibt sich $l = 6 \cdot 20 + 4 \cdot 20 + 4 \cdot 10 + 45 = 260$ mm, für den Kanalschieber $l = 6 \cdot 20 + 5 \cdot 20 + 3 \cdot 10 + 18 + 2 \cdot 5 = 278$ mm. In den Verhältnissen dieser Höhen- oder Längenausdehnungen, also wie $183 : 260 : 278$, stehen die Reibungswiderstände der drei Schieber, ebenso die Reibungsarbeiten derselben, da die Hublänge $2r$ bei allen dieselbe, nämlich $= 2e + 2a + 2s = 2 \cdot 20 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 10 = 100$ mm ist.

Um die Reibungsarbeit des Schiebers klein zu halten, hat man zu jenem Mittel der Vervielfachung gegriffen, welches bei den Hubventilen so mannigfach in Anwendung ist. Die Auflösung des Schiebers in zwei getrennte, an sich vollständige Schieber ist sehr in Uebung bei den oscillirenden Schiffsdampfmaschinen; hier tritt als Grund für die Theilung noch hinzu, dass sich bei derselben die Schieberlast symmetrisch zur Querachse des Cylinders vertheilen lässt; die beiden Schieber stellen dann acht Ventile vor. Man kann aber diese auch, wie es bei Dampfmaschinen mit ruhenden Cylindern geschieht, in einen einzigen Schieber vereinigen. Zu dem Ende werden die Kanäle in zwei oder mehr Kanäle, die später wieder zusammenfließen, getheilt und der Schieber entsprechend mit getheilten Deckflächen ausgerüstet. Diese Vereinigung mehrerer Ventile zu einem Baustück ging bei den Hubventilen nicht an; hier aber gelingt sie leicht, weil sich die Schlussflächen der vereinigten Ventile ohne Schwierigkeit in eine Ebene legen lassen, und liefert sehr brauchbare Bauarten, wie Folgendes zeigt.

4. Der Penn'sche Gitterschieber, Fig. 1156. Er ist ein zweifacher Schieber. Die Höhe a des Eingangskanals ist in zwei Stücke $a/2$ eingetheilt. Verfährt man bei der Bestimmung

der Höhen im übrigen wie oben, so erhält man für die Schieberhöhe: $l = 5,5 a + 3,5 e + 3 s + t + 2 t_0 + \frac{1}{2} i$, und für

Fig. 1156.

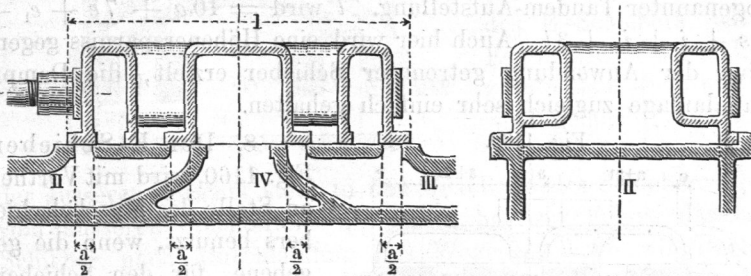


den Hub: $2r = a + e + s$, d. i. halb so viel als oben. Es leuchtet ein, dass die Deckungen $e/2$ und $i/2$ zu der Kanalhöhe $a/2$ in demselben Verhältniss stehen müssen, wie das Diagramm für die Beziehungen $a : e : i$ vorschreibt.

2. Beispiel. Für $a/2 = 10$, $e/2 = 10$, $i/2 = 9$, $s/2 = 5$, $t = t_0 = 5$ kommt $l = 5,5 \cdot 20 + 3,5 \cdot 20 + 3 \cdot 10 + 5 + 2 \cdot 5 + 9 = 234$ mm, $2r = 10 + 20 + 10 = 50$ mm. Hiernach verhält sich hier die Reibungsarbeit zu der eines einfachen, gleichwerthigen Muschelschiebers wie $234 \cdot 50 : 183 \cdot 100 = 117 : 183$ oder $1 : 1,56$, was eine beträchtliche Ersparniss ausdrückt.

5. Der Borsig'sche Gitterschieber, Fig. 1157. Dieser unterscheidet sich von dem vorigen nur baulich, indem die

Fig. 1157.

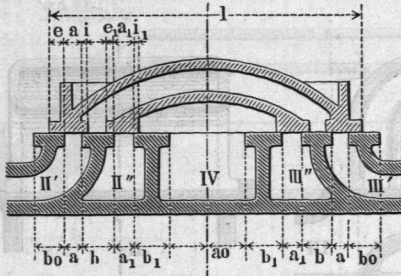


Dampfzulasse zum zweiten Einwegpaar von oben durch den Schieber geführt sind, was dazu nöthigte, die Nebenkanäle des ersten Einwegpaars seitlich im Schieber anzubringen.

6. Der Hick'sche Doppelschieber, Fig. 1158 (a. f. S.). Dieser dient für Zweiverbundmaschinen mit parallelen Cylindern

(Hornblower und Woolf). Die Dampfwege II' und III' dienen für den kleinen oder Hochdruckcyliner, die Wege II'' und III''

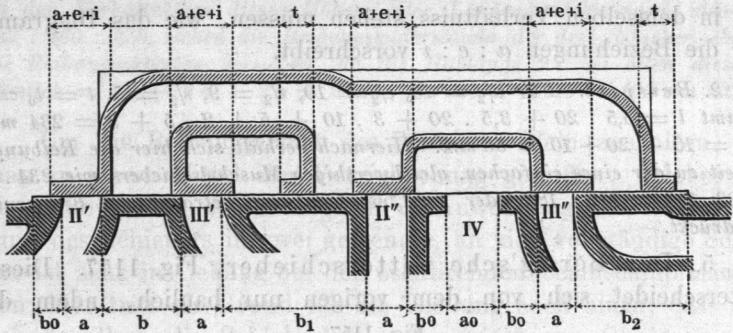
Fig. 1158.



für den Expansionscyliner. Die Höhe l der Schieberfläche wird: $l = 5a + 3a_1 + 6e + 4s + e_1 + i_1 + t_0$. Gewöhnlich wird $a_1 = a$ gemacht; dabei fällt l kleiner aus, als die Summe der Höhen zweier getrennten Schieber für denselben Zweck.

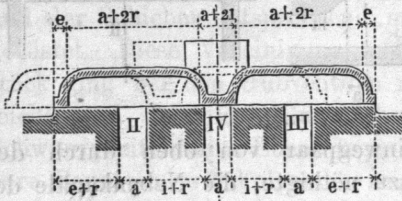
7. Der Allan'sche Doppelschieber, Fig. 1159, vereinigt in sich die Schieber für Zweiverbund bei konaxialen Cylindern,

Fig. 1159.



sogenannter Tandem-Aufstellung. l wird $= 10a + 7e + e_1 + 6s + i + i_1 + 3t_0$. Auch hier wird eine Höhenersparniss gegenüber der Anwendung getrennter Schieber erzielt, die Dampfkalananlage zugleich sehr einfach gehalten.

Fig. 1160.



8. Der E-Schieber, Fig. 1160, wird mit Vortheil an Stelle des Muschelschiebers benutzt, wenn die gegebene, für den Schieberbetrieb verwertbare Schubbewegung entgegen dem für den Muschelschieber geeigneten Sinne erfolgt. Statt ein Hebelwerk einzuschalten, ändert man dann bloss den Schieber in vorliegende Form ab (Anwen-

neten Sinne erfolgt. Statt ein Hebelwerk einzuschalten, ändert man dann bloss den Schieber in vorliegende Form ab (Anwen-

dungen siehe Fig. 1006 und 1008). Der Muscheln sind hier zwei. Zulass findet bei Ueberschreitung des Spiegelrandes durch einen Muschelrand statt. Man hat betreffend die Höhen zunächst wieder $r = a + e + s$, dann aber:

$$\left. \begin{aligned} b &= i + r = a + e + i + s \\ b_0 &= e + r = a + 2e + s \\ a_0 &= a \end{aligned} \right\} \dots (413)$$

Daraus folgt für die ganze Schieberhöhe der Werth $l = 3a + 2b + 2b_0 + 2t$ oder

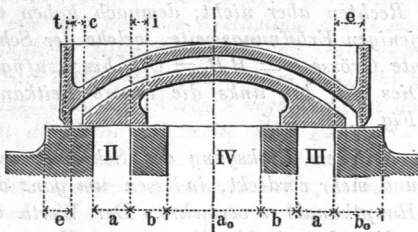
$$l = 7a + 6e + i + 4s + 2t \dots (414)$$

was beträchtlich mehr ist, als beim gleichwerthigen Muschelschieber.

3. Beispiel. Setzen wir wie im 1. Beispiel $a = e = 20$, $i = 18$, $s = 10$, $t = 5$ mm, so kommt $l = 13 \cdot 20 + 18 + 4 \cdot 10 + 2 \cdot 5 = 328$ mm gegen die 183 des Muschelschiebers. Man sieht hieraus, dass bloss bei kleinem a und kleinen Deckungen der E-Schieber empfehlenswerth ist, wie auch in Fig. 1006 und 1008 an den Ausführungen zu erkennen. Dennoch ist der in diesem Schieber zur Geltung kommende Grundsatz, den Spiegelrand als Eröffnungskante zu benutzen, sehr brauchbar und hat eine vortreffliche Verwendung in dem folgenden Schieber gefunden.

