

Natur die grösste Bedeutung hat. Es ist der Gletscher. Derselbe bildet sich aus dem in Schneeform im Hochgebirge niedergeschlagenen Wasserdunst, den die Sonnenwärme dem Meer entzogen hat. In Hochthälern bildet dieser Schnee Firnfelder; der Firnschnee wiederum sintert zusammen und bildet darauf Gletschereis; der Gletscher sodann fliesst schleichend langsam in die wärmeren Thalgegenden herab und schmilzt dort ab. Seine Eismasse bildet eine, manchmal Hunderte von Millionen kbm fassende Haltung, welche einen Wasserstrom von wenig veränderlicher Stärke, den Gletscherbach, herniedersendet. Dieser führt den mittleren Werth der Feuchtigkeitsmasse, welche das Jahr über in wechselnder Fülle von dem Firnfeld aufgenommen worden ist, zu Thal. Die Vorgänge sind alle physikalisch-mechanisch. Als Ganzes stellt der Gletscher eine Haltung fünfter Ordnung dar: Speisung durch den von der Sonne dem Meer entzogenen Wasserdampf, Verdichtung desselben zu Schnee, Frittung des letzteren zu wässriger Schneemasse, Verdichtung dieser zu Gletschereis, Abthauen des Eises theils durch Leitung vom Bett her, theils durch Strahlung der Sonne.

Sechszwanzigstes Kapitel.

GESPERRE DER DRUCKORGANE

ODER

VENTILE.

§. 365.

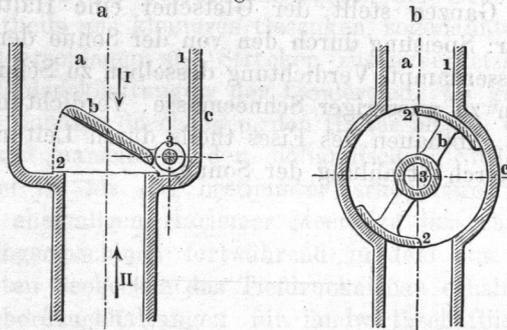
Zwei Gattungen von Ventilen.

Das Verfahren, ein Druckorgan zu sperren, d. h. zeitweise an Fortbewegung zu verhindern, ist ganz nahe verwandt mit demjenigen der Sperrung starrer Maschinenelemente; es unterscheidet sich davon nur durch die Berücksichtigung des Umstandes, dass die kleinen und kleinsten Theilchen der Druck-

organe so leicht trennbar sind. Man könnte annehmen, dass eine zweite Unterscheidung diejenige wäre, dass das Druckorgan stets der Leitung bedarf; allein einer solchen bedarf auch jedes starre Sperrstück in der Form von Lagern, Führungen oder anderen für sich bereits geführten Theilen.

Man kann zwei Hauptgattungen von Druckorgangesperren unterscheiden, je nachdem nämlich die Bewegung des zu sperrenden Druckorganes in nur einem Bewegungssinne, oder in beiden durch sie verhindert werden kann. Man nennt die Druckorgangesperre Ventile*). Die beiden genannten Ventilgattungen sind in je einem Beispiel in Fig. 1122 dargestellt. In dem Falle *a* wird das Druckorgan *a* durch die Klappe *b* gegen Bewegungen

Fig. 1124.



in der Richtung des Pfeiles *I* gesperrt, gegen Bewegungen in der Richtung des Pfeiles *II* aber nicht; im Falle *b* findet Spannung in beiden Richtungen statt. Das ist aber genau dasselbe Verhältniss, welches zwischen den in §. 235 unterschiedenen Gesperrgattungen für starre Maschinenelemente stattfindet, deren Darstellung wir in Fig. 1125 wiederholen. Das Ventil unter Fig. 1124 a, bildet hiernaeh die Sperrklinke eines

laufenden Gesperres,

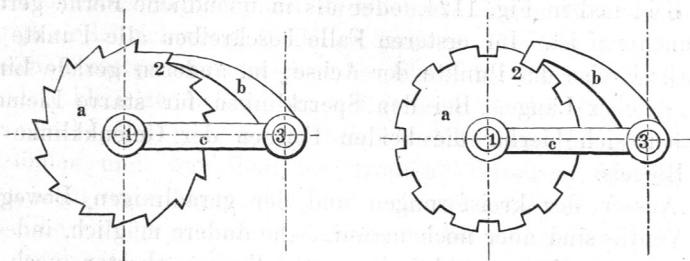
das Ventil unter *b* diejenige eines

ruhenden Gesperres

*) Diese aus dem mittelalterlichen Latein stammende Bezeichnung ist wahrscheinlich dem Kunstwörterthum der Orgel entnommen (vergl. S. 976 bei d, 7); sie ist für unsere heutige Technik nicht glücklich gewählt, weil sie sich einseitig auf die Sperrung von Wind, Luft gestützt hat. Dieser ihr Mangel an Allgemeinheit hat vielfach hinderlich auf das Verständniss ihres Gegenstandes eingewirkt.

für das Druckorgan *a*. Als Ventile für sich betrachtet unterscheiden sich die beiden Sperrkörper dadurch, dass derjenige

Fig. 1125.



unter *a* beim Durchlass des Druckorgans seinen Sitz selbstthätig verlässt, von demselben abgehoben wird, während derjenige unter *b* in gleitender Bewegung der Sitzfläche entlang den Durchlass freilegt. Aus diesem Grunde unterscheiden wir die beiden Ventilgattungen als

- a) Hebungventile oder Hubventile;
- b) Gleitungsventile oder Schiebventile.

Ebenso mannigfaltig, wie sich im 18. Kapitel die Formen der Sperrklinken für starre Elemente erwiesen, zeigen sich auch diejenigen für Ventile, mit einer grossen Ausnahme indessen. Das ist diejenige, dass die Gesperrformen, welche den Zugklinken entsprechen würden, hier fehlen. Zugventile gibt es nicht. Dieser Ausfall beruht, wie bald erkennbar, auf der Grundeigenschaft der Druckorgane, nur Druckkräften gegenüber widerstandsfähig zu sein.

Die übrig bleibenden, sehr zahlreichen Formen der Ventile tragen, wie schon in §. 319 erwähnt wurde, die Eigenschaften der Zahn- und der Reibungsgesperre gleichzeitig an sich, indem sie bei geringer Eröffnung wie Reibungsgesperre wirken (vergl. §. 340), bei voller Eröffnung und Schliessung wie Zahngesperre. Dieser Umstand vermindert abermals die Anzahl der Arten, in welche die Ventile zerfallen, so dass bei der Unterscheidung der verschiedenen Bauarten die Bewegungsweise des Ventils und seine damit zusammenhängende Formgebung in erste Linie tritt. In dieser Beziehung haben wir oben bei den Gesperren für starre Elemente eine scharfe Eintheilung in Klassen nicht gerade gemacht, sondern die gebräuchlichsten und praktisch sich am nächsten anbietenden Formen nur unterschieden. Der Hauptsache nach müssen wir hier ebenso verfahren.

Am stärksten geltend machen sich die bei den starren Gesperren die beiden Formen des sperrenden Körpers, bei welchen einmal eine Drehachse 3 des Ventils in endlicher Ferne liegt, wie beidemal in Fig. 1124, oder als in unendliche Ferne gerückt anzunehmen ist. Im ersteren Falle beschreiben alle Punkte des Ventils Kreise um Punkte der Achse, im anderen gerade Linien von gleicher Länge. Bei den Sperrklinken für starre Elemente ergaben sich hierfür die beiden Formen der Gelenkklinke und des Riegels.

Ausser der kreisförmigen und der geradlinigen Bewegung des Ventils sind aber noch mannigfache andere möglich, indessen nur einzelne davon praktisch werthvoll, am ehesten noch die schraubenförmige Bewegung, wobei wir niedere und höhere Schraubenform zusammenfassen dürfen, da die Zahl der Beispiele gering ist. Hiernach empfiehlt sich eine praktische Eintheilung der beiden Ventilgattungen in je drei Klassen, je nachdem die Ventile kreisförmig, geradlinig oder schraubenförmig bewegt werden. Danach zerfallen wir die Hebungsventile in

1. Klappen oder Gelenkventile,
2. Geradhübig Hubventile, Tellerventile, Rundventile,
3. Schraubenförmig gehende Hubventile,

und die Gleitungsventile in:

1. Hähne oder Drehschieber,
2. Geradhübig Schiebventile,
3. Schraubenförmig gehende Schiebventile.

Diese Eintheilung gibt, wenn sie auch nicht erschöpfend ist, den erwünschten Anhalt, die praktisch wichtigsten Ventile geordnet darzustellen, wenn wir uns gestatten, ungewöhnliche Bewegungsarten an die gewöhnlichen, als sie annähernd, anzuschliessen.

A. Hebungs- oder Hubventile.

§. 366.

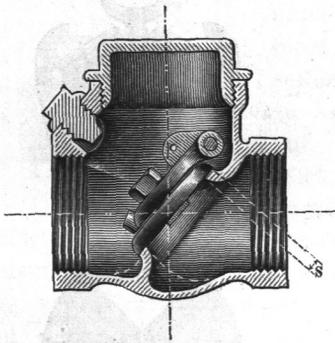
Gelenkventile oder Klappen.

In den Kolbenpumpen, welche, wie wir wissen, Flüssigkeits-schaltwerke sind, finden die Klappen oder Gelenkventile sehr häufig Anwendung, vergl. §. 319. Oftmals wird bei ihnen der

dichte Verschluss durch Einschaltung eines elastisch bildsamen Stoffes, wie Leder, Kautschuk u. dergl., herbeigeführt, vielfach aber auch Metalldichtung angewandt, namentlich, wo die zu fördernden Flüssigkeiten nicht durch harte kleine Körper verunreinigt sind. Schwierig bleibt es immer, die in §. 340 besprochenen Stossverluste, welche die Flüssigkeit beim Durchgang erleidet, klein zu halten; man fügt sich in der Regel darein, dass solche Verluste, namentlich oberhalb der Hebungsventile, stattfinden und vor allem bei tropfbar flüssigem Sperrkörper einen nicht unbedeutenden Arbeitsaufwand erfordern.

Eine Klappe mit Metalldichtung*), bei welcher versucht ist, der durchgehenden Flüssigkeit möglichst wenig Hindernisse entgegenzustellen, zeigt Fig. 1126. Das Gehäuse ist mit Schraubmuffen**) ausgerüstet; der aufgeschraubte Deckel gestattet Besichtigung, ein Schraubenstößel bewirkt Hubbegrenzung des Ventils; eine nachgiebige Einlage zwischen Gelenkstück und Dichtungsplatte sichert das gute Anlegen der letzteren. Der Durchfluss würde noch mehr stossfrei werden, wenn man das untere Profil des Durchlasses den punktiert eingetragenen Linien folgen liesse.

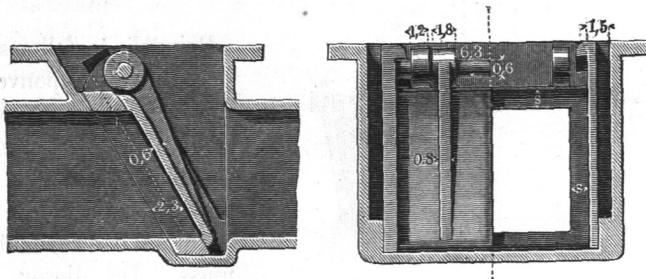
Fig. 1126.



bewirkt Hubbegrenzung des Ventils; eine nachgiebige Einlage zwischen Gelenkstück und Dichtungsplatte sichert das gute Anlegen der letzteren. Der Durchfluss würde noch mehr stossfrei werden, wenn man das untere Profil des Durchlasses den punktiert eingetragenen Linien folgen liesse.