9. Der Trick'sche Schieber, Fig. 1161*). Auch dieser ist als ein Doppelschieber anzusehen; zwischen den beiden ihn

Fig. 1161.



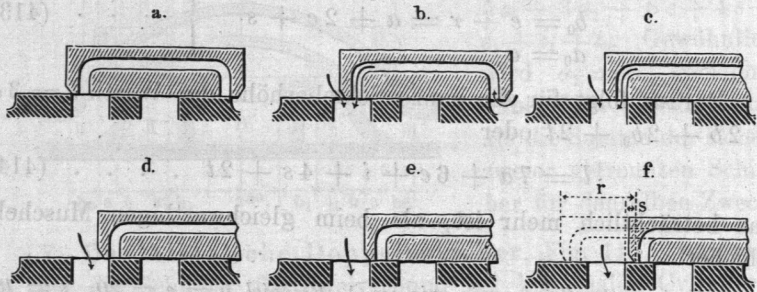
zusammensetzenden Muschelschiebern geht ein Leitkanal c durch, welcher wie die Muscheln des E-Schiebers wirkt. Es gilt wieder wie früher: $r = a + e + s$, und es wird gemacht: $b_0 = 2e - t$, d. h. der innere Rand

der äusseren Muschel steht in der Mittellage des Schiebers um e vom äusseren Spiegelrand ab. Dies hat zur Folge, dass der Schieber nach Durchlaufung des Weges e , wenn wir Rechtsbewegung voraussetzen, sowohl links den Kanal a wie gewöhnlich freilegt, als er ihm auch von rechts durch den Leitkanal c

*) Trick in Esslingen hat diesen Schieber 1857 erfunden und gebaut, Allan in England erst 1858 bis 1860; in den Ver. Staaten nennen die Ingenieure den Schieber richtig den Trick'schen Schieber.

Zufluss gibt. Letzteres geschieht also doppelt so stark, mit doppelt so viel Eröffnung, als der äussere Schieberrand links bewirkt. Es lassen sich fünf Abschnitte der Zulassungswaise unterscheiden; dieselben sind durch die folgenden Figuren a bis f versinnlicht,

Fig. 1162.



in welchen die innere Muschel, als wie üblich wirkend, weggelassen ist.

Erster Abschnitt. Sobald der Schieber die Stellung a überschreitet, beginnt die erwähnte doppelte Einströmung. Tragen wir sie in einem Zeuner'schen Diagramm auf (vergl. S. 947), so haben wir von V oder A ab die Fahrstrahlstücke des Schieberkreises, welche die Eröffnung angeben, zu verdoppeln, und zwar bis die innere Leitkanalkante rechts am Spiegelrand angelangt ist, Fig. b. Die Auftragung im Diagramm liefert die Kurve $A B_1$.

Zweiter Abschnitt. Von der Stellung b aus wächst die Eröffnung zur Linken noch weiter, die zur Rechten aber nicht; demnach haben wir von da ab im Diagramm zu derjenigen Eröffnungsweite, welche der Schieberkreis angibt, noch die konstante Grösse $c = B B_1 = C C_1$ hinzuzufügen, was die Kurve $B_1 C_1$ liefert. Dies gilt, bis links die innere Leitkanalkante an die Stegkante gelangt, Fig. c.

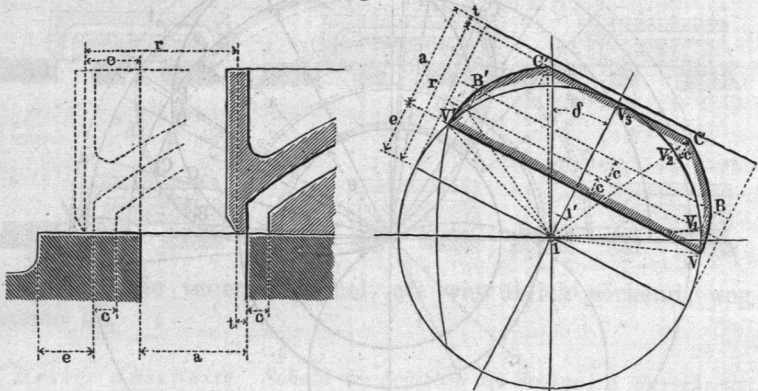
Dritter Abschnitt. Bei weiterem Linksgang des Schiebers wird nun die Leitkanalöffnung mehr und mehr verdeckt, indessen um ganz dieselbe Grösse die Eröffnung des Hauptkanals a vermehrt. Der Werth der Eröffnung bleibt also konstant; dies dauert, bis die äussere Kante des Leitkanals den Stegrand erreicht hat, Fig. d. Im Diagramm wird der Eröffnungswerth durch den Kreisbogen $C_1 D$ aus 1 angegeben.

Vierter Abschnitt. Der Schieber geht noch weiter nach rechts, mit seinem Stegrand die Oeffnung a noch weiter freilegend, bis sein äusserer Rand an der Stegkante angelangt ist, Fig. e. Die Eröffnungsweite wächst also hierbei noch um die Höhe t des äusseren Schiebersteiges und wird im Diagramm durch den Schieberkreisbogen $D E$ angegeben.

Fünfter Abschnitt. Der Schieberrand tritt hinter die Stegkante zurück, bis er um s von derselben absteht, Fig. f; dabei bleibt aber die

1. Beispiels zu erhalten, $a = 20 + s = 25$, $e = 20$, $i = 18$, $e_1 = 2$ mm, so erhält man zunächst $r = a + e - s = 25 + 20 - 5 = 40$ mm, so dann $a_0 = 2 \cdot 25 + 2 + 18 - 5 - 5 = 60$ mm, $b = 20 - 2 + 5 - 5 = 18$ mm, $c = 20 - 5 - 2 = 13$ mm und $l = 4 \cdot 25 + 4 \cdot 20 - 2 + 18 - 3 \cdot 5 + 5 = 186$ mm gegen 183 beim Muschelschieber, also recht gute Verhältnisse. Die Eröffnungen sind in Fig. 1164 in der Form meines Diagramms von S. 946 dargestellt. Die innere Muschel wirkt wie gewöhnlich.

Fig. 1164.



Schliesslich seien noch die Abmessungen eines von Trick selbst angegebenen Schiebers hier angeführt: $a = 45$, $e_1 = i = 2$, $t = 5,5$, $b = 25,5$, $e = 21,5$, $c = 14$, $s = (-) 9,5$, $r = 57$, $l = 134$, $b_0 = 37$, $l_0 = 148$ mm, $\delta = 30^\circ$.

Der Trick'sche Schieber eignet sich vorzüglich für die Steuerungen der Verbundmaschinen wegen seiner guten Eröffnungsverhältnisse und wird daselbst neuerdings mit besonderem Vorzug in der Form von Doppelschiebern und Gitterschiebern von den unter Nro. 4 bis 7 beschriebenen Bauarten angewandt*).

Andere Schieberarten können hier übergangen werden, da die behandelten den erforderlichen Anhalt für die Lösung der sich darbietenden Aufgaben geben.

§. 376.

Entlastete Schiebventile.

Die Kraft zum Bewegen eines unter starkem Ueberdruck liegenden Schiebventils ist ungleich geringer als die zur Hebung

*) S. z. B. Z. D. Ingenieure 1888, S. 509, wo drei Trick'sche Schieber einer Dreiverbundmaschine (von G. L. C. Meyer in Hamburg) vollständig dargestellt sind.

eines gleich grossen Hubventils, indem sie nur die Reibung zwischen den Spiegelflächen zu überwinden hat. Dennoch fällt sie bei grossen Schiebern so bedeutend aus, dass man, ähnlich wie bei den Hubventilen, zur Entlastung greifen muss. Auch selbst bei kleinen Schiebern ist Entlastung wünschenswerth, weil sie die Abnutzung der Spiegelflächen bedeutend vermindern kann. Ganz überwiegend kommt die Schieberentlastung bei der Dampfmaschine in Frage, weshalb sich die unten folgenden Beispiele wesentlich nur auf diese beziehen; die Uebertragung auf anderweitig benutzte Schieber ist nicht schwer.

Man hat über die Schieberreibung noch wenig Versuche angestellt; aus denselben scheint aber hervorzugehen, dass der Reibungskoeffizient für so gut geschliffene Flächen, wie die Spiegelflächen der Schieber sind, bis auf 0,05 und 0,04 herabgeht. Die amerikanischen Ingenieure, welche, wie schon wiederholt gezeigt, gern auf dem Versuchspfad wandeln und denselben mit Ausdauer und Erfolg betreten, haben auch hier Messungen angestellt. Unter Anderen hat Ingenieur Giddings mit einem von ihm erbauten Schieberkraftmesser folgende Ergebnisse erhalten*).

Entlasteter Schieber. Dampfmaschine 6 $\frac{3}{4}$ zu 10'.