Eine andere Klappe mit Metalldichtung bei rechteckigem Durchlass zeigt Fig. 1127. Ventil und Sitz bestehen aus Bronze. Der Ventilsitz wird durch zwei schmiedeeiserne Keile festgehalten,

Fig. 1127.



*) Pratt's sog. Geradwegsklappe. **) Nach Standmaass, S. 1012.

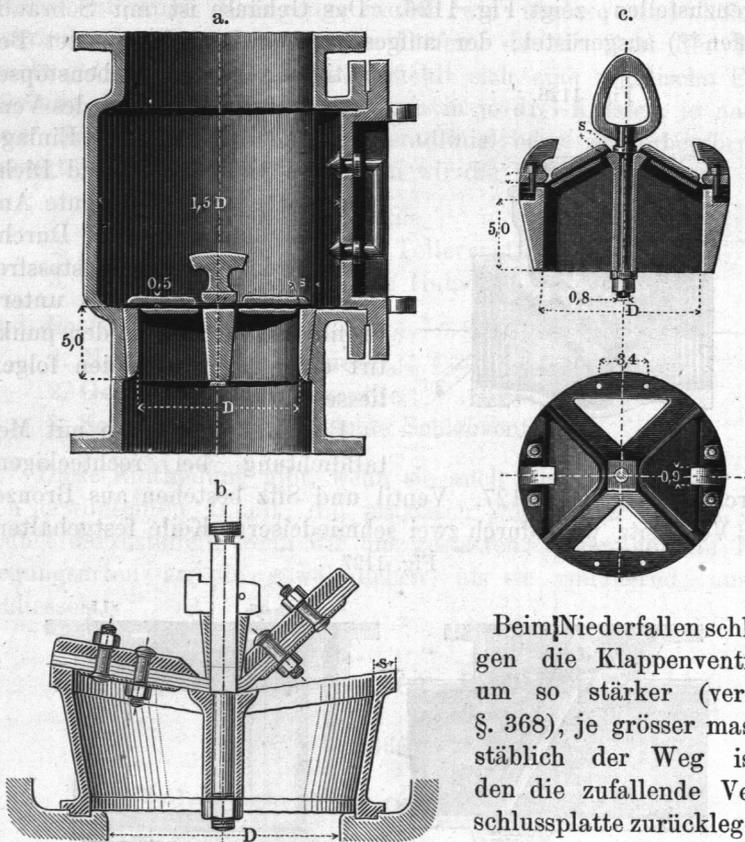
das Gehäuse durch einen hier weggelassenen Deckel geschlossen. Der Klappenachse gibt man in ihren beiden Lagern lothrecht zum Ventilsitz etwas Spiel, damit sich die Schlussfläche gut anlegen kann. Klappen der dargestellten Art sind bei Luftpumpen für Dampfmaschinen sowie für Vakuumpfannen im Gebrauch.

Für die Sitzbreite s erhält man brauchbare Werthe, wenn man bei der Lichtweite D des Sitzes nimmt:

$$s = 4 + \sqrt{D} \dots \dots \dots (401)$$

Bei rechteckigem Durchlass wird hierin statt D die kleinere Rechteckseite eingesetzt.

Fig. 1123.



Beim Niederfallen schlagen die Klappenventile um so stärker (vergl. §. 368), je grösser massstäblich der Weg ist, den die zufallende Verschlussplatte zurücklegen muss. Da dieser Weg

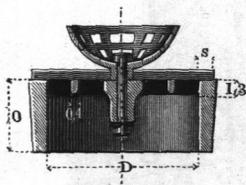
bei denselben Verhältnissen der Abmessungen proportional der wirklichen Grösse des Ventiles ist, sucht man die letztere da-

durch zu vermindern, dass man die Klappe in zwei oder mehrere auflost.

Eine Doppelklappe in ihrem Gehäuse, für Schachtpumpen geeignet, zeigt Fig. 1128 a. Zur Linderung dient eine Lederplatte, zwischen eiserne Platten geschraubt, manchmal auch genietet. Die Ventilkastenthür folgt innen der Ründung des Kastens, um die Wasserstösse klein zu halten, und ist um Gehänge drehbar. Die Fanghörner des Ventils gestatten den Klappen 60° Oeffnung. b Doppelklappe etwas anderer Bauart, ebenfalls bei Schachtpumpen angewandt*); die Dichtungsplatte besteht aus drei Lederschichten. c vierfache Klappe. Die eingeschriebenen Verhältnisszahlen beziehen sich auf die Einheit s.

Fig. 1129 runde Kautschukklappe, bei Luftpumpen der Dampfmaschinen in vielfach bewährtem Gebrauch (vergl. auch

Fig. 1129.



S. 905). Die Klappe bewegt sich nur annähernd in kreisförmigen Bahnen; sie biegt sich nämlich beim Aufgehen schüsselförmig und wickelt oder rollt sich so zu sagen etwas auf ihren Fangtrichter auf. Ihrer hierfür erforderlichen Biegsamkeit wegen muss sie aber im Sitz durch ein Gitter gestützt werden; den-

noch muss man ihr, je nach der Grösse, 20 bis 30 mm Dicke geben. Neuerdings will man den Kautschuk hier durch die sog. vulkanisirte Faser ersetzen, welche angeblich für ihre Platten nur $\frac{1}{3}$ der Dicke der gleichgrossen Kautschukplatte erfordert**).

Das eben erwähnte Aufwickeln der Ventilplatte ist vollständig ausgebildet bei dem ledernen Rollschützen für rückschlächtige Wasserräder, Fig. 1130 a (a. f. S.), wobei die Annäherung an die kreisförmige Bewegung der Klappe nur von den, nahe beim Wicklungspunkt liegenden Querschnitten der Klappe gilt. Sehr gut benutzt ist das Verfahren des Aufwickelns bei dem aus steifen hölzernen Dauben zusammengesetzten sog. Vorhangschützen von Caméré***), Fig. 1130 b (a. f. S.). Das ganze Ventil besteht

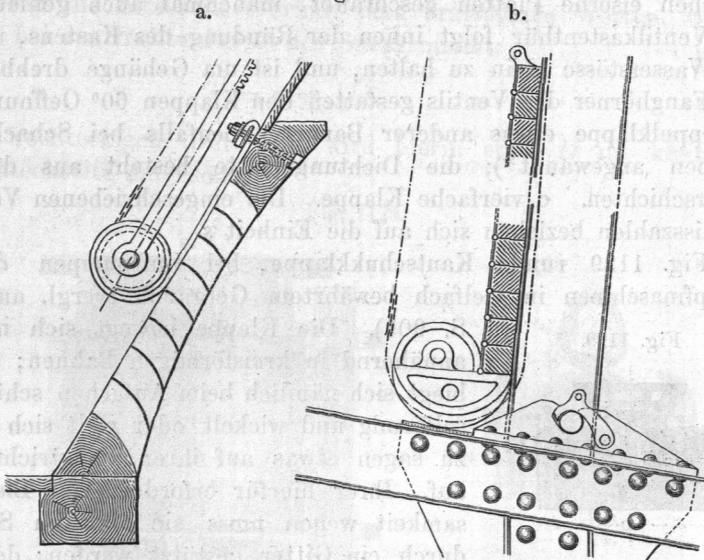
*) S. Riedler, Indikatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen, München 1881, S. 34.

**) Geliefert von der *Vulcanized Fibre Company* in Neuyork, vertreten in England durch Mosses & Mitchell, Chiswell Street, London.

***) Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées in Frankreich. Die Franzosen haben den Wehr- und Schützenbau in hervorragender Weise ausgebildet.

hier aus einer Reihe von Klappen, welche durch bronzene Gelenkbänder von hier nur schematisch skizzirter Bauart zusammengehalten werden.

Fig. 1130.



Schöne Ausführung an dem Seeschleusenwerk in Genf (Passerelle de la Machine), wo vierzig solcher Vorhangschützen neben einander den rechten Rhonearm abzuschliessen vermögen. Das Aufrollen des Vorhangs wird mittelst der in der Figur angedeuteten Kette, die von einer fahrbaren Treibwinde gezogen wird, bewirkt. Bei gänzlichem Freilegen einer Reihe von Oeffnungen wird auch der Anschlagpfosten, der, wie dargestellt, unten gelenkig befestigt ist, niedergelegt, was mittelst einer zweiten Kette ausgeführt wird. Die Breite des einzelnen Vorhangs ist 1,12 m, Abstand der Gelenkbänder von Mitte zu Mitte 700 mm, Zahl der Dauben 39, Höhe jeder derselben 78 mm, Gesamthöhe des Vorhangs 3,345 m, Dicke der obersten Daube 60, der untersten 80 mm.

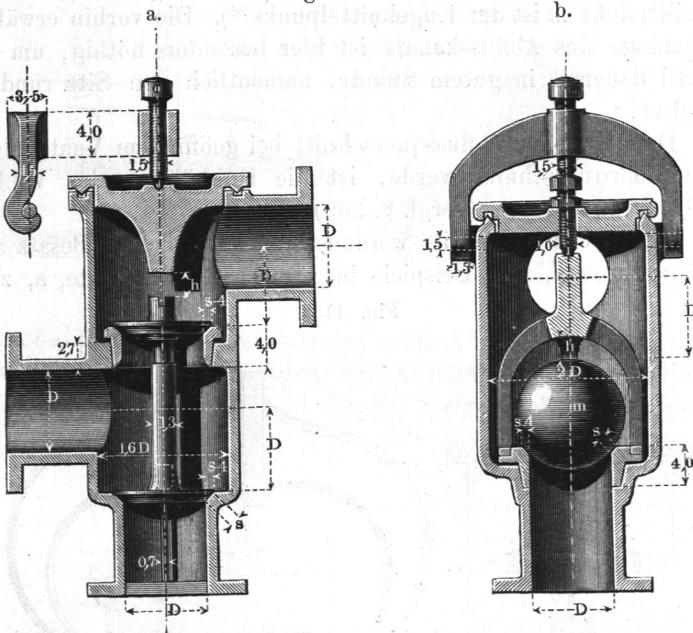
Das ausgezeichnete Genfer Wehrwerk, von welchem die hier berührte Schützenreihe nur einen kleinen Theil bildet, soll nach seiner 1889 bevorstehenden Fertigstellung laut einem interkantonalen Vertrag den Spiegel des Genfer Sees zwischen den Ständen 1,30 und 1,90 m des Genfer Rhonepegels — genauer des sog. Niton-Steines — halten. Im laufenden Jahre (1888), wo das Wehrwerk noch nicht vollendet ist, wurde bei heftigem Wasserzuwandrang im Juni 1,95 m P. N. erreicht, aber nicht überschritten. Zwischen Oktober und Mai wird demselben Vertrag gemäss das ganze Vorhangwehr geschlossen gehalten. Uebelstände haben sich im Gebrauch des Vorhangwehrs gemäss den von mir an Ort und Stelle eingeholten Erkundigungen nicht herausgestellt.

§. 367.

Selbstthätige Rundventile.

Unter den geradlinig gehenden Hebungsventilen sind vielleicht am meisten die Kegelventile angewandt, wenigstens für kleinere Ausführungen. Zwei solche zeigt Fig. 1131 a in einer

Fig. 1131.



für Speisepumpen zweckmässigen Anordnung. Als Material dient, um dem Anrosten vorzubeugen, Bronze. Für das untere, das Saugventil, ist ein gusseiserner Ventilsitz angegeben. Will man auch hier Bronze anwenden, so kann man die Anschlussflächen beider Sitze so ausbohren, dass sie einem und demselben Kegelmantel angehören. Die Breite s der Dichtungsfläche kann nach (401) gewählt werden; auch beziehen sich auf diese Zahl wieder die beigeschriebenen Verhältnisszahlen. Gibt man der Projektion des Spiegelringes die Breite:

$$s_1 = s - 4 = \sqrt{D} \dots \dots \dots (402)$$

so fallen, wie üblich ist, die kleinen Ventile schärfer zugespitzt aus, als die grösseren. Beim Entwerfen des Ventilkastens ist

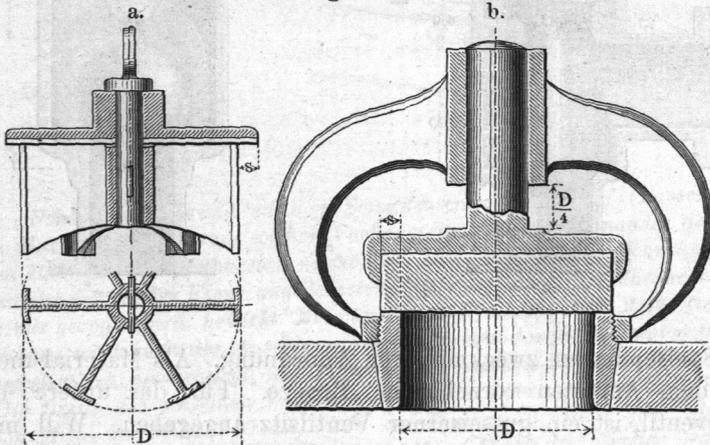
darauf zu achten, dass der etwa seitlich gelegene Abfluss oberhalb jedes Ventiles genügend hoch über den Ventilscheitel kommt, damit der Rückstrom das Ventil nicht zur Seite schleudern und unter Umständen festklemmen kann*). Der hier gezeichnete Deckelverschluss bedarf keiner Dichtungsmittel.

Fig. b Kugelventil. Sitzbreite s und Projektion s_1 , wie vorhin. Behufs Auffindung des passenden Kugeldurchmessers errichte man auf der Mitte der Spiegelschnitte Senkrechten; ihr Schnittpunkt m ist der Kugelmittelpunkt**). Die vorhin erwähnte Höhenlage des Abflusskanals ist hier besonders nöthig, um das Ventil dauernd in gutem Stande, namentlich den Sitz rund zu erhalten.

Damit der Durchflussquerschnitt bei geöffnetem Ventil gleich dem Rohrquerschnitt werde, ist die Hubhöhe h des Ventiles $= \frac{1}{4} D$ zu nehmen (vergl. §. 369).

Auch die Rundventile werden öfter mit weichem Besatz ausgeführt, wovon zwei Beispiele in Fig. 1132. Das erste, a, zeigt

Fig. 1132.



ein Ventil für Grubenpumpen mit Lederbesatz; zur Geradföhrung dienen Rippen, welche als Erweiterung und darauf folgende Auskehlung eines runden Föhrungsstiftes anzusehen, auch bei Kegelventilen sehr üblich sind. b Rundventil mit Kautschuk-

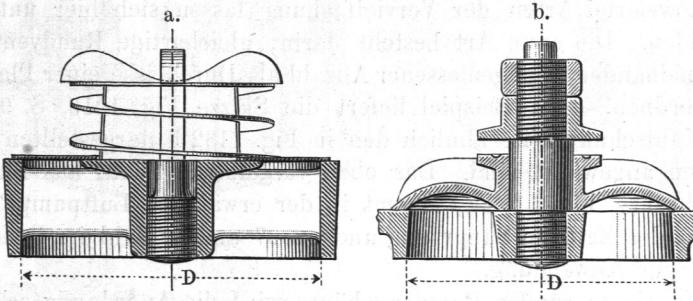
*) Vergl. Z. D. Ingenieure 1886, S. 97, wo so eingebaute Ventile Schollventile genannt werden.

***) Eine vorzügliche Einrichtung zum Abdrehen von Ventilkugeln ist die Weidmann'sche, s. Umland, Prakt. Maschinenkonstrukteur 1870, S. 83, Taf. 24.

besatz; sehr ähnliche Ventile finden sich an den Pumpen von Gaskill in zahlreichen Ausführungen benutzt; alle metallischen Theile Bronze*).

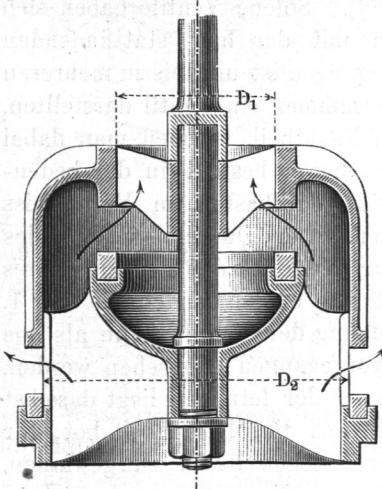
Häufig theilt man bei den selbstthätigen Rundventilen die Sitz- oder Spiegelfläche in zwei Theile, so bei dem Ringventil Fig. 1133 a, welches der Luftpumpe einer Corlissmaschine von

Fig. 1133.



Creuzot angehört. Hier ist statt des weichen Schlussstoffes ein sehr harter angewandt. Der Ventilsitz besteht nämlich aus gewöhnlicher,

Fig. 1134.



die eigentliche Ventilplatte aber aus Phosphorbronze; die Platte wird durch eine starke flachwindige Schraubenfeder in die Schlusslage gedrängt. Fig. b zeigt ein anderes bronzenes Ringventil für Luftpumpen der Dampfmaschinen, auf englischen Seedampfern in vielbewährtem Gebrauch. Fig. 1134 Glockenventil, für Schachtpumpen viel benutzt; die beiden ringförmigen Sitzflächen sind hier in verschiedenen Ebenen angebracht. Als Dichtungstoff dient Eichenholz, mit der Hirnseite nach oben. Der Durchlass, welcher bei b

wesentlich nur am äusseren Ringe vor sich ging, findet hier am äusseren wie am inneren Sitzring statt. Der Ventilhub h , welcher

*) S. Engineering and Mining Journal, Neuyork 1886, April, S. 285.

einen Durchflussquerschnitt $\pi/4 D^2$ gestatten soll, fällt deshalb kleiner aus als vorhin, nämlich $= 1/4 D^2 : (D_1 + D_2)$.

Das Bestreben, die Hubhöhe der Ventile in Pumpwerken klein zu halten, hat auch bei den Rundventilen zu der im vorigen Paragraphen erwähnten Vervielfachung der Ventile für einen und denselben Durchflusskanal geführt und eine beträchtliche Zahl von mehrfachen Ventilen entstehen lassen.

Zweierlei Arten der Vervielfachung lassen sich hier unterscheiden. Die erste Art besteht darin, gleichartige Rundventile nebeneinander in angemessener Anzahl als Durchlässe einer Platte anzuordnen. Ein Beispiel liefert die Skizze Fig. 1016, S. 938, wo Kautschukventile ähnlich den in Fig. 1132 b dargestellten in Reihen angewandt sind. Das oben vorgeführte Ventil aus Phosphorbronze, Fig. 1133 a, kommt in der erwähnten Luftpumpe zu 38 an der Zahl im Saugraum, und zu 27 an der Zahl im Druckraum zur Anwendung.

In einem runden Pumpengehäuse wird die Anordnung schon schwieriger, zumal die Ventile auf gemeinschaftlichem, zum Herausheben geeigneten Sitz anzubringen sind. Fig. 1135 a zeigt ein 19faches Ventil aus dem Heidt-Schacht bei Hermsdorf*), b ein 21faches Kugelventil (beidemale ohne den Ventilkasten) aus dem Josephschacht in Frohnsdorf**). Solche Ventile haben sich ganz gut bewährt, weshalb man mit der hier stattfindenden Stromtheilung weiter und weiter gegangen ist und bis zu mehreren Hunderten von Ventilkugeln, die zusammen ein Ventil darstellten, gelangt ist. Fig. b lässt aber den Nachtheil, welchen man dabei in den Kauf nehmen muss, erkennen; er besteht in der bedeutenden Grösse, welche Ventil und Ventilkasten im Verhältniss zum Leitungsrohr erhalten müssen. Der Durchmesser D_k des Ventilkastens verhält sich hier zur Weite D des Leitungsrohres wie 500 mm : 184 mm, die Querschnitte beider danach wie 7,4 : 1.

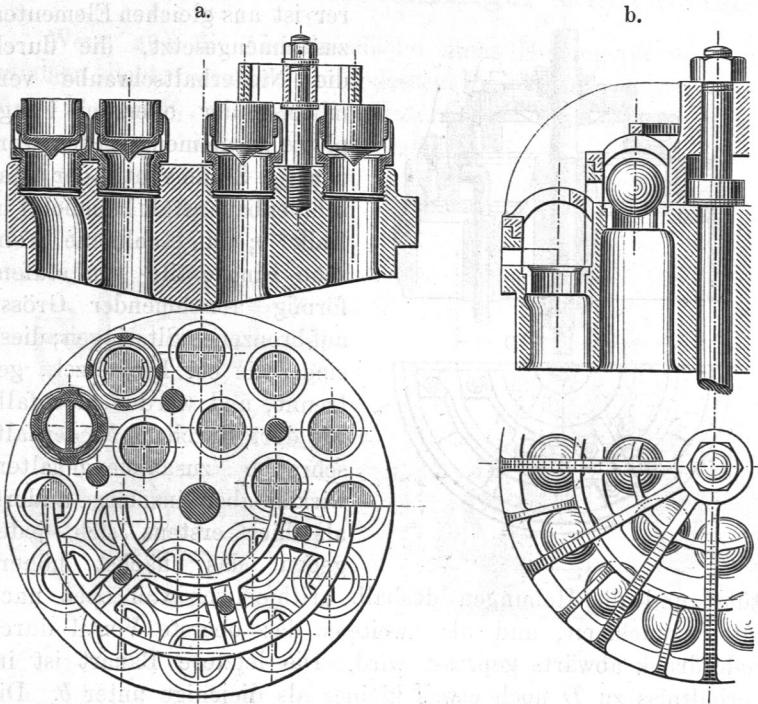
Die zweite Art der Vervielfachung der Ventile kann als aus dem Glockenventil Fig. 1134 hervorgegangen angesehen werden. Die nach innen gelegene Ausströmung der letzteren liegt daselbst oberhalb der äusseren; dies ist es, was die Möglichkeit bot, für die zweite Ausströmung den erforderlichen Raum zu gewinnen. Eine leichte Andeutung der Benutzung dieses Umstandes ist in der erhöhten Lage der inneren Kugelreihe bei dem Ventil

*) S. Riedler, Indikatorversuche etc. S. 27.

***) S. Riedler, Indikatorversuche etc. Blatt 11.

Fig. 1135 b zu erblicken. Indem man nun dieses Uebereinanderlegen der Durchflussöffnungen mehrfacher Ventile zum Grund-

Fig. 1135.



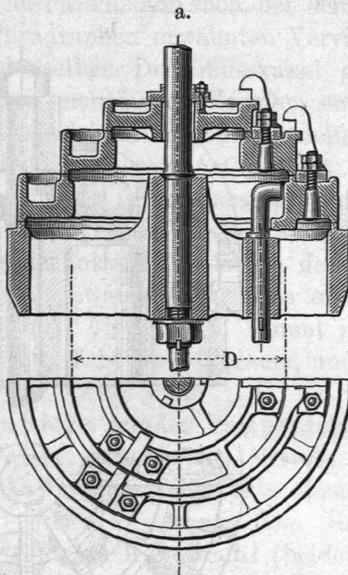
satz erhob, gelangte man bei den vielfachen Rundventilen zu hohen kegelförmigen oder konoidischen Ventilträgern mit ihren zahlreichen Einzelsitzen, bei Zugrundelegung der Ringventile aber zu den Stufenventilen*), in welchen Ringventile in angemessener Anzahl übereinander angeordnet werden. Fig. 1136 (a. f. S.) stellt drei Bauarten von Stufenventilen dar. a Stufenventil der grossen Wasserhaltungsmaschine der Grube Scharley-Tiefbau (1 m Pumpendurchmesser**); gusseiserne glockenähnliche Ringventile von stufenweis abnehmender Grösse sitzen hier unmittelbar eines

*) Das sprachlich ganz falsch gebildete und auch gänzlich entbehrliche Fremdwort „Etagen“-Ventil sollte man wohl aufgeben.