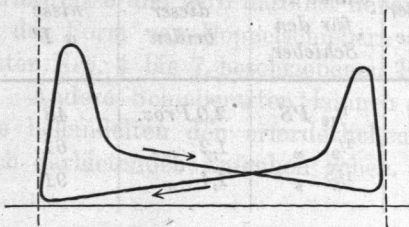
<i>Minutliche Umläufe</i>	<i>Last am Zaum</i>	<i>Arbeitsstärke N der Maschine</i>	<i>Arbeitsstärke N' für den Schieber</i>	<i>Verhältniss dieser beiden</i>	<i>Verhältnisse $\alpha P'$</i>
125	10 Pfd.	3 PS	$\frac{1}{16}$ PS	2,0 Proz.	48
175	30 "	9 "	$\frac{1}{9}$ "	1,2 "	61
200	40 "	13,5 "	$\frac{1}{5}$ "	1,4 "	91

*) S. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers Bd. VII, (1885/86) S. 631: C. M. Giddings, Discription of a Valve dynamometer for measuring the power required to move a slide valve at different speeds and pressures. Der Gidding'sche Kraftmesser ist mit zwei schweren Federn ausgerüstet, die nach Art des Längsschnittes eines Muschelschiebers gebogen sind; ihr Spiel ist sehr klein und wird durch entsprechende Uebersetzung vergrössert auf den Fahrstift übertragen. Die Kurve fällt stets zitterig aus, wie bei den Reibungsverhältnissen und den schwingenden Massen des Uebersetzungswerkes zu erwarten ist.

Unentlasteter Schieber. Dampfmaschine 9 : 12", n = 100			Entlasteter Schieber. Dampfmaschine 9 : 14", n = 100		
Gebremste Stärke der Dpfm.	Verhältniss $\psi = N' : N$	Verhält- nisse $\alpha P'$	Gebremste Stärke der Dpfm.	Verhältniss $\psi = N' : N$	Verhält- nisse $\alpha P'$
5,5 PS	4,5 Proz.	247	11,4 PS	1,2 Proz.	137
7,0 "	3,5 "	245	13,5 "	1,1 "	149
8,25 "	4,0 "	330	14,0 "	1,0 "	140
8,9 "	6,0 "	534	15,6 "	1,0 "	156
11,1 "	7,3 "	810			

Die letzte Spalte in den drei Täfelchen ist meinerseits zugefügt worden. Sie ist wie folgt erhalten. Sind N und N' die in PS ausgedrückten Arbeitsstärken der Maschine und des Schieberbetriebs, v und v' die mittleren Schnellen von Kolben und Schieber, P und P' die treibenden Kräfte an denselben, so gibt die Versuchsreihe jedesmal das Verhältniss $N' : N = \psi$ oder $P' v' = \psi P v$. Hieraus folgt für die Kraft P' , welche zum Schieberbetrieb erforderlich ist: $P' = \psi P v : v' = \psi 75 N : v'$. Nun steht aber v' bei einer gegebenen Maschine in einem konstanten Verhältniss zur minutlichen Umlaufzahl n , so dass man setzen kann: $P' = \psi N : \alpha n$ und danach $\alpha P' = \psi N : n$. Die Werthe $\alpha P'$ sind aufgenommen und zeigen übersichtlich das Wachstum der Schieberbetriebskraft an. Man erkennt, dass P' weit

Fig. 1165.



langsamer als die Dampfspannung wächst und dass diese Kraft beim unentlasteten Schieber sowohl ziffer-, als verhältnissmässig recht gross ausfällt. Ein Mangel der Versuchsreihe ist noch die Kleinheit der untersuchten Maschinen; immerhin aber hat dieselbe einen nicht geringen Werth. — Die Diagramme, welche der Giddings'sche Kraftmesser lieferte, haben im allgemeinen die durch Fig. 1165 angedeutete Gestalt, welche grossen Widerstand beim Schubbeginn und spätere Abnahme derselben bis Null, also nicht gerade einfache Verhältnisse beim Fortschub nachweist. Das Ueberwiegen der einen Diagrammhälfte über die andere kommt von dem Druck des Dampfes auf die als Kolben wirkende Schieberstange her.

Was den die Reibung hervorrufenden Druck betrifft, so hat man beim unentlasteten Schieber die oben (S. 1117) angeführten Versuche von Robinson zu bedenken, denen zufolge ein beträcht-

licher Gegendruck zwischen den spiegelnden Flächen einen bedeutenden Theil des Ueberdruckes aufhebt. Für rohe Annäherung kann die früher (S. 1118) benutzte Annahme, wonach der Druck zwischen den Spiegelflächen mit $\frac{1}{3} (p_1 - p)$ einzusetzen wäre, gewisse Dienste leisten. Dass der Reibungskoeffizient aber keine feste Grösse ist, unter anderm mit wachsender Schnelle der Bewegung abnimmt, zeigen die Giddings'schen Versuche deutlich. Genaue weitere Ermittlungen würden erwünscht sein.

In der Art und Weise, wie die Entlastung der Schiebventile bewirkt wird, kann man drei Formen unterscheiden, nämlich Entlastung durch

- a) Abschluss der Rückenfläche des Schiebers,
- b) Gegendruck gegen die Schieberbelastung,
- c) Allseitige Druckausgleichung.

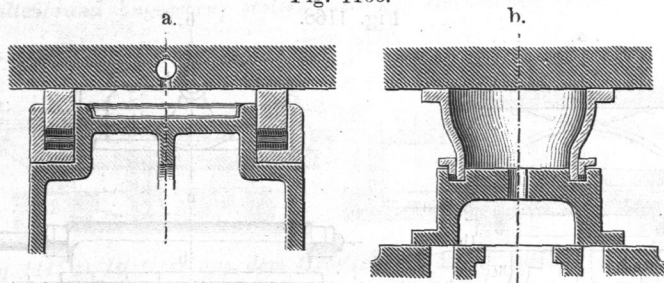
Bemerkenswerthe Beispiele zu diesen drei Verfahrungsweisen seien nun hier gegeben.

a. Abschluss der Rückenfläche des Schiebers.

1. *Beispiel.* Der von Murray erfundene und an der Wattischen Dampfmaschine angebrachte sogenannte D-Schieber hatte Entlastung der Rückenfläche mittelst Stopfbüchse und war recht brauchbar, passte aber nicht für hohe Dampfspannung.

2. *Beispiel.* Fig. 1166 a Schutzring von Boulton und Watt. Parallel dem Schieberspiegel ist auf der Unterseite des Schieberkastendeckels ein

Fig. 1166.

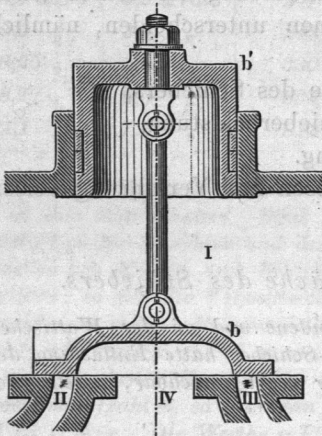


Gegenspiegel angebracht. Gegen diesen schleift dampfdicht ein weicher gusseiserner oder auch bronzener Ring, welcher auf dem Schieberrücken elastisch und dicht gelagert ist und mit diesem hin- und hergeht. Im Inneren des Ringes herrscht die Spannung des Auswegs. Angewandt auf dem Great Eastern. Fig. 1166 b Schutzring von Kirchweyer, für Lokomotiven eine Zeitlang viel benutzt. Hier wird der Schutzring nicht durch elastisches Auflager, sondern durch Dampfdruck an den Gegenspiegel gepresst. Beide Entlastungen, ebenso wie die verwandten von Penn, Borsig u. A.

lassen noch zu viel Dampfdruck wirksam bleiben (nicht unter 30 Prozent), um ganz zu befriedigen; auch gestatten sie dem Schieber kaum, das in die Dampfwege gelangende Niederschlagswasser sofort durchzulassen, was auch als ein Mangel anzusehen ist*).

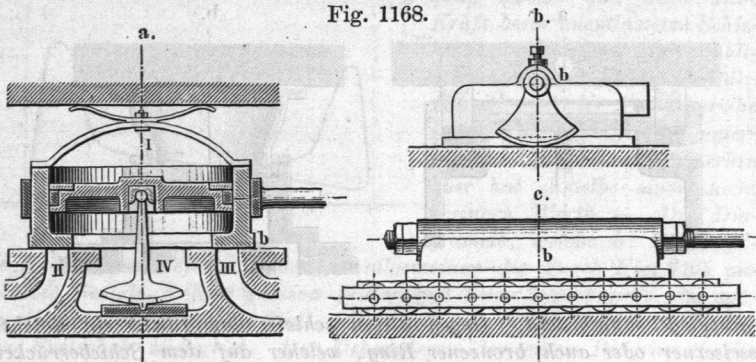
b. Gegendruck gegen die Schieberbelastung.

3. Beispiel. Cavé's Schieber mit Entlastungskolben, Fig. 1167. Der Schieber ist durch einen Lenker mit einem, senkrecht zum Schieberspiegel im Deckel beweglichen Kolben verbunden, der auf der Gegenseite nur atmosphärisch belastet ist. Ähnlich beschaffen ist die Bourne'sche Entlastung; nur ist bei ihr die Gegenseite des Kolbens mit dem Ausweg im Verkehr.