***) S. Riedler, Indikatorversuche etc. S. 21.

auf dem anderen. *b* Stufenventil von Thometzek*); sehr bewährt; geliderte ebene Ringventile von gleicher Grösse sitzen auf über-

Fig. 1136.



einander geordneten Spiegel-
flächen am Ventilsitz; letz-
terer ist aus gleichen Elementen
zusammengesetzt, die durch
die Niederhaltschraube ver-
mittelt der obersten Fang-
platte zusammengehalten wer-
den. *c* Stufenventil der Ma-
schinenbauanstalt Humboldt in
Kalk**); aufgeschliffene bron-
zene Ringventile von stufen-
förmig abnehmender Grösse
auf bronzenen Sitzringen; diese
sind, wie bei Thometzek, ge-
trennt, und werden, ebenfalls
wie dort, durch die Niederhalt-
schraube zusammengehalten,
wirken aber insofern anders,
als hier erstens sich jedes
gegen das nächst höhere

stützt und die Hebungen deshalb arithmetisch von oben nach unten zunehmen, und als zweitens das oberste Ventil durch Federdruck abwärts gepresst wird. Die letztere Bauart ist im Verhältniss zu *D* noch etwas kleiner als diejenige unter *b*. Die vorstehend dargestellten Stufenventile sind für Wasserpumpen bestimmt. Das Stufenventil eignet sich indessen auch ganz gut für Gebläse und zwar in einer der Maschinenbauanstalt Humboldt***) patentirten Form, bei welcher die kegelförmigen Sitzkörper für Saug- und Druckventil konaxial ineinanderstecken (s. Waldästel am soeben a. O.).

*) Direktor Thometzek in Bonn hat meines Wissens zuerst die Stufen-Ringventile (1875) angegeben; seine Bauart derselben hat sich sehr bewährt und rasch verbreitet.

***) Eine sehr gute Zusammenstellung von Bauarten mehrfacher Ringventile, dabei zwölf Stufenventile, hat Ingenieur Waldästel unter dem Titel: „Ueber Ringventile für Pumpen und Gebläse“ in der Z. D. Ingenieure 1886, S. 935 gegeben.

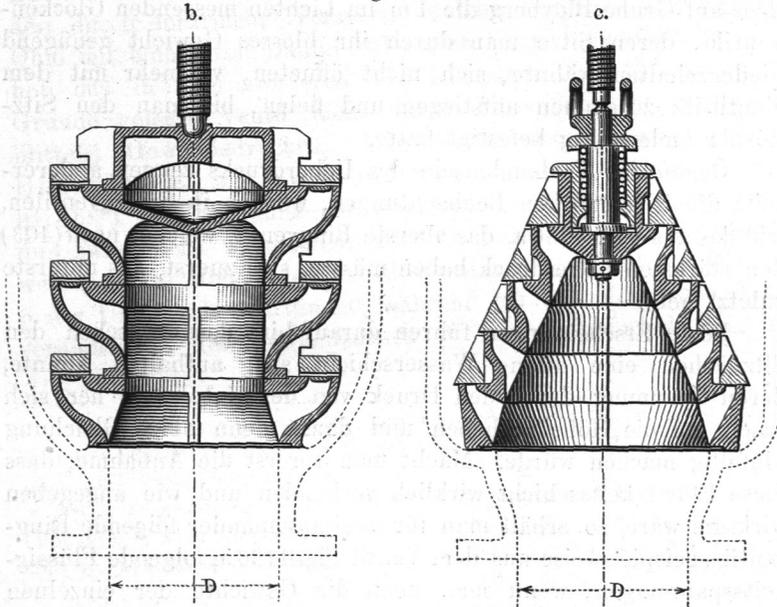
***) D. R. P. 33 103.

§. 368.

Der Ueberdruck selbstthätiger Hubventile.

Wenn man die Abschlussfläche eines Hebungventiles vollkommen dicht voraussetzt und dessen Projektion von der Ober- säule her = F_1 , die von der Untersäule her = F ist, so hat

Fig. 1136.



man für den Augenblick des Gleichgewichts zwischen den Pres- sungen der beiden Säulen dicht vor der Hebung des Ventiles $pF = p_1 F_1$, wenn p und p_1 die zu den Flächen gehörigen Flächendrucke sind und das Gewicht des Ventilkörpers vernach- lässigt oder als anderweitig aufgehoben angesehen wird. Aus der Gleichung kommt $(p - p_1) : p_1 = (F_1 - F) : F$ oder, wenn das Verhältniss $F_1 : F = \alpha$ gesetzt wird:

$$\frac{p - p_1}{p_1} = \alpha - 1 \quad \dots \dots \dots (403)$$

Der Druck $p - p_1$ wird der Ueberdruck, das Verhältniss $(p - p_1) : p_1$ das Ueberdruckverhältniss oder auch kurz ebenfalls der Ueberdruck des Ventils genannt. Man hat nach demselben

vielfach die Brauchbarkeit verschiedener Ventilgattungen beurtheilt und berechnet und musste daraus unter anderem für das Glockenventil, Fig. 1134, ungünstige Schlüsse ziehen. Versuche an Pumpen grosser und kleiner Abmessungen haben aber gezeigt, dass der Ueberdruck nur in ganz geringem Maasse, wenn überhaupt, vorhanden sei*). Von anderer Seite wird das Vorhandensein des Ueberdruckes festgehalten**), immerhin auch dann als geringwerthiger bezeichnet, als obige Formel angibt.

Für Vorhandensein des Ueberdruckes scheint zu sprechen, dass auf Grube Bleyberg die 1 m im Lichten messenden Glockenventile, deren Sitze man durch ihr blosses Gewicht genügend niedergehalten währte, sich nicht öffneten, vielmehr mit dem Ventilsitz zusammen aufstiegen und fielen, bis man den Sitzkörper anderweitig befestigt hatte.

Gegen das Vorhandensein des Ueberdrucks zeugen andererseits die Riedler'schen Beobachtungen, wonach in Stufenventilen, wie das aus Fig. 1136 a, das oberste Ringventil, welches nach (403) den stärksten Ueberdruck haben müsste, sich zuerst, das unterste zuletzt hebt.

Beide Erscheinungen führen darauf hin, dass zwischen den Sitzflächen eine dünne Wasserschicht sich aufhalten könnte, deren Spannung durch den Druck von der Untersäule her sich rasch auf die Höhe p_1 heben und damit denn obige Gleichung hinfällig machen würde. Macht man vorerst die Annahme, dass diese Flüssigkeitsschicht wirklich vorhanden und wie angegeben wirksam wäre, so erhält man für zwei aufeinander folgende Ringventile, beispielsweise aus dem Ventil Fig. 1136 a, folgende Flüssigkeitsspannungen, wenn man noch die Gewichte der einzelnen Ventile, oben beginnend, mit G_1 und G_2 , ihre Projektionen mit F_1 und F_2 einführt:

$$p' = p_1 + \frac{G_1}{F_1} \quad \text{und} \quad p'' = p_1 + \frac{G_1 + G_2}{F_1 + F_2} \quad \dots \quad (404)$$

Nun zeigt sich bei Ermittlung der Ventilgewichte und Ventilflächen, dass unter Umständen $G_2:F_2$ grösser ist, als $G_1:F_1$,

*) Namentlich ginge dies aus den sehr schönen und zahlreichen Versuchen von Riedler, siehe die schon oben angezogene Schrift Indikatorversuche an Pumpen etc., hervor.

**) Siehe die eingehenden und umfangreichen Mittheilungen von Prof. C. Bach in der Z. D. Ingenieure 1886: Versuche zur Klarstellung der Bewegung selbstthätiger Pumpenventile.

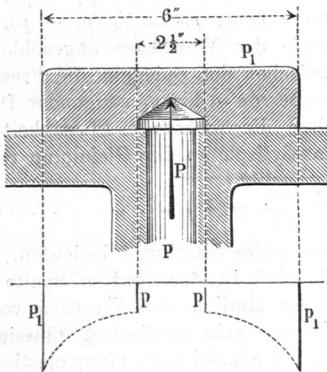
dann aber auch das ganze zweite Glied in dem Ausdruck für p''^*), wonach sodann p' die Widerstände zuerst überwinden muss. In dem Bleyberger Falle ist dagegen F_2 sehr viel grösser als F_1 , so dass dort p'' kleiner ausfällt als p' , somit sich das Aufsteigen des Ventilsitzes erklärt.

Das wirkliche Verhalten der Flüssigkeitsreste zwischen den Dichtungsspiegeln mag vielleicht nicht genau so sein, wie soeben vorausgesetzt, nähert sich aber wahrscheinlich den gemachten Annahmen in hohem Grade an. Dies scheint bestätigt zu werden durch lehrreiche Versuche, welche Professor Robinson in Ohio mit einem von Dampf belasteten Ventil angestellt hat. Er hob das in zwei grösseren Versuchsreihen den Messungen zu Grunde gelegte Ventil nicht durch Flüssigkeitsdruck, sondern mittelst Gewichtsdruckes. Die Versuche ergaben einen Ueberdruck, welcher weit unter dem Werthe $p_1 - p$ blieb**). Die Ergebnisse der Robinson'schen Versuche lassen sich nun zwar nicht unmittelbar auf die Pumpenventile übertragen, weil hier das Heben des Ventiles unter Steigerung des Druckes p der Untersäule stattfindet, während bei den Versuchen p unveränderlich, der Gewichtsdruck P nur veränderlich war und

*) Bei dem Ventil Fig. 1136 a wachsen die Verhältnisse zwischen Gewicht und Unterfläche bei den drei Ringen rund wie 50:76:85, wenn man von oben nach unten fortschreitet.