4. Beispiel. Schieber mit Rollenlager, Fig. 1168. a Lindner's Schieber. Der Schieberrücken ist als ein senkrecht zum Spiegel im Schieber beweglicher Kolben gestaltet, der auf zwei Rollen (Segmenten) läuft (§. 198 a); die Entlastung findet entsprechend der Grösse der Kolbenfläche statt. b Armstrong's Laufrollenschieber; hier besteht der Schieberrücken wieder aus einem Stück mit der Schiebermuschel; sehr genaue Einpassung erforderlich. Dasselbe gilt von dem Bristol'schen Entlastungsschieber Fig. c, auch kurz Bristol'schieber genannt. Dieser läuft auf Wälzungsrollen. Er ist erfolgreich von der

Fig. 1168.



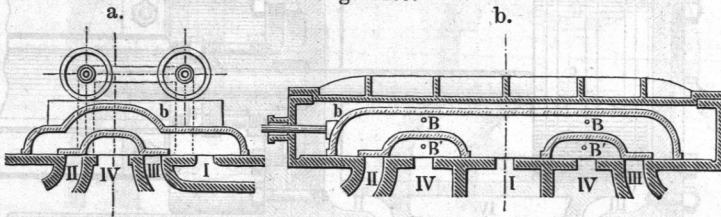
Serainger Fabrik für grosse Schiffsdampfmaschinen benutzt worden. — Zu den Schiebern der vorliegenden Gattung gehört auch der von Worthington

*) Eine elegante Ausführung dieser Schieberbauart ist die von Robinson, s. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers Bd. IV, (1882/83) S. 375.

viel benutzte Entlastungsschieber mit kolbenartiger Rückenplatte, von welchem Fig. 1016 eine Darstellung gibt.

5. Beispiel. Fig. 1169. a Unterdruckschieber von Cuvelier*). Der gewöhnliche Muschelschieber ist hier von einem zweiten, mit ihm fest verbundenen Muschelschieber überdeckt, welcher durch anstellbare Reibungsrollen gegen den Schieberspiegel gepresst wird; in diesen zweiten

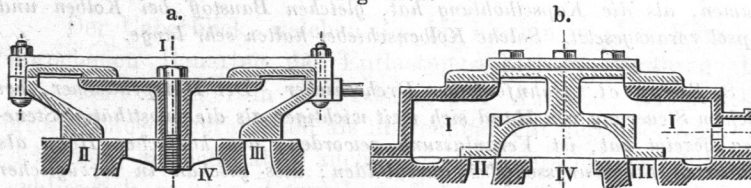
Fig. 1169.



Muschelschieber tritt von unten her der frische Dampf ein. b Unterdruckschieber von Fitch; getheilter Muschelschieber (vergl. S. 1136) mit überdeckender Muschel und Dampfzutritt vom Schieberspiegel her. Hier sind die Anpressungsrollen vermieden, nämlich der Unterdruck durch Dampfdruck aufgehoben. Zu diesem Ende ist die äussere Muschel wieder von einem festen Schieberkasten überdeckt, in welchen frischer Dampf eingelassen ist. Damit dieser nicht durch Niederschlagung an Spannung verliere, erhält er durch die feinen Bohrungen B B stets Dampf-, d. i. Wärmezufuhr und entweicht in feinen Strömchen durch die Bohrungen B' B' nach dem Ausweg hin. Die grosse Ausdehnung, welche in den beiden dargestellten Fällen Schieber wie Schieberspiegel erhalten müssen, steht einer grösseren Verbreitung der Unterdruckschieber entgegen.

6. Beispiel. Fig. 1170. Doppelsitzschieber, a von Brandau, b von Schattenbrand angegeben, ersterer aus dem Hornblower'schen Dockenventil

Fig. 1170.



(Fig. 1145 a), letzterer aus dem Gros'schen Glockenventil (Fig. 1145 c) abgeleitet. In beiden Fällen lässt sich die Entlastung nicht so weit treiben, als wünschenswerth ist.

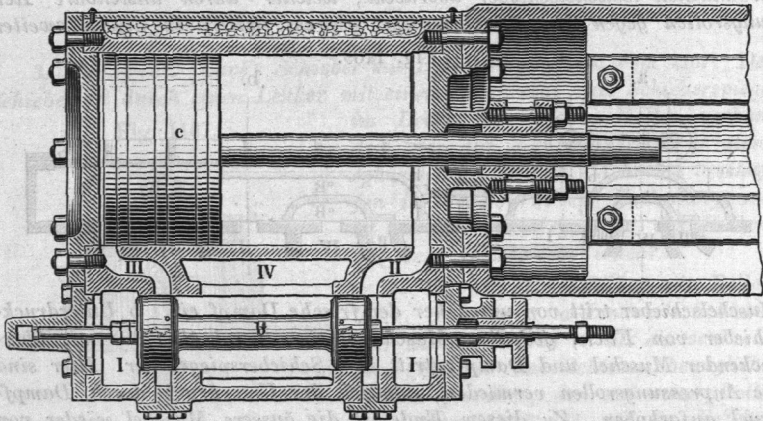
c. Allseitige Druckausgleichung.

7. Beispiel. Eine sehr vollkommene allseitige Druckausgleichung lässt sich dadurch erreichen, dass man den Schieber kolbenförmig gestaltet.

*) Vergl. S. 956.

Fig. 1171 stellt eine Kolbensteuerung neuerer Ausführung dar. Die beim Muschelschieber ebenen Deckflächen sind als cylindrische Kolbenumflächen gebildet (vergl. Fig. 1003, die seitlichen Muschelränder fallen dabei weg.

Fig. 1171.

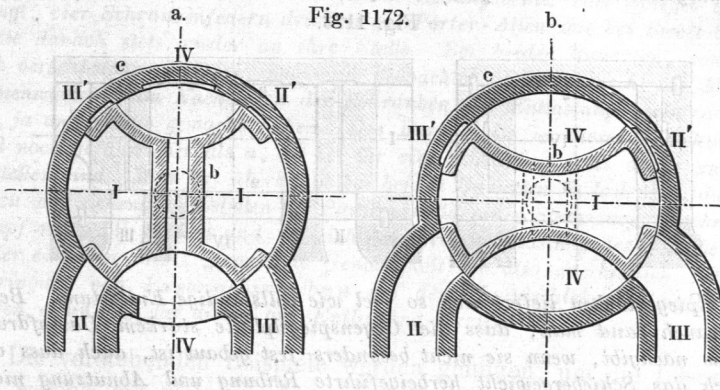


Hier haben die beiden den Schieber bildenden Kolben Metallliderung mit je einem Ringe, dem durch eine feine Bohrung auch Dampf auf der Innenseite zugeführt wird, um starke Federung unnötig zu machen. — Die Schwäche der sonst so vorzüglichen Kolbenschieber, wenn sie auf die Dampfmaschine angewandt werden, bleibt ihre Abnutzung. Ihre beste Bauart würde immer noch die sein, zunächst den Schieber senkrecht gehen zu lassen und dann seine Kolben als geschlossene ungetheilte Körper genau einzupassen, d. h. nach genauer Ausbohrung und Auspolirung der Kapsel die Kolben, indem man sie zwischen Spitzen laufen lässt, mit der Schmirgelscheibe so fertig stellt, dass sie $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ mm weniger Durchmesser bekommen, als die Kapselhöhlung hat, gleichen Baustoff bei Kolben und Kapsel vorausgesetzt. Solche Kolbenschieber halten sehr lange.

8. Beispiel. Hahnförmiger Drehschieber. Der Dampfhammer, bei welchem Steuerung von Hand sich weit wichtiger als die selbstthätige Steuerung gezeigt hat, ist Veranlassung geworden, den konischen Hahn als entlasteten Steuerungsschieber auszubilden; dies geschah in vorzüglicher Weise durch Wilson, den Leiter des Nasmyth'schen Werkes. Fig. 1172 a zeigt den Wilson'schen oscillirenden oder schwingenden Drehschieber. Den Kanälen II, III, IV genau gegenüber sind sogenannte falsche Kanäle von gleicher Breite, aber ganz geringer Tiefe angebracht, auch die Schieberflächen vor den falschen Kanälen symmetrisch wiederholt. Der Dampf tritt von einem Ende des Hahnes her in die symmetrischen Räume I ein. Der übrig bleibende, den Hahnschlüssel axial nach aussen treibende Druck wird durch einen Stützapfen aufgehoben. Vernachlässigt man den geringen Seitendruck, welcher in den falschen Kanälen II' und III' übrig bleibt, wenn in II und III Expansion eintritt, so hat man die Dampfpressungen als allseitig ausgeglichen anzusehen. Sehr grosse schwingende

Drehschieber der vorliegenden Bauart lassen sich ganz leicht von Hand betreiben*).

Fig. 1172.



Unter Weiterbildung des hier angewandten Verfahrens hat man den Drehschieber auch rotirend oder umlaufend gemacht. Fig. 1172 b stellt einen umlaufenden Drehschieber mit Druckausgleichung dar. Auch hier ist zunächst in den Querschnitten alles symmetrisch angeordnet (was bei dem alten Vierweghahn, Fig. 987, nicht der Fall war), sodann ist der Ausweg IV an das eine Ende des Hahnschlüssels, der Einweg I an das andere Ende verlegt, dabei IV von I im Hahnschlüssel durch Wände geschieden. Es bleibt wieder ein Druck in der Achsenrichtung übrig, der aber durch einen Stützapfen aufgehoben wird. Demzufolge ist der Hahn allseitig entlastet und geht bei genauer Einstellung des erwähnten Stützapfens auch spielend leicht. Seine Ausführung verlangt übrigens sehr grosse Genauigkeit. Die Bauarten, welche dieser Hahn von Dingler in Zweibrücken (vergl. S. 953) und von Pfaff in Wien erfahren hat, sind als besonders ausgebildet, auch verstellbare Expansion berücksichtigend, hervorzuheben.