***) S. Transactions of the Am. Soc. of Mechanical Engineers 1882/83 (Vol. IV), S. 150, Robinson, Back pressure on valves, or the Equilibrium line by experiment and theory for broad seated valves. — Das Versuchs-

Fig. 1137.



ventil, Fig. 1137, hatte einen ebenen kreisringförmigen Sitz von 6" äusserem und 2,1" innerem Durchmesser, war oben mit Dampf vom Drucke p_1 , unten mit atm. Druck p belastet. p' bezeichnet in folgender Tafel in die Projektion der Muschel bezogenen Flächendruck, welcher aus der das Ventil hebenden Kraft P abzuleiten war, ferner a den Flächeninhalt, d den Durchmesser desjenigen Kreises, für welchen $a(p_1 - p) = P$ ist. Diesen Kreis nennt Robinson die Gleichgewichtslinie; derselbe ist stets weit kleiner, als die obere Projektion des Ventils.

man wohl nicht ohne weiteres das Eine für das Andere setzen darf. Folgt man indessen der von Robinson den Versuchen angeschlossenen Theorie, so gelangt man in der That zu dem, was oben nur vorläufig angenommen wurde, nämlich, dass sich bei Steigerung von p auf die Grösse p_1 zwischen den Spiegelflächen

$p_1 - p$ Pfund, Quadratzoll	p' Pfund, Quadratzoll	a Quadratzoll	d Zoll	d' Zoll
5	8	5,6	2,6	2,53
10	17	5,8	2,7	2,85
15	26	6,0	2,8	2,92
20	36	6,2	2,8	3,02
25	46	6,4	2,9	3,09
30	57	6,6	2,9	3,14
35	69	6,8	2,9	3,19
40	81	7,0	3,0	3,22
45	95	7,3	3,0	3,25
50	112	7,8	3,1	3,27
55	129	8,2	3,2	3,29
60	150	8,7	3,3	3,31
65	172	9,2	3,4	3,33
70	198	9,8	3,5	3,34
75	230	10,5	3,7	3,35

Die Zahlen unter a und d sind abgerundet. Man kann aus der Tafel den stattfindenden Ueberdruck leicht entnehmen. Bei $p_1 - p = 45$ Pfd. beträgt derselbe, da $d = 3 = \frac{1}{2} \cdot 6''$ ist, den vierten Theil von $p_1 - p$; bei $p_1 - p = 75$ ist er $= 0,38 (p_1 - p)$. Das Gesetz, nach welchem die Spannung zwischen die Spiegelflächen von der Grösse p_1 auf p herab abnimmt, ist nicht einfach. Die dasselbe darstellende Kurve ist nach der Abszissenachse hin gebogen, wie in Fig. 1137 angedeutet ist. Was die mittlere Spannung p_m betrifft, so ist diese nach der Tabelle bei $p_1 - p = 5$ von der Grösse $p_m = (p_1 - p) : 4,43$; bei $p_1 - p = 75$ ist sie $= (p_1 - p) : 2,36$. Für grobe Annäherungen kann man wohl setzen: $p_m = \frac{1}{3} (p_1 - p)$. An diese Versuche hat Robinson eine Theorie des Vorganges angeschlossen. Er nimmt an, dass am äusseren Rand zwischen den Spiegeln die Pressung p_1 , am inneren diejenige p , dazwischen ein von p bis p_1 steigender Druck herrsche. Unter der Voraussetzung, dass die pressende Flüssigkeit unzusammendrückbar sei, gelangt er rein analytisch zu der Gleichung für d :

$$d' = 2r \sqrt{\frac{R}{r} - \frac{p}{p_1} \left(\frac{R}{r} - 1 \right)} \dots \dots \dots (405)$$

worin auch R und r die beiden Halbmesser des Sitzringes bedeuten. Die Werthe d' , welche die Gleichung liefert, sind in der fünften Spalte der Tafel zusammengestellt. Sie wachsen sehr ähnlich den Werthen von d , sind aber nach Robinson's Ansicht bei einer rein elastischen Flüssigkeit 10 bis 15 Prozent zu gross. Der Dampf kann als zwischen einer elastischen und einer unelastischen Flüssigkeit stehend angesehen werden.

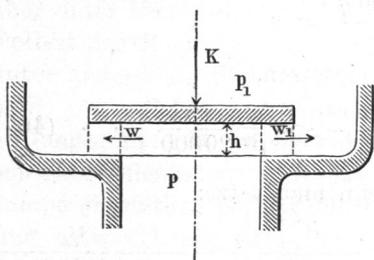
die Spannung p_1 herstellen müsse, indem Gleichung (405) für $p = p_1$ den Werth $d' = 2r$, d. i. Ueberdruck Null liefert. Damit würde denn Riedler's Schlussfolgerung, die er daraus zieht, dass der Indikator einen Ueberdruck nicht anzeigt, als richtig bestätigt sein. Auf jeden Fall leiten die vorhandenen Versuchsergebnisse dahin, dass der Ueberdruck, wenn überhaupt vorhanden, nicht gross sein kann und deshalb bei den üblichen Bauarten der selbstthätigen Ventile vernachlässigt werden darf. Die Robinson'schen Versuche und die daran geknüpfte Theorie gestatten auch, mit einer gewissen Genauigkeit den Druck zu ermitteln, bei welchem ein Sicherheitsventil sich zu heben beginnt.

§. 369.

Schliessungsdruck selbstthätiger Hubventile.

Die selbstthätigen Hebungventile öffnen sich nach dem Vorstehenden leicht, wenn sie von der Untersäule her einen Druck erfahren, welcher denjenigen der Obersäule etwas übersteigt. Bei ihrer Verwendung in Pumpen sollen sie sich aber auch rasch wieder schliessen, sobald Hubwechsel des Kolbens eintritt. Dies gilt vor allem, worauf auch Riedler hinweist, von den Saugventilen, weil, wenn deren Schliessung verspätet eintritt, der bereits

Fig. 1138.



in Bewegung befindliche Kolben die zu hebende Flüssigkeitssäule mit Stoss treffen muss. Man hat deshalb den Saugventilen vor allem in dieser Beziehung Aufmerksamkeit zu widmen, wie sich auch bei der oben erwähnten Luftpumpe von Creuzot zeigt, indem diese nämlich 38 Saugventile neben 27 Druckventilen aufweist.

Damit die selbstthätige Auflüftung nicht zu hoch ausfalle und die Schliessung rasch vor sich gehe, soll das Ventil mit einem gewissen Druck K belastet sein, welcher entweder durch das Gewicht des Ventilkörpers, oder durch eine Feder, oder durch beides zusammen bewirkt wird. Derselbe ist hier zu ermitteln.

Wir haben bei dem in vorstehender Figur dargestellten ebenen Hebungsventil für den Druck der Untersäule:

$$p = p_1 + \frac{K}{F_1} = p_1 + q \quad \dots \quad (406)$$

wobei $p - p_1 = q$ den Schliessungsdruck auf den qmm (einen Flächendruck) bezeichnet. Bei der Höhe h und dem Umfang u des das Ventil einschliessenden Cylindermantels haben wir

$$w_1 h u = F v,$$

wenn w_1 die Abströmungsschnelle am äusseren Ventilrand, v die Zuströmungsschnelle in der Untersäule bezeichnet. Nun ist, wenn noch w die Abströmungsschnelle am inneren Ventilrand bedeutet, $w_1 = w \sqrt{F : F_1}$, das ist $w_1 = w \sqrt{\alpha}$. Man hat aber:

$$w = \sqrt{2g h'} = \sqrt{2g 1000 q}$$

(da der Druck auf den qm = 1000 000 q = 10 000 . h' : 10 ist), also:

$$w_1 = \sqrt{\frac{2g 1000 q}{\alpha}}$$

Dies eingesetzt, gibt

$$h u \sqrt{\frac{2g 1000 q}{\alpha}} = F v.$$

Nun wird verlangt, dass w und w_1 nicht zu gross ausfallen sollen, was sich auch so fassen lässt, dass $h u$ in einem voraus beurtheilbaren Verhältniss zu F stehen solle, welches Verhältniss gleich oder kleiner als 1 gefunden wird. $h u = \beta F$ einführend, erhalten wir

$$\beta \sqrt{\frac{2g 1000 q}{\alpha}} = v$$

oder, indem wir nun g mit 9,809 einsetzen,

$$q = \frac{\alpha v^2}{\beta^2 19618} = \frac{0,000051 \alpha v^2}{\beta^2} \sim \frac{\alpha}{\beta^2} \frac{v^2}{20000} \quad \dots \quad (407)$$

Man erhält aus dieser Formel, wenn man setzt:

$$\beta = \frac{1}{\quad \quad \quad \frac{3}{4} \quad \quad \quad \frac{1}{2} \quad \quad \quad \frac{1}{4}}$$

$$q = 0,00006 \alpha v^2 \quad 0,000107 \alpha v^2 \quad 0,00024 \alpha v^2 \quad 0,00096 \alpha v^2$$

worin v mit dem Maximum seines, während des Kolbenlaufes eintretenden Werthes einzuführen ist. Für numerische Ausrechnungen bedürfen wir noch der Werthe von α . Man hat für dieselben, wenn man die Sitzbreite s und, bei Kegelventilen, die Projektionsbreite s_1 aus (401) und (402) benutzt, was folgt.

Die einventilige Pumpe.

1121

Durchmesser $D =$	50	100	150	200	250	300	400
Sitzbreite $s =$	11	14	16	18	20	21	24
Projektion $s_1 =$	7	10	12	14	16	17	20
Kegelventil $\alpha =$	1,65	1,44	1,36	1,31	1,27	1,24	1,21
Planventil $\alpha =$	2,17	1,64	1,44	1,39	1,35	1,30	1,25

Hiermit können wir nun den Schliessungsdruck an Beispielen ermitteln.

1. *Beispiel.* Für ein Kegelventil von 100 mm unterem Durchmesser bedarf es, wenn die grösste Schnelle v in der Untersäule $= 2$ m und die Durchlassgrösse $hu = F$, also $\beta = 1$ werden soll, eines Schliessungs-Flächendrucks $q = 0,00006 \cdot 1,44 \cdot 4 = 0,0003456$ kg auf den qmm der Fläche F_1 , also eines Gesamtdruckes $K = \pi/4 (100 + 2 \cdot 10)^2 \cdot 0,0003456 = 11309,7 \cdot 0,0003456 = 3,91$ kg.

2. *Beispiel.* Beim Planventil für denselben inneren Durchmesser ist α mit 1,64 statt 1,44 einzuführen, womit $K = (1,64 : 1,44) 3,91 = 4,45$ kg.

Für Ringventile fällt das Berechnungsverfahren ähnlich aus und ist aus dem hier Durchgeführten abzuleiten. Unsere Formel (407) kann nur als ein annähernder Ausdruck gelten, da eine besonders einfache Ventilform zu Grunde gelegt ist, auch die durch die Strahlverbreiterung entstehende Druckverminderung unberücksichtigt geblieben ist. Immerhin zeigt sich, dass K oft recht gross gemacht werden muss.

Bei vorstehender Berechnung ist die lebendige Kraft der Wassersäule, welche durch den Kolben fortgeschaltet wird, nicht näher in Betracht gezogen worden. Diese lebendige Kraft kann aber unter Umständen ein Ventil noch offen halten, während der Kolben den Rückweg schon weit angetreten hat. Dies zeigte ich unter anderm deutlich an den grossen Pumpen der Grube Bleyberg, von welchen auf Seite 899 bemerkt wurde, dass sie den Füllungsgrad 1,04 gezeigt hätten. Wird das auf diese Weise bewirkte Offenhalten z. B. des Steigventils einer Tauchkolbenpumpe absichtlich herbeigeführt, indem man der Steigwassersäule eine entsprechende Schnelle ertheilt (enges Rohr), so kann es dahin gebracht werden, dass das Steigventil sich gar nicht mehr schliesst und deshalb auch ganz weggelassen werden kann. Dies hat zu der einventiligen Pumpe von Edmond Henry geführt, welche nur das Saugventil, kein Steigventil hat*). Wir können

*) S. Revue industrielle 1888, September, S. 342, wo eine vollständige Theorie dieser Pumpe gegeben ist.

dieses Wasserschaltwerk als ein Seitenstück zu dem auf S. 647 dargestellten Langen'schen Schwungradschaltwerk, Fig. 730 und 731 ansehen. Auch hier wird dem zu schaltenden Körper a eine so grosse lebendige Kraft beim Schalten ertheilt, dass er nur eine ganz geringe Verminderung der Fortschreitungschnelle erleidet, während der Schalter ausholt.

§. 370.

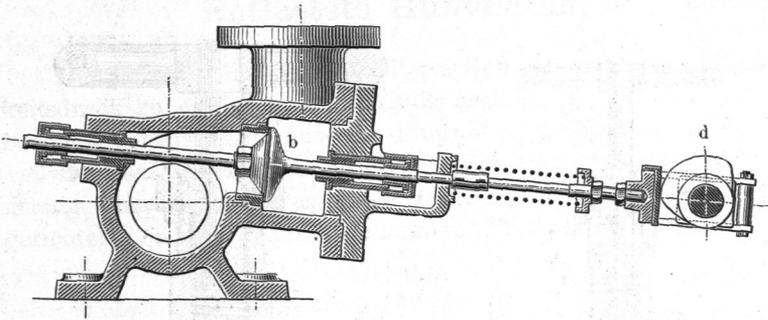
Gesteuerte Hebungsventile für Pumpen.