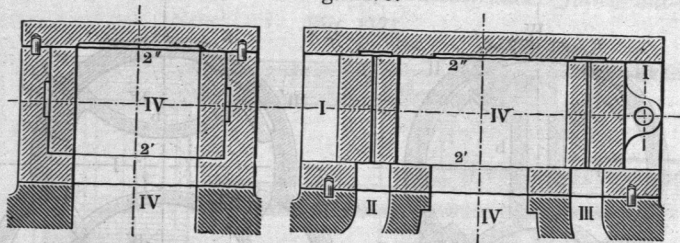
Der Ueberblick, welchen die bis hierhin in aller Kürze besprochenen Bauarten des Entlastungsschiebers gewähren, lässt einestheils Mängel in der Lösung der Aufgabe, anderentheils grosse Bauschwierigkeiten als untrennbar mit derselben verknüpft erkennen, deshalb aber auch begreiflich erscheinen, dass man schliesslich zu dem Versuch zurückgekehrt ist, den einfachen Flachschieber mit allseitiger Druckausgleichung auszuführen. Dies hat zu mehreren recht brauchbaren Bauarten geführt.

9. Beispiel. Fig. 1173 (a. f. S.) stellt Wilson's entlasteten Flachschieber (zuerst vorgeführt auf der Londoner Weltausstellung 1862) dar. Der Schieber ist durchweg symmetrisch gestaltet und zwischen zwei parallele und gleiche Spiegel verlegt, von denen der eine, 2', mit seinen Oeffnungen

*) Genaueres über den Wilson'schen Drehschieber s. Z. D. Ingenieure 1868 (Bd. II), S. 207.

zu den Kanälen II, III, IV leitet, der andere, 2', mit „falschen“ Kanälen ausgestattet ist. Sehr genaues Aufeinanderschleifen und Parallelmachen

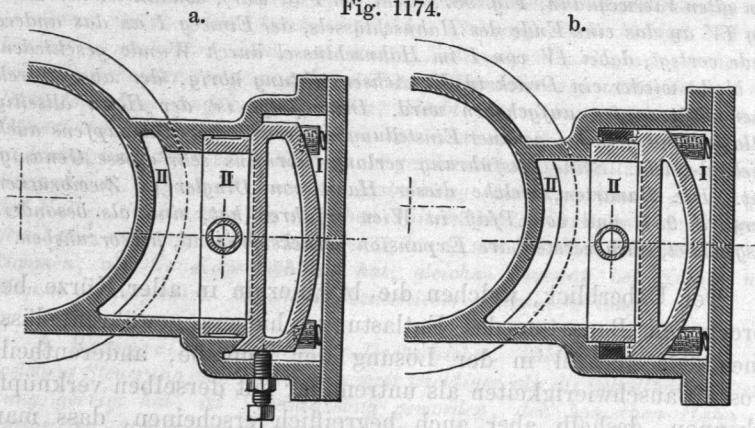
Fig. 1173.



der Spiegelflächen liefert eine so viel wie vollständige Entlastung. Beim Gebrauch fand man, dass die Gegenpiegelplatte starkem Dampfdruck etwas nachgibt, wenn sie nicht besonders fest gebaut ist, auch dass die durch das Schiebergewicht herbeigeführte Reibung und Abnutzung nicht vernachlässigt werden darf. Beide Umstände sind in späteren Ausführungen beachtet worden, wie folgende Beispiele zeigen.

10. Beispiel. Fig. 1174 a entlasteter Flachschieber von Porter-Allen*), hier bei einer liegenden Dampfmaschine angewandt gedacht. Die

Fig. 1174.



Gegenplatte ist als sehr kräftiger Träger ausgeführt und kann vermöge ihrer Lagerung auf zwei steilen Querkeilen mittelst Stellschrauben ganz genau auf die richtige Höhe gestellt werden. Fig. b Sweet's entlasteter Flachschieber, nach einer Ausführung von Collins**). Die Gegenplatte, wie die vorige sehr schwer gebaut, liegt auf zwei Längskeilen, welche von den Enden her mit Schrauben nach- und zurückgestellt werden können. Hier,

*) S. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers Bd. IV (1883/84), S. 268, C. C. Collins, Balanced Valves.

***) S. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers Bd. IV (1883/84), S. 270, C. C. Collins, Balanced Valves.

wie in beiden vorigen Fällen, kann die Gegenplatte nachgeben, wenn Niederschlagwasser den Schieber wie ein Hebungsventil vom Spiegel abdrängt; vier Schraubenfedern drücken bei Porter-Allen wie bei Sweet die Platte danach stets wieder an ihre Stelle. Bei beiden Bauarten, sowie noch verschiedenen anderen, hat man beobachtet, dass ungeschickte Maschinenwärter beim Nachstellen der Schrauben die Entlastung beeinträchtigt, ja unwirksam gemacht haben. Die Form b ist in dieser Beziehung wohl noch gefährlicher als a, da bei ihr vier Schrauben statt deren zwei zu stellen sind. Man hat überhaupt bei beiden Bauarten zu bedenken, dass ein zu weit gehendes Abstellen der Platte alsbald einen Strom von frischem Dampf nach IV fließen und zugleich eine grosse Belastung des Schiebers wieder eintreten lässt. Aeusserste Genauigkeit ist also unerlässlich. Die Anbringung von Expansionsschiebern auf dem Hauptschieber gelingt am ehesten, wenn man bei diesen auf Entlastung verzichtet.

Die vorstehenden Beispiele werden genügen, um die Lösungen, welche die vielumworbene Aufgabe der Schieberentlastung erfahren hat, in ihren wichtigsten Zügen vergleichbar zu machen*). Unsere Zusammenstellung lehrt, dass heute die Aufgabe im Wesentlichen als gelöst angesehen werden kann.

* * *

Schraubenförmig gehende, oder wenn man will, allgemein kurvenförmig bewegte Gleitungsventile (vergl. §. 371) hat man auch ausgeführt, namentlich in solcher Form, dass Kolben und Schieber in einen und denselben Bautheil zusammengezogen wurden. Die betreffenden Ausführungen haben indessen einstweilen noch keine solche Wichtigkeit erlangt, dass wir hier darauf näher eingehen müssten.

§. 377.

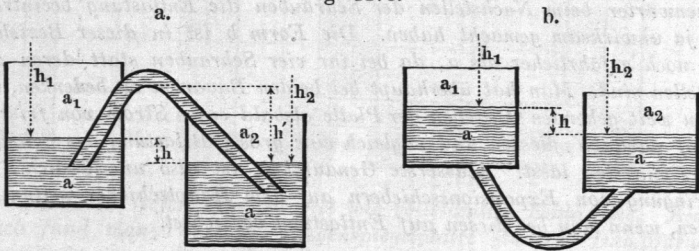
Flüssige Ventile.

Ventile lassen sich auch aus flüssigen Gebilden, oder allgemeiner: aus Druckorganen herstellen. Die Druckorgangesperre, die man dabei erhält und die ich flüssige Ventile nennen will, sind viel im Gebrauch, obwohl bisher nicht als Ventile recht eigentlich erkannt. Sie lassen sich alle auf zwei Hauptformen zurückführen, nämlich diejenige des Hebers, Fig. 1175 a (a. f. S.), und die des umgekehrten Hebers, des Senkers oder Dükers, Fig. b (vergl.

*) Die im Jahre 1863 bekannten Schieberentlastungen findet man recht vollständig durch Ludewig dargestellt in der Z. D. Ingenieure 1863.

§. 312). Der Heber verbindet zwei Mengen einer und derselben Flüssigkeit oberhalb der beiden, beispielsweise um h verschieden hoch stehenden Spiegel; der Düker bewirkt diese Verbindung

Fig. 1175.



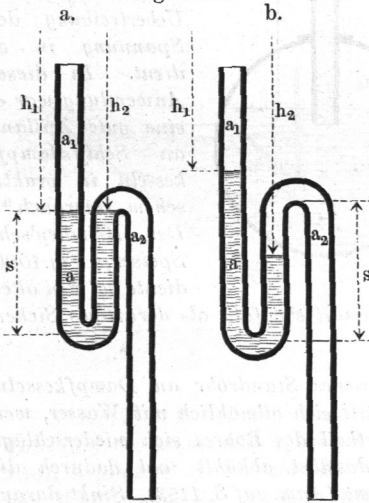
unterhalb der genannten Spiegel. a_1 und a_2 seien dabei Flüssigkeiten, welche mit a unverwandt sind*). Sind nun die Spannungen in a_1 und a_2 gleich gross, so fließt a unter der Druckhöhe h vom höheren zum niedrigeren Spiegel hin. Beim Düker geschieht dies stetig**), beim Heber unterbrochen, nämlich nur so lange, bis der höher gelegene Spiegel die Oeffnung des oberen Heberschenkels erreicht, worauf der Heber sich leert. Steigt danach der obere Spiegel in Folge Zufusses wieder auf, so tritt der Abfluss aufs neue ein, sobald die aufsteigende Flüssigkeit die Höhe h' des Heberschenkels etwas überschreitet. Der Inhalt des Heberrohres bildet also ein Ventil, welches bei regelmässigem Zulauf zum oberen Gefäss ein periodisches Abfließen nach dem unteren hin eintreten lässt (vergl. die Beispiele §. 324, wo zur Erreichung desselben Zweckes ein starres Ventil benutzt ist). Diese Eigenschaft des Hebers ist neuerdings glücklich verwerthet worden.