Aus dem Vorstehenden geht hervor und die in den letzten Jahren sehr zahlreich angestellten Versuche bestätigen es, dass man bei richtiger Belastung der Ventile, verbunden mit kleiner Hubhöhe derselben, die Flüssigkeitsstösse in Pumpen sehr vermindern und selbst für hohe Kolbenschnellen auf ein völlig unschädliches Maass herabzuziehen vermag. Die Hubverminderung mittelst der Vervielfachung der Ventile bringt es indessen mit sich, dass man ihr zuliebe die Abmessungen der Ventile sehr gross wählen muss. Man hat aus diesem Grunde wiederholt schon zu einem anderen Auskunftsmittel gegriffen, demjenigen nämlich, die Selbstthätigkeit der Ventile aufzugeben und sie zwangsläufig zu betreiben. Die beste Form scheint die zu sein, die Eröffnung selbstthätig vor sich gehen zu lassen, die Schliessung aber, als die am ersten Störungen verursachende Bewegung, durch ein Steuerungsgetriebe bewirken zu lassen. Bei Anwendung dieses Auskunftsmittels können die Ventile wieder klein gehalten werden, was in den meisten Fällen, wo es sich um grosse, starke Pumpwerke handelt, die erforderliche Zuthat an Triebwerk aufwiegt, vor allem da, wo Drehbewegung gegeben ist. Sehr lehrreiche Mittheilungen über den Gegenstand hat neuerdings Prof. Riedler veröffentlicht*). Fig. 1139 stellt ein Riedler'sches gesteuertes Druckventil der Wasserhaltungsmaschine am Wartbergeschacht dar. Der umlaufende Daumen d schliesst das Ventil b beim Hubwechsel rechtzeitig und lässt es beim Beginn der Druckbewegung sich vermöge des Druckes der Untersäule öffnen; Belastung K wegen Allmählichkeit der Eröffnung wird durch eine Schraubenfeder ausgeübt. Der Gang dieser und ähnlicher Ma-

*) S. Z. D. Ingenieure 1888, S. 481, Riedler, Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen mit gesteuerten Ventilen.

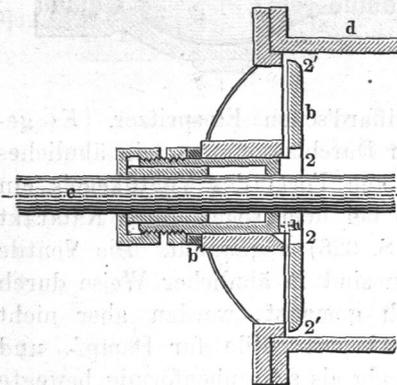
schinen hat sich als höchst befriedigend erwiesen. Wegen anderer Einzelheiten verweise ich auf die angeführte Quelle.

Fig. 1139.



Bei Gebläsen, namentlich solchen für hohen Druck, benutzt man ebenfalls jetzt vielfach Steuerung an Hubventilen, vor allem am Saugventil, welches, wie oben erwähnt würde, der zwangläufigen Führung am meisten bedarf. Fig. 1140 stellt die sehr einfache Betriebsweise des Ventiles *b* dar*).

Fig. 1140.



Die Kolbenstange *d* nimmt vermittelst der Reibung ihrer Stopfbüchse das mit letzterer aus einem Stück bestehende Ventil jedesmal bei dem Beginn eines Hubes um die Hubhöhe *h* mit, das eine mal beim Beginn des Saugens, das andere mal bei dem des Drückens. Vorbilder zu dieser Einrichtung kann man in gewissen physikalischen Luftpumpen als vorhanden erblicken.

§. 371.

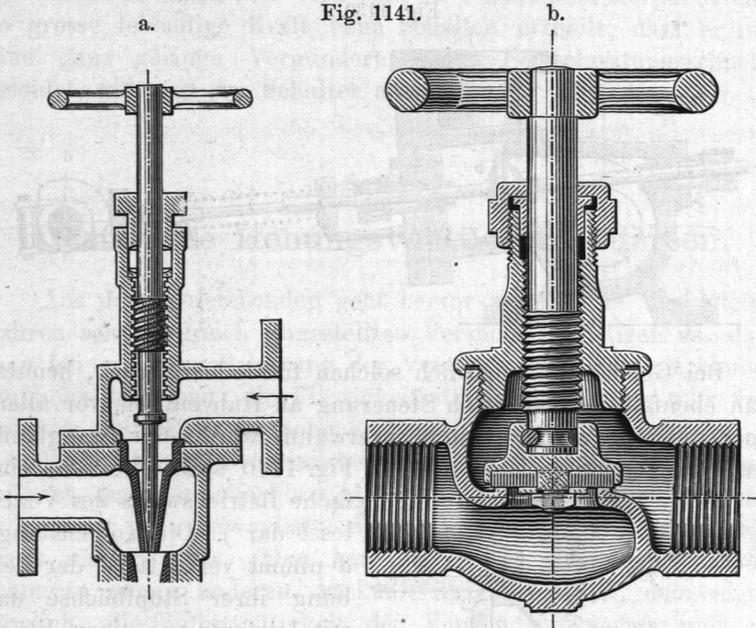
Schraubenförmig gehende Hubventile.

Die Bewegung eines Hubventiles in Schraubenlinien ist nicht so häufig wie die, bei den selbstthätigen Hubventilen sich ungezwungen anbietende geradlinige Bewegung; dafür ist sie aber um

*) An Luftpumpen von P. Blanchod & Cie in Vevey angewandt.

so mehr gebräuchlich bei Hubventilen, welche von Hand gestellt werden sollen. Fig. 1141 a zeigt ein Kegelventil mit Schrauben-

Fig. 1141.



bewegung, angewandt beim Giffard'schen Einspritzer. Es gestattet sehr feine Einstellung der Durchlassöffnung; ein ähnliches Stellventil, wegen der zugespitzten Form des Ventilkegels ein Nadelhahn genannt, findet man bei dem sogenannten Katarakt der Hubdampfmaschinen (vergl. S. 928) angewandt. Die Ventile an Gasregulatoren oder -Reglern sind in ähnlicher Weise durch konische Zuspitzung empfindlich gemacht, werden aber nicht durch Schrauben eingestellt. Absperrventile für Dampf- und Wasserleitungen werden sehr häufig als schraubenförmig bewegte Hubventile hergestellt. Ein Beispiel führt Fig. 1141 b vor. So lange das Ventil seinen Sitz nicht berührt, findet beim Heben wie Senken schraubenförmige Fortbewegung statt, die dann beim Anpressen der Liderung an den Sitz aufhört. Hier in unserm Beispiel ist die Liderungsplatte aus Asbestpappe hergestellt gedacht. Ventile wie das vorliegende nennt man Niederschraubhähne, und wenn sie, wie hier annähernd der Fall ist, im Mitteltheil des Gehäuses kugelig gestaltet sind, auch wohl Kugelhähne. Sie sind in ungemein grosser Zahl für Dampf- wie Wasserleitungen im Gebrauch.

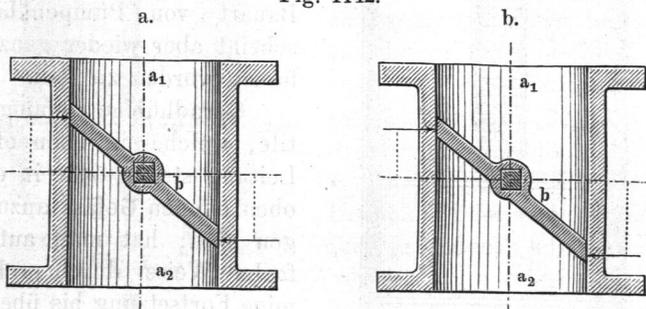
§. 372.

Entlastete Hubventile.

Die Aufgabe, ein unselbstthätiges Hebungsventil vom Flüssigkeitsdruck zu entlasten, wird häufig gestellt, wo leichtes Betreiben des Ventils durch äusseres Eingreifen stattfinden soll.

Bei den Gelenkventilen gelingt die Entlastung verhältnissmässig leicht durch Vereinigung zweier gleichen, entgegengesetzt gerichteten Klappen zur sogenannten Drosselklappe, Fig. 1142.

Fig. 1142.

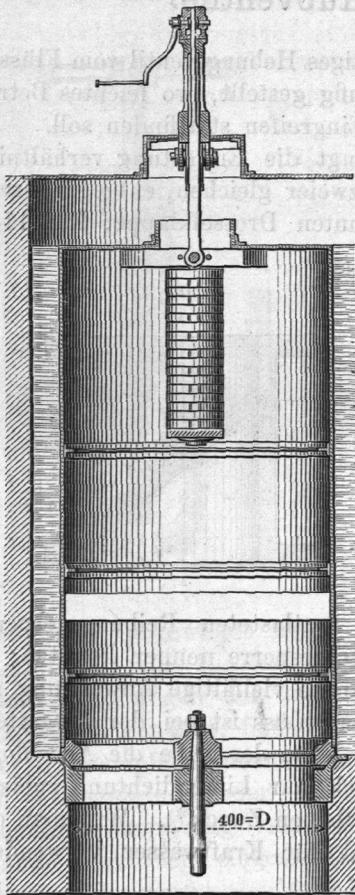


Sie ist das Seitenstück zu dem entlasteten Reibungsgesperre §. 250, welches wir deshalb Drosselgesperre nennen konnten; in Dampfmaschinen hat sie die bekannte vielfältige Anwendung als Regelungsventil gefunden. Ihr Verschluss ist bei der dargestellten Bauart mangelhaft, da in der Nähe der Nabe die Anschlussfläche kugelig sein muss, demnach nur Liniendichtung zulässt; er genügt indessen für den angegebenen Zweck*). Will man die Drosselklappe als Regelungsventil für Kraftwasser verwenden,

*) Die Revue industrielle hat unlängst (1888, 26. Mai, S. 205) bei einer längeren Besprechung der Drosselklappe die Bemerkung gebracht, dass die Dichtungsfläche so zu legen sei, wie Fig. 1142 b andeutet, um die Entlastung zu sichern. Beachtet man aber die, nach Robinson's wohlbegründeter Annahme (S. 1117) auf die Schlussflächen wirkenden Flüssigkeitspressungen, so erkennt man, dass diese nunmehr stark auf Eröffnung der Klappe hinwirken, wie in der Figur skizzirt ist. Eine derartige Einwirkung findet allerdings auch bei der obigen Anordnung statt, aber in weit geringerem Grade, und hört auf, sobald die Klappe nur mit feinem Spalt geöffnet wird. In diesem letzteren Falle tritt bei der Anordnung Fig. b ein starkes Drehmoment, welches auf Eröffnung hinwirkt, ein.

wie bei Turbinen wohl geschieht, so darf man nicht vergessen, dass sie dann grosse Stossverluste mit sich bringt (vergl. §. 340).

Fig. 1143.



äusserer Durchmesser gleich dem des Ventilkegels ist; das nicht unbedeutende Gewicht des Ventilkörpers wird durch Gegengewichte bis auf einen kleinen Rest ausgeglichen**).

Auch für selbstthätige Klappen mit ebenflächigem Sitz hat man die Entlastung nach Art der Drosselklappe versucht, und zwar schon früh, indem man dabei die Gegenklappe etwas kleiner liess, als die Hauptklappe, so dass Entlastung bis auf $\frac{3}{4}$ oder $\frac{7}{8}$ eintrat*). Diese Bauart von Pumpenklappen scheint aber wieder ganz verlassen worden zu sein.

Geradhübige Hebungventile, welche in oben offener Leitung stehen oder in einem oben offenen Gefäss anzubringen sind, hat man auf einfache Weise durch rohrförmige Fortsetzung bis über den Flüssigkeitsspiegel entlastet. Ein auf diese Weise entlastetes Kegelveil für einen Schleusenlauf (vergl. Fig. 993 bei b_1' und b_2') stellt Fig. 1143 dar. Dieses von Baumeister Cramer erfundene Ventil hat einen, aus Eisenblech hergestellten, das Oberwasser überragenden cylindrischen Mantel, dessen

*) S. Bélidor, Architecture hydraulique, Paris 1739, Bd. II; diese Klappen bestanden aus Messing und hatten Metaldichtung.

***) S. Annales des Ponts et Chaussées, 6me série, T. XII, 1886, II Semestre S. 248, Fontaine, Ing. en chef des P. et Ch., Note sur les vannes cylindriques des écluses du canal du centre. In demselben Bande findet sich S. 550 ein Einspruch wegen früherer Erfindung des Ventils seitens

Wollte man die Cramer'sche Bauart auf Ventile, die unter hohem Druck stehen, in praktischer Form übertragen, so könnte

Fig. 1144.

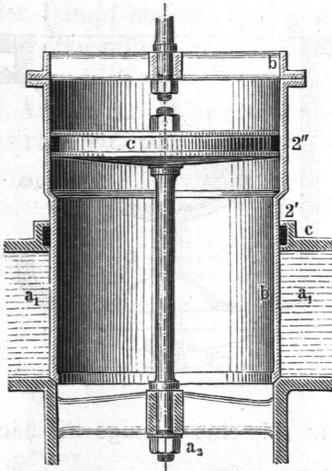
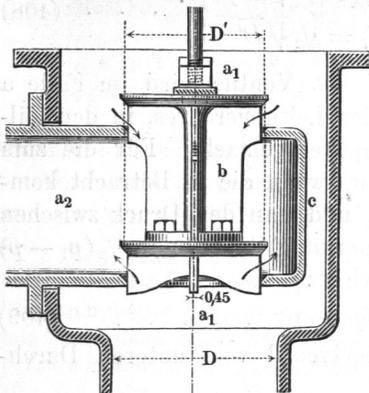


Fig. 1145 a.



dies unter Anwendung zweier Stopfbüchsen, einer äusseren und einer inneren, wie in Fig. 1144 angedeutet, geschehen, was aber zu grosse Umständlichkeiten mit sich bringt. Man hat für Hubventile, die unter Hochdruck stehen, eine bessere Bauform gefunden, darin bestehend, dass, wie bei der Drosselklappe, zwei entgegengesetzt gerichtete Hubventile vereinigt werden. Man nennt die so erhaltenen Ventile Doppelsitzventile. Fig. 1145 zeigt drei Formen derselben. a Dockenventil, b Rohrventil (beide durch Hornblower im vorigen Jahrhundert erfunden), c Glockenventil (von Gros); a zeigt deutlich die Entstehung aus zwei einander entgegen gerichteten Kegelventilen, b und c sind andere Gestaltungen derselben Hauptanlage.

Werden die Projektionen der beiden Sitzringe gerade ineinander gelegt, wie bei b und c dargestellt, so ist die dem Ueberdruck $p_1 - p$ allein ausgesetzte Projektion die Summe der beiden einzelnen. Man kann aber, wie in den Ver. Staaten

des Ingenieurs Clavenaud, Direktors des städtischen Dienstes in Lyon, worin Herr Clavenaud angibt, schon 1875/76 als Schüler der École des P. et Ch. derartige Ventile entworfen zu haben (vergl. aber die Anmerkung auf S. 1129). Das oben dargestellte Ventil ist als Umlaufventil einer Schleuse schon vor 1880 in Deutschland, und zwar durch Baumeister E. Cramer an der Bürgerwerderschleuse in Breslau nach eigenem Entwurf ausgeführt worden (s. Zeitschrift für Bauwesen 1880, S. 155). Herr Cramer geht also Herrn Fontaine thatsächlich vor (vergl. auch S. 1129).

bei allen drei Bauarten beliebt ist, auch die beiden einzelnen Projektionen übereinander bringen, wie bei a dargestellt ist,

Fig. 1145 b.

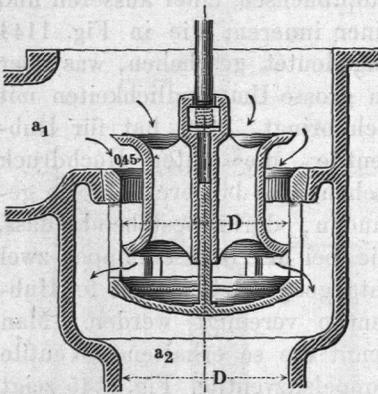
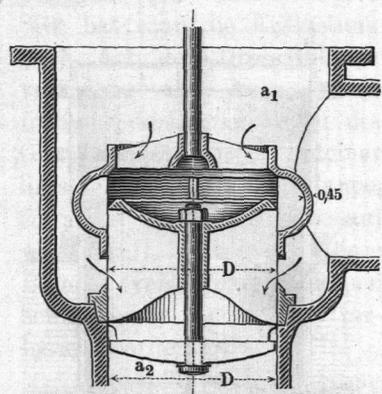


Fig. 1145 c.



worauf denn der Druck $p_1 - p$ nur für eine einzige Sitzfläche in Rechnung kommt.

Man macht bei den vorliegenden Doppelsitzventilen

$$\left. \begin{aligned} \text{die Sitzbreite } s &= \frac{1}{2}(4 + \sqrt{D'}) \\ \text{und deren Projektion } s_1 &= \frac{1}{2}\sqrt{D'} \end{aligned} \right\} \dots (408)$$

Der mittlere Durchmesser D' des Ventils wird im Falle a etwa $= 0,8$ vom Durchmesser D des Leitungsrohres, in den Fällen b und c gleich diesem Durchmesser gemacht. Für die zum Heben erforderliche Kraft hat man, wenn die in Betracht kommende Projektionsbreite $= s_1'$ ist, und man den Druck zwischen den Spiegelflächen gemäss der Anmerkung S. 1117 mit $\frac{1}{3}(p_1 - p)$ einführt, abgesehen vom Ventiltgewicht:

$$P' = \pi D' s_1'^2 \frac{1}{3} (p_1 - p) \dots (409)$$

während bei einem einfachen Kegelventil vom unteren Durchmesser D sein würde:

$$P = [\pi/4 D^2 + \frac{2}{3} s_1 \pi (D + s_1)] (p_1 - p) \dots (410)$$

P fällt verhältnissmässig sehr gross, P' immerhin auch nicht ganz unbedeutend aus.

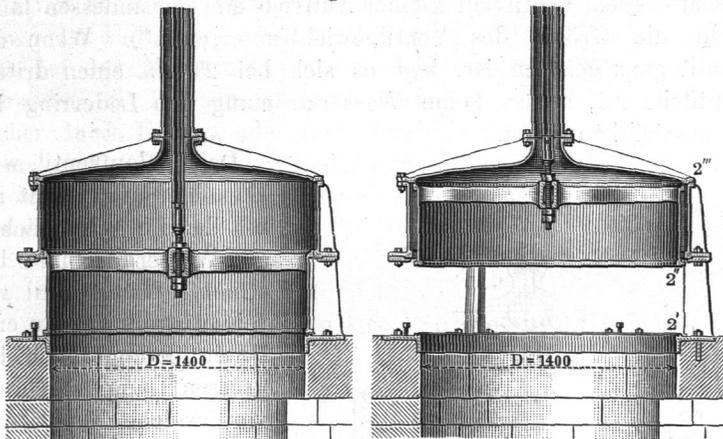
Beispiel. $D' = 300$ gibt bei der Bauart a für s_1' den Werth $\frac{1}{2} \sqrt{300} = 0,5.17,32 \sim 8,5$. Ist nun $p_1 - p =$ dem Druck von 4 at, d. i. $= 0,04$, so kommt $P' = \pi 300.8,5.^2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,04 \sim 214$ kg. Für das einfache Ventil ergäbe sich zunächst $D = D' : 0,8 = 300 : 0,8 = 375$ mm und

hiermit $s_1 = \sqrt{375} = 19,36 \sim 19 \text{ mm}$. Damit kommt $P = [\pi/4 \cdot 375^2 + 2/3 \cdot 19 \pi (375 + 19)] \cdot 0,04 = (110\,467 + 15\,682) \cdot 0,04 \sim 5046 \text{ kg}$, wonach P' rund $1/24 P$ ist.

Es ist sehr empfehlenswerth, bei Doppelsitzventilen, welche unter Dampf stehen, Sitz und Ventilkörper aus demselben Baustoff herzustellen, um ungleiche Wärmedehnung beider zu verhüten.

Auch für Wasserabschluss passen die Doppelsitzventile. Fig. 1146 stellt ein solches in seiner Anwendung auf einen

Fig. 1146.

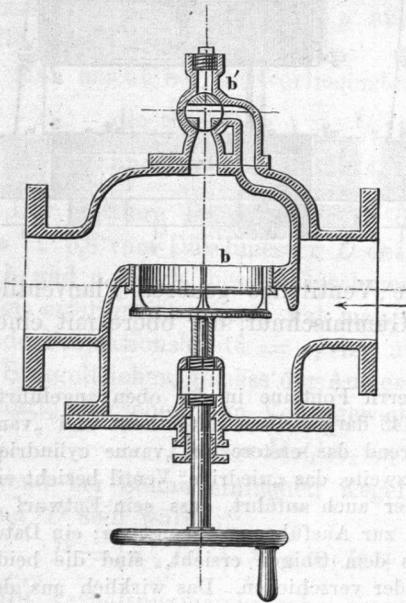


Schleusenumlauf dar*). Beide Ventilsitze gehören Planventilen an; der untere ist mit einer Gummischnur, der obere mit einem

*) Dieses Ventil wird von Herrn Fontaine in der oben angeführten Quelle gleich nach dem in Fig. 1143 dargestellten mitgetheilt und „vanne cylindrique basse“ genannt, während das erstere als „vanne cylindrique haute“ bezeichnet wird. Auf das zweite, das „niedrige“ Ventil bezieht sich die Einrede Herrn Clavenaud's, der auch anführt, dass sein Entwurf im Hafen von Colon am Panamakanal zur Ausführung gelangt sei; ein Datum gibt er nicht an. Wie man aus dem Obigen ersieht, sind die beiden Ventilbauarten gänzlich von einander verschieden. Das wirklich aus dem „hohen“ abzuleitende „niedrige“ Ventil müsste nach Fig. 1144 gestaltet sein, wobei wegen der geringen Druckhöhe die innere Stopfbüchse als überflüssig wegfallen könnte. Es bliebe dann die äussere Stopfbüchse allein übrig. Statt dieser hat offenbar Herr Fontaine die Liderung bei 2" gesetzt, ist aber dabei zu dem nicht mehr neuen Doppelsitzventil gelangt, während Herr Clavenaud letzteres unmittelbar angewandt hat. Ganz zweifellos hat hiernach Herr Cramer als der erste Erfinder des „hohen“ Ventiles zu gelten.

flachen Lederring gelidert, welcher an dem, das Ventil überdeckenden, feststehenden Mantel befestigt ist. Aus der Haube dieses Mantels geht ein, die Ventilstange umhüllendes Rohr nach oben bis über den Wasserspiegel. Das Ventil selbst ist ein Rohrventil (Fig. 1145 b), welches zum Unterschied von dem oben besprochenen auswendig statt inwendig mit der Obersäule in Verkehr steht. Diese Zuleitungsweise hat auch schon Hornblower benutzt. Ihr zufolge tritt, da überdies der Lederbesatz bei 2" auch noch biegsam ist, zudem die Projektionen der beiden Ventilspiegel ineinander liegen, ohne sich gegenseitig zu berühren, bei geschlossenem Ventil ein kleiner Auftrieb ein, der indessen lange nicht die Grösse des Ventilgewichtes erreicht*). Wenn das Ventil ganz gezogen ist, legt es sich bei 2" an einen dritten Ventilsitz an, sodass keine Wasserströmung den Lederring bei 2" beschädigen kann.