*) Ich nenne hier solche Flüssigkeiten verwandt, welche, wenn sie zusammengebracht werden, sich mischen. Wasserdampf und Wasser sind in diesem Sinne verwandte Flüssigkeiten, sobald sie ungleich warm sind; die wärmere geht in die andere über. Luft und Wasser in Berührung sind so lange verwandt, bis das Wasser sich mit Luft gesättigt hat. Nach den Versuchen von Colladon und Sturm (Mémoire sur la compression des liquides vom Jahre 1827, neu abgedruckt 1887, Genf, Schuchardt) geschieht die Sättigung von Wasser mit Luft unter inniger, wahrscheinlich chemischer Verbindung. Denn das luftsatte Wasser zeigt — gegen Erwarten — unter dem Piezometer eine geringere Zusammendrückbarkeit, als das luftfreie (48,65 gegen 49,65 Millionstel). Die erwähnte Verbindung löst sich in Kochhitze.

**) Natürliche Düker mit künstlichem aufsteigendem Ast sind die artesischen Brunnen.

Wenn die Spannungen in a_1 und a_2 verschieden sind, und zwar den Druckhöhen h_1 und h_2 entsprechen, was als der allgemeinere Fall anzusehen ist, so ist beim Heber wie beim Düker die Druckhöhe, unter welcher der Abfluss stattfindet, $= h_1 + h - h_2$, vorausgesetzt, dass die Druckhöhen in Säulen der Flüssigkeit a ausgedrückt sind. Ist dieser Werth positiv, so findet Abfluss, ist er Null, so findet Stillstand, ist er negativ, so findet Rückfluss statt. In den Fällen, wo der Werth $h_1 + h - h_2 =$ Null ist, kann h als Maass des Unterschiedes $h_2 - h_1$ dienen. Hieraus geht hervor, dass man, je nach Wahl der Verhältnisse, mittelst des flüssigen Ventils sowohl den Verkehr zwischen den Flüssigkeiten a_1 und a_2 sperren als auch denselben herstellen kann. Die Anwendungen der flüssigen Ventile sind sehr zahlreich, wie folgende Beispiele darthun.

Fig. 1176.



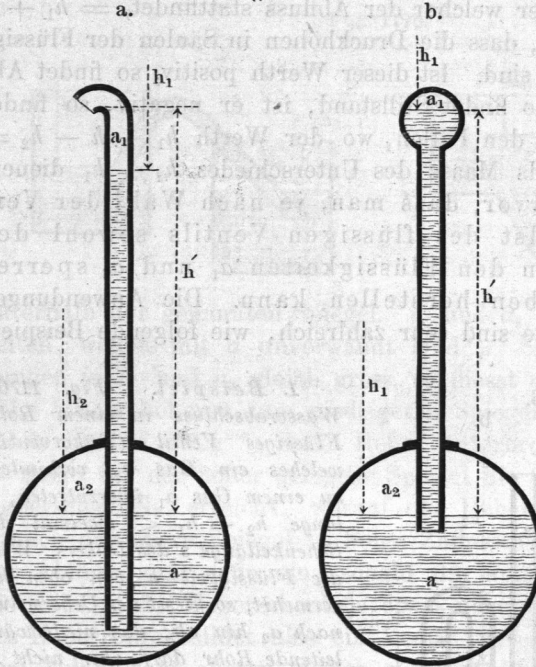
1. Beispiel. Fig. 1176 a Wasserabschluss in einem Rohr. Flüssiges Ventil (Düker Ventil), welches ein Gas a_2 verhindert, zu einem Gas a_1 überzutreten, so lange $h_2 - h_1 <$ zweimal der Schenkellänge s des Dükers. Wird die Flüssigkeit a von oben her vermehrt, so fließt der Ueberschuss nach a_2 hin ab; das niederwärts leitende Rohr darf aber nicht zu eng sein, sonst wirkt es als Heberschenkel und entleert den Düker. Angewandt in Leuchtgasfabriken, chemischen Fabriken und Laboratorien, sodann in Färbereien, Druckereien u. s. w., auch in unzähligen Ausführungen an Abfallröhren*).

2. Beispiel. Fig. 1176 b. Dieselbe Vorrichtung dient auch als Barometer, Manometer, Vakuumeter, zum Messen des Druckunterschiedes $h_2 - h_1$ bis zum Werthe $2s$; das Ventil hat eine, dem Drucke $h_2 - h_1$ sich selbstthätig anpassende Belastung. Ausführungsformen zahlreich, von der größten bis zur allerfeinsten an physikalischen Instrumenten.

*) Nach der bedeutenden physiologischen Entdeckung von Dr. Colyer s. Lancet 1887) bildet der flüssige Inhalt des Duodenums als Düker Ventil einen höchst wichtigen Abschluss zwischen dem Magen und dem daran anschliessenden Eingeweide bei Säugethieren und Vögeln.

3. Beispiel. Fig. 1177 a offenes Standrohr an Kochkesseln, auch gewissen Dampfkesseln. In der vorliegenden Form ist die Vorrichtung ein

Fig. 1177.



Düker, an welchem das untere Gefäss den aufsteigenden Schenkel rings umgibt. Das flüssige Ventil sperrt a_2 gegen a_1 (die Atmosphäre) ab. Sobald in a_2 die Spannung so gross wird, dass $h_2 > h_1 + h'$, wird das flüssige Ventil aus dem Standrohr oben hinausgeschleudert, so dass es als Sicherheitsventil gegen die Ubertreibung der Spannung in a_2 dient. In dieser Anwendung war es eine gute Zeitlang an Schiffsdampfkesseln in praktischem Gebrauch*). Der Brindley'sche Speiser, s. Fig. 1000, diente bei den alten

Niederdruckkesseln der Wattischen Bauart ebenfalls als derartiges Sicherheitsventil**).

4. Beispiel. Fig. 1177 b geschlossenes Standrohr an Dampfkesseln. Das anfänglich dampferfüllte Rohr füllt sich allmählich mit Wasser, weil zuerst der Dampf in dem kühlen Obertheil des Rohres sich niederschlägt, dann das aufsteigende Wasser sich daselbst abkühlt und dadurch die Dampffüllung gänzlich in sich aufnimmt (Anm. auf S. 1153). Sinkt darauf der untere Wasserspiegel der Flüssigkeit a bis an das untere Ende des Dükerrohres, so füllt das flüssige Ventil aus dem Rohr heraus und lässt wieder frischen Dampf a_2 in dasselbe eintreten. Angewandt beim Black'schen Warner und beim Schwarzkopff'schen Sicherheitsapparat.

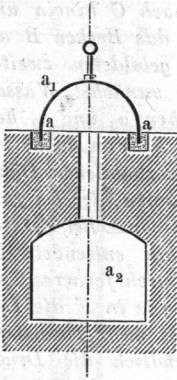
5. Beispiel. Beim Hochofen bildet das flüssige Eisen mit der darauf schwimmenden flüssigen Schlacke zusammen ein Düker Ventil, welches das

*) An den sogenannten „Inexplosibles“ von Gâche aîné in Nantes.

***) Natürliche Standrohre mit periodisch eintretender ähnlicher Wirkung sind die Geiser.

Austreten der Gebläseluft a_2 verhindert. Im Bessemerofen dagegen wird die Luft a_2 so stark gespannt, dass sie das Eisen im Tümpel in Blasenform durchdringt, oder das Dükerventil blubbern macht, d. h. fortwährend hebt und wieder fallen lässt.

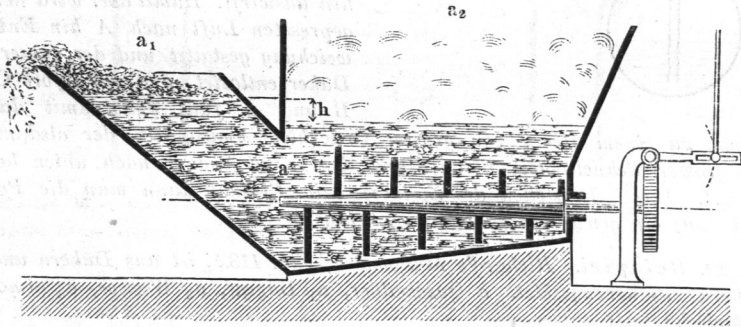
Fig. 1178.



6. Beispiel. Am Gasbehälter dient das Dükerventil in ringförmiger Gestalt als Abschlussventil, bzw. Kolbendichtung, vergl. Fig. 948 b, desgl. unter Anwendung von Sand für das Druckorgan a, Fig. 1178, u. a. am Hoffmann-Licht'schen Ringofen, wo a_1 Luft, a_2 Rauch ist und das glockenförmige Dükergehäuse ein Ventil genannt wird.

7. Beispiel. In Wilson's Wassergasofen*), Fig. 1179, dient ein Gemisch aus Wasser und Schlackengrus als Dükerventil. Der Schlackengrus wird als Druckorgan durch eine Transportschraube langsam den Düker hinaufgedrängt und ausgestürzt; a_1 Atmosphäre, a_2 Gasschicht, welche durch ein Dampfgebläse in Spannung erhalten wird.

Fig. 1179.



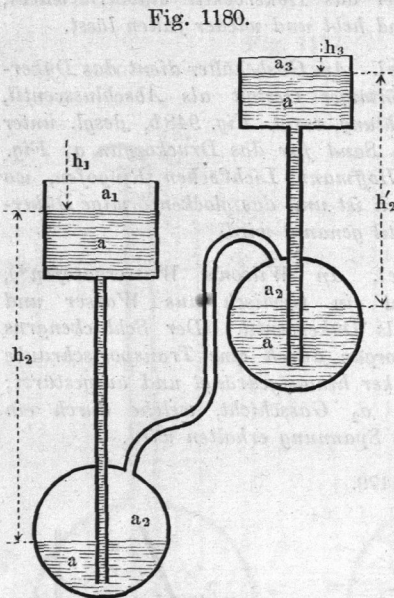
8. Beispiel*: Zwei verbundene Düker bilden den Heronsbrunnen Fig. 1180 (a. f. S), wo a_1 und a_3 gewöhnliche atmosphärische Luft, a_2 gepresste Luft, a Wasser (manchmal „kölnisches“). Es findet so lange Aufsteigen von Wasser nach a_3 hin, d. h. Austreiben des Dükerventiles daselbst statt, bis $h_2 = h'_2$.

9. Beispiel. Der Heronsbrunnen hat praktische Anwendung gefunden in dem Wasserabzug von Morrison, Ingram & Cie, den Fig. 1181 (a. S. 1159) darstellt**). Derselbe wirkt mittelst flüssiger Ventile periodisch wie folgt. Durch den Einlauf E fließt Strassenwasser in den Fangkasten F und füllt diesen allmählich an, s. Fig. a. Vermöge der in denselben fest

*) Siehe A. Wilson, On the Generation of heating gas etc., Journal of the Soc. of Chemical Industries, Manchester, November 1883.

**) S. Revue industrielle 1888, Juni, S. 226.

eingesetzten Glocke *D* nebst Innenrohr *C* ist ein Düker gebildet, dessen unterer Schenkel der Raum zwischen *C* und *D* ist. Sobald der aufsteigende Flüssigkeitsspiegel den oberen Rand von *C* überschreitet, beginnt Abfluss nach *C* hinein und füllt den durch das Becken *B* am Fusse von *C* gebildeten zweiten Düker, der nun zunächst Wasserabschluss zwischen a_3 und a_2 herbeiführt, s. Fig. b. Von da ab bilden die beiden verbundenen Düker einen Heronsbrunnen, der bei fortgesetztem Zufluss von *E* her Flüssigkeit nach *A* hin entsendet. Inzwischen wird durch ferneres Aufsteigen des Spiegels in *F* die Luft in a_2 mehr und mehr zusammengedrückt, bis endlich die Drucksäule h grösser wird als die Schenkelhöhe s des unteren Dükers und nun das untere flüssige Ventil nach a_3 hin auswirft. Damit aber wird der gepressten Luft nach *A* hin Entweichung gestattet und der äussere Düker entlastet, der nun sofort *C*, *B* und *A* füllt und damit, das



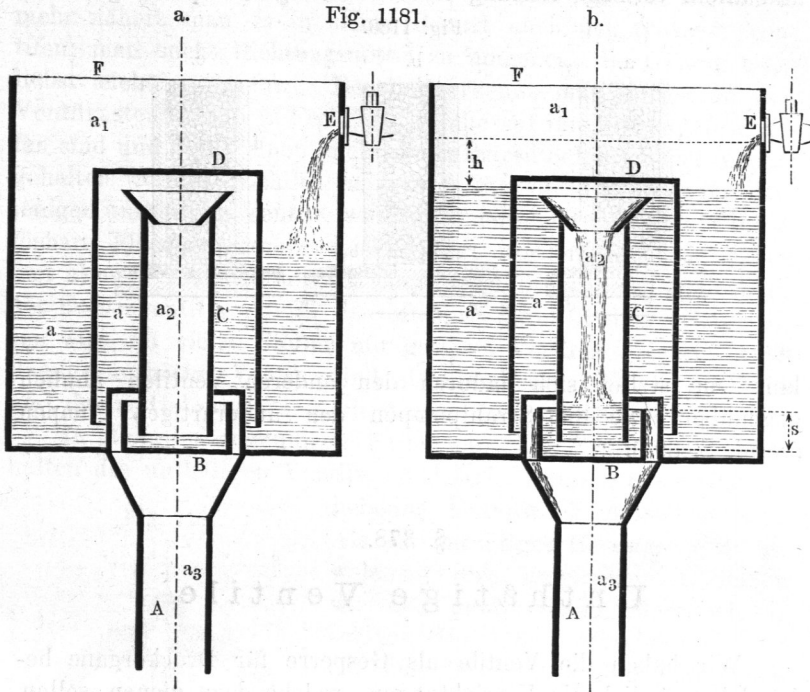
Ganze zu einem Heber von grosser Druckhöhe umwandelt, der alsdann mit grosser Schnelligkeit abläuft und den Inhalt von *F* nach unten befördert. Durch Einstellen des Zuflusses beim Einlauf kann man die Periode auf ein gewünschtes Zeitmaass bringen.

10. Beispiel. Richard's Manometer, Fig. 1182, ist aus Dükern und Hebern zusammengesetzt. *a* Quecksilber, a_1 Dampf, a_2 Wasser, a_3 atmosphärische Luft.

11. Beispiel. Aufeinanderfolgende flüssige Ventile in einer und derselben Leitung, bald Heber, bald Düker, sind auch die Wasserblöcke in der Spiralpumpe und der Cagniardelle, Fig. 966 a und b.

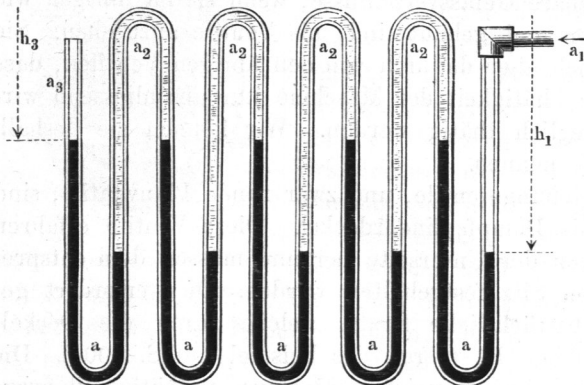
12. Beispiel. Die Langen'sche (von einem Wassersäulenmaschinen getriebene) Vorrichtung zum Entleeren der Glühöfen für Knochenkohle ist ein Schaltwerk, in welchem körneriges Druckorgan Ventil bildet. Die aus dem Glühofen unten herausragenden Röhren *d*, Fig. 1183 (a. S. 1160), in welchen sich die grusförmige, ausgeglühte Knochenkohle befindet, sind unten offen, werden aber zum Theil durch die, sich unter den Rohrmündungen hin- und herschiebende Platte *c* geschlossen gehalten. Das körnerige Druckorgan *a* rieselt beim Rückschreiten der abgetreppten Platte *c* auf diese herab, und wird beim darauffolgenden Vorschreiten, siehe unter *a*, in einer Schicht von der Höhe der Abtreppung ausgetragen und rieselt alsdann, wenn die Platte wieder zurückschreitet, siehe unter *b*, über den Plattenrand herab.

Die Druckorganschicht bildet bei b_1 ein Saugventil, bei b_2 ein Steigventil, die Platte c einen einfach wirkenden Kolben, das Ganze eine Pumpe.



Stattet man die Platte c nur mit einer Mittelrippe aus, wie unter c , so bildet diese Rippe links wie rechts eine Abtreppung und die Platte c demzufolge einen doppelt wirkenden Kolben. Wir sehen hier das flüssige Ventil in seiner allgemeineren Geltung, nämlich als Druckorganventil, in einer Pumpe verwendet.

Fig. 1182.

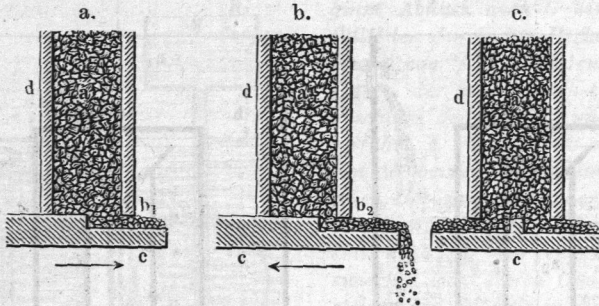


Die flüssigen Ventile sind so gut, unter Umständen sogar noch weit besser bezüglich des Verschlusses, als starre Ventile je sein können. Besonders bemerkenswerth

Umständen sogar noch weit besser bezüglich des Verschlusses, als starre Ventile je sein können. Besonders bemerkenswerth

ist an ihnen, dass sie auf blosser Leitung beruhen, d. h. einzig und allein vermöge Leitung eines Druckorganes Sperrung bewir-

Fig. 1183.



ken. Sie stellen sich dadurch den anderen Ventilen ähnlich gegenüber, wie die Strahlpumpen den anderartigen Pumpen (vergl. S. 894).

§. 378.

Unthätige Ventile.

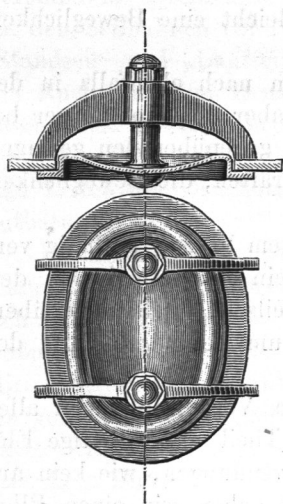
Wir haben die Ventile als Gesperre für Druckorgane behandelt, nämlich als Vorrichtungen, welche dazu dienen sollen, Druckorgane zeitweise an Fortbewegung zu verhindern (§. 365). Fasst man dieses „zeitweise“ recht allgemein auf, so hat man auch gewisse lösbare Gefässverschlüsse, wenn sie im übrigen wie Ventile schliessen und gebaut sind, als Ventile anzusehen. Sie unterscheiden sich aber dadurch von den übrigen Ventilen, dass sie während der Thätigkeit der Maschine nur abschliessend wirken, nicht beweglich thätig werden. Wir können sie deshalb unthätige Ventile nennen.

Unthätige Hebungventile, und zwar runde Planventile, sind unter anderm die Dampfcylinderdeckel. Diese Ventile erfahren Hebungsdruk von der Unterseite her und müssen dem entsprechend auf ihrem Sitz festgehalten werden. Dies erfordert gewöhnlich eine beträchtliche Kraft, welche durch die Deckelschrauben auszuüben ist (vergl. das Beispiel auf S. 1004). Die Schieberkastendeckel sind meist rechteckige, unthätige Planventile; die Ventilkastenthür in Fig. 1128 ist eine unthätige Klappe; auch sie wird durch Schrauben auf ihrem Sitz festgehalten.

Man vergleiche auch die Kesselofenthür, Fig. 763, S. 664. Je häufiger ein unthätiges Ventil geöffnet zu werden bestimmt ist, um so mehr nähert man es in seiner Bauart auch den thätigen Ventilen; man sucht Dichtungsmittel zu umgehen, die Lösung möglichst leicht zu machen. Deutlich erkennt man beides an den Ventilkastendeckeln in Fig. 1131, welche auf ihre Sitze aufgeschliffen sind und durch einen leicht abwerfbaren Schraubbügel niedergehalten werden. Zahllos zu nennen sind die Ausführungen derjenigen unthätigen Ventile, welche in der neueren Zeit als leicht lösbare Flaschenverschlüsse eingeführt worden sind; sie haben den alten Verschluss mittelst des Korkstöpsels, der ein unthätiges Kolbenventil vorstellt, das oft bloss durch Reibung festgehalten wird, an vielen Stellen mit grossem Vortheil ersetzt. Auch flüssige unthätige Ventile sind als Flaschenverschlüsse noch hier und da im Gebrauch, z. B. in Italien und Griechenland.

In allen den angeführten Fällen muss die Kraft zum Niederhalten des unthätigen Ventils mindestens etwas grösser als der

Fig. 1184.



hebende Unterdruck derselben sein. Als ein unthätiges Hebungsv ventil, bei welchem dies umgangen ist, haben wir den gewöhnlichen Mannlochverschluss, Fig. 1184, anzusehen; hier ist der Oberdruck als Schliessungsdruck benutzt. Auch gewisse Probirventile an Dampfkesseln werden mittelst Oberdruckes geschlossen gehalten, desgleichen der unter den Namen Siphon ungemein verbreitete Verschluss von Flaschen für kohlen saure Wässer; ja es gibt Flaschenverschlüsse, bei welchen ein loses Kugelventil im Inneren des Gefässes den Abschluss zu bewirken hat. — Unthätige Gleitungsventile können ebenfalls als Verschlüsse dienen, werden aber wohl deshalb wenig

benutzt, weil ihr dichter Verschluss doch kaum anders zu erfolgen hat, als bei den Hebungsventilen, die den Vorzug gewähren, dass man sie gut von der Schliessfläche entfernen kann. Es zeigt sich aber auch hier wieder, wie weit und tief die Gesperrwerke auch auf dem Gebiet der Druckorgane in Wesen und Bau der Maschine eindringen und daselbst nothwendig sind.

§. 379.

Unthätige Maschinenelemente im allgemeinen.

Es ist nicht ein besonderer Vorzug der Ventile, häufig unthätig angewandt zu sein; vielmehr kommt diese Verwendungsart bei fast allen Maschinenelementen vor. Hier, wo wir am Schlusse des Buches stehen, scheint es angezeigt, darauf aufmerksam zu machen. In den vier ersten Kapiteln des dritten Abschnittes sind Elemente behandelt, welche ganz vorwiegend als unthätige benutzt werden.

Die Niete unterscheidet sich in ihrer Hauptform nicht von einem cylindrischen Zapfen mit Anläufen; sie wird auf zweierlei Weise unthätig gemacht, d. h. ihrer Eigenschaft als Zapfens beraubt. Erstens durch äusserst festes Anlegen an ihre Umhüllung, zweitens dadurch, dass mindestens zwei Nieten nebeneinander gesetzt werden. Wo nicht eine zweite Niete, oder irgend ein anderes Hinderniss die gelenkartige Wirkung einer Niete verhütet, tritt trotz anfänglichem festen Einklemmen leicht eine Beweglichkeit wie zwischen Zapfen und Lager ein.

Die Zwängungen bilden ihrer Form nach ebenfalls in der Regel Zapfen und Lager. Man zwingt aber den Hohlkörper bei ihnen so fest auf den Vollkörper, dass, gegenüber den geringen vorhandenen, auf Drehung wirkenden Kräften, die Beweglichkeit ausgeschlossen ist.

Die Keilungen werden mit besonderem Vorzug unthätig verwendet. In der That haben wir nur ein einzigesmal, bei den Figuren 618 und 619, einen thätigen Keilschub behandelt, überdies noch in der Form, dass es sich um besondere Fälle der Schraubenräder handelte.

Die Schrauben, namentlich in den Verschraubungen aller Art, dienen zum überwiegend grössten Theil als unthätige Elemente, und zwar in so zahlreichen Anwendungen, wie kein anderes Maschinenelement. Nur in §. 86 haben wir einen Blick auf die Schraube als thätiges Maschinenelement geworfen.

Die Zapfen sind sehr häufig als unthätige Elemente in Anwendung, so in den Verbindungen Fig. 254, 255, 256, 259, 260, 261. Dann aber haben wir S. 239 die „ruhenden“ Zapfen von den beweglichen unterschieden; es waren eben die unthätigen, die wir damit aussonderten.

Die Rollenlager für Brückenträger, S. 510, sind wesentlich als unthätige Elemente anzusehen.

Kurbelgetriebe sind bei den im vorigen Paragraph erwähnten Flaschenverschlüssen und verwandten Einrichtungen in zahllosen Fällen als unthätig in Anwendung.

Selten kommen Zahnräder unthätig vor, sehr häufig aber wieder die Gesperrwerke. Die Längskeilverbindungen zum Befestigen einer Nabe auf einer Achse sind fast ausnahmslos unthätige und „ruhende“ Gesperre, wie ein Vergleich zwischen Fig. 191 und 654 einleuchtend macht. Sodann finden die Gesperre eine überaus mannigfaltige Verwendung als unthätige Mechanismen in den Sicherungen für Verschraubungen, Keilungen u. dergl. Man betrachte nur darauf hin die Figuren 240 bis 246, sodann 249 bis 251. In den Kupplungen, Fig. 426 bis 432 haben wir ruhende Gesperre, unthätig verwendet, vor uns (vergl. übrigens auch S. 614 unten).

Bei den Zugorganen ist die Unterscheidung zwischen Unthätigem und Thätigem althergebracht, indem man mit richtigem Verständniss „stehendes“ und „laufendes“ Tauwerk unterschied; bei den Seilbahnen (S. 707) haben wir die Unterscheidung beim „Standseil“ und „Laufseil“ wieder deutlich vor uns gehabt.

Auch bei den Druckorganen habe ich in §. 309 auf die Möglichkeit der Ausscheidung unthätiger Druckorgane hingewiesen, die aber dort unwichtig ist. Dagegen sind die Elemente zum Leiten der Druckorgane, die Röhren in ungezählten Fällen unthätig verwendet.

Die in Rede stehende Unterscheidung ist keineswegs theoretischer, sondern rein praktischer Natur. Immerhin empfiehlt es sich aber, sich dieselbe gegenwärtig zu halten, um das grosse Gebiet der Maschinenelemente besser übersehen zu können. Jedes Mittel hierzu muss willkommen sein. Die Unterscheidung hat übrigens auch dahin geführt, die vorzugsweise als unthätig benutzten Elemente zu Anfang gleich nach einander zu behandeln. Aus ihrer Eigenschaft der Unthätigkeit folgt endlich noch, dass sie diejenigen Elemente sind, welche für feste Bauwerke so zahlreiche Verwendungen finden und deshalb gleichsam ein Bindeglied abgeben zwischen den Studiengebieten des Bau- und des Maschinen-Ingenieurs.