Fig. 1147.



Aitken's selbstthätigem Dampfabschliesser**), Fig. 1147 gefunden. Das Absperrventil *b*, welches mittelst Schraubenspindel

*) Er berechnet sich zu rund 240 kg.

**) Aitken's Patent automatic steam stop.

Das Umlaufventil, welches hier angewandt ist, um das für sehr mächtigen Wasserdurchfluss bestimmte Hauptventil vor seiner Eröffnung zu entlasten, kommt auch bei grossen Dampfmaschinen vor, welche Doppelsitzventile zu Steuerungsventilen haben. Neben diesen, oftmals auch auf diesen, bringt man ganz kleine Doppelsitzventile an, welche zuerst Dampf unter das Hauptventil strömen lassen und es dadurch entlasten, ehe dessen Anhebung beginnt. Eine andere Verwendung hat das Umlaufventil in

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.

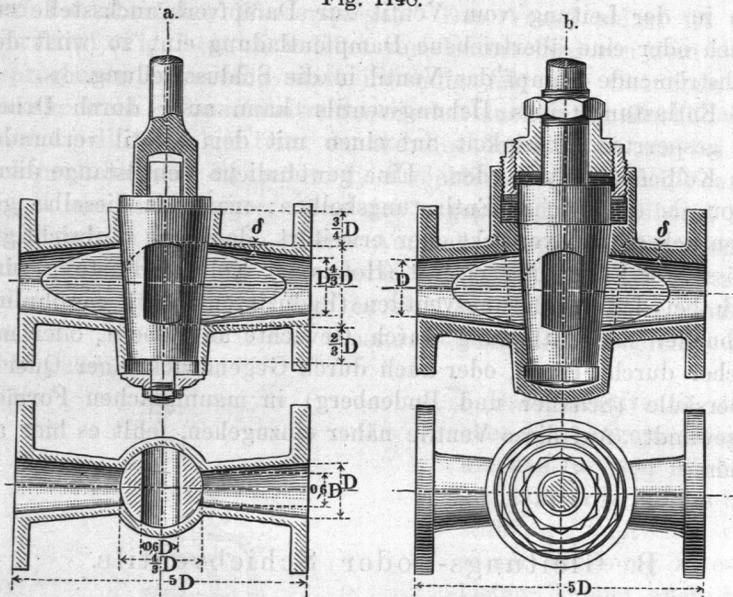
Hähne und Drehschieber.

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.

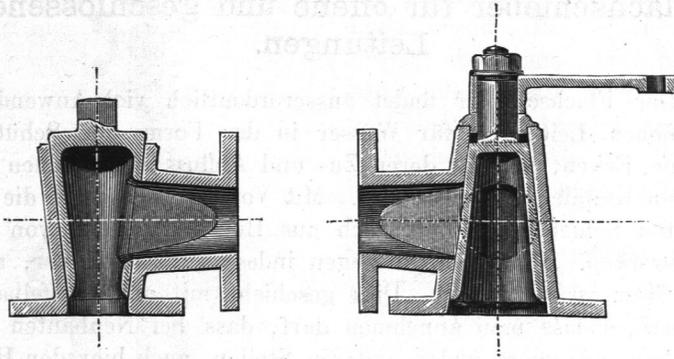
Fig. 1149 zeigt zwei Hähne mit Hohlschlüssel, sehr beliebt als Einspritzhähne für Kondensatoren.

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.

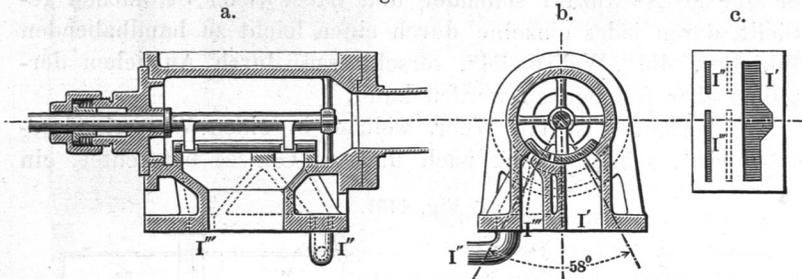
betriebenen Drehschieber, der als Anlassventil einer Dreiverbundmaschine dient*), zeigt Fig. 1150. a Längen-, b Querschnitt,

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.

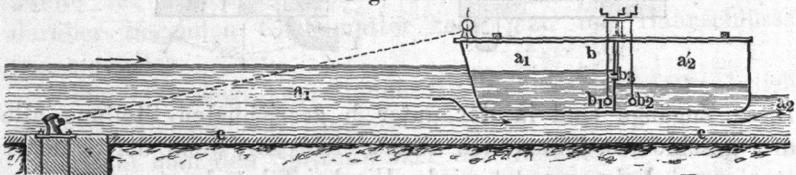
§. 374.

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.

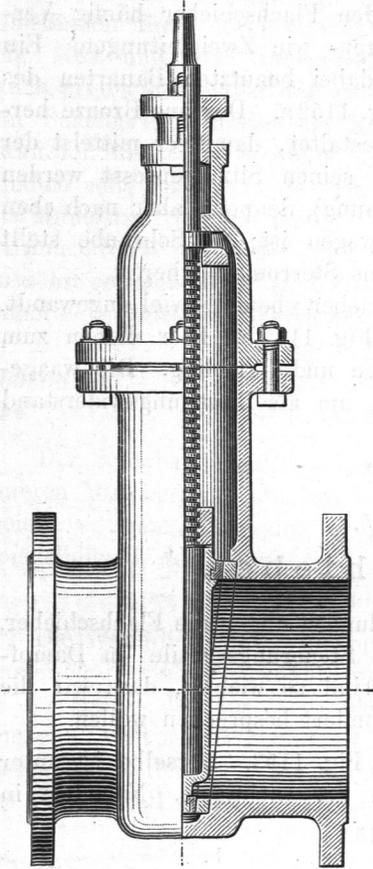
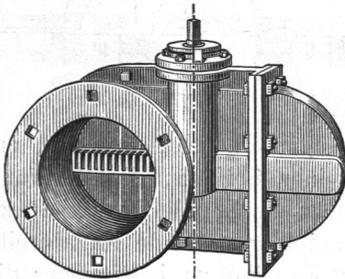


Fig. 1152 b.



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.

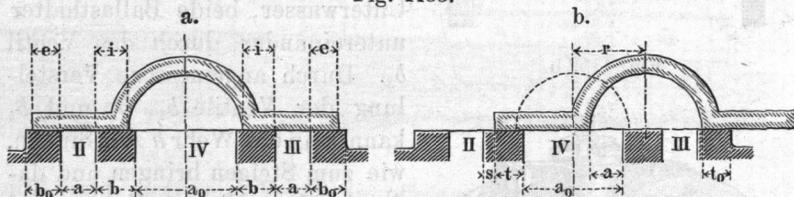
§. 375.

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:

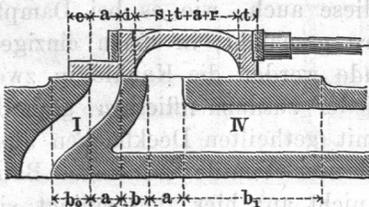
$$\left. \begin{aligned} \text{Sodann ist:} \quad & a_0 = 2a + l + i - t \\ & r = a + e + s \\ \text{und} \quad & l = 4a + 3l + i + 2s + t \end{aligned} \right\} \dots (411)$$

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.



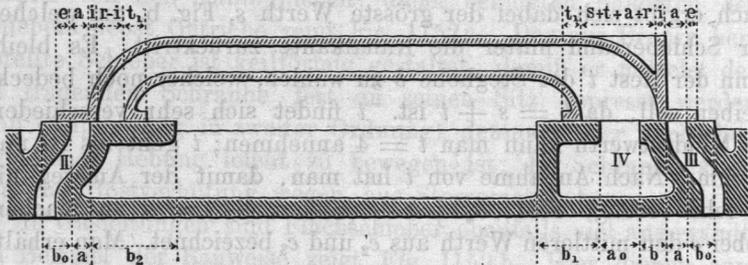
2. Der getheilte Muschelschieber, Fig. 1154. Hier sind zwei und zwei von den vier Ventilen, welche im Muschelschieber vereinigt waren, als je ein Stück hergestellt, dann aber wieder durch ein Gestänge verbunden. Diese Bauart liefert kurze Dampfkanäle

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.



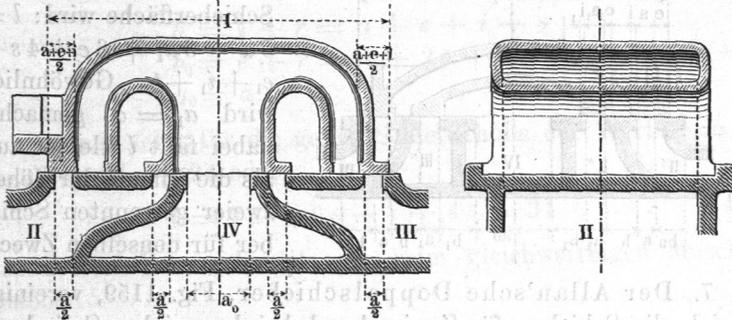
1. Beispiel. Bei $a = 20$, $e = 20$, $c = 18$, $s = 10$, $t = t_0 = 5$ mm kommt für den einfachen Muschelschieber die Grundflächenhöhe $l = 4 \cdot 20 + 3 \cdot 20 + 18 + 2 \cdot 10 + 5 = 183$ mm. Für den getheilten Muschelschieber ergibt sich $l = 6 \cdot 20 + 4 \cdot 20 + 4 \cdot 10 + 45 = 260$ mm, 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.

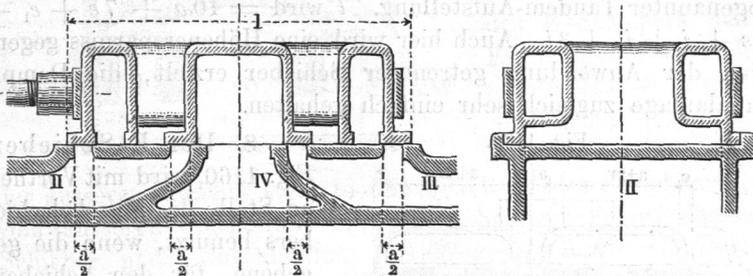


den Hub: $2r = a + e + s$, d. i. halb so viel als oben. Es leuchtet ein, dass die Deckungen $e/2$ und $i/2$ zu der Kanalhöhe $a/2$ in demselben Verhältniss stehen müssen, wie das Diagramm für die Beziehungen $a : e : i$ vorschreibt.

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.

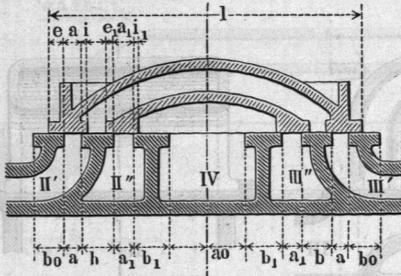


Dampfzulasse zum zweiten Einwegpaar von oben durch den Schieber geführt sind, was dazu nöthigte, die Nebenkanäle des ersten Einwegpaars seitlich im Schieber anzubringen.

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''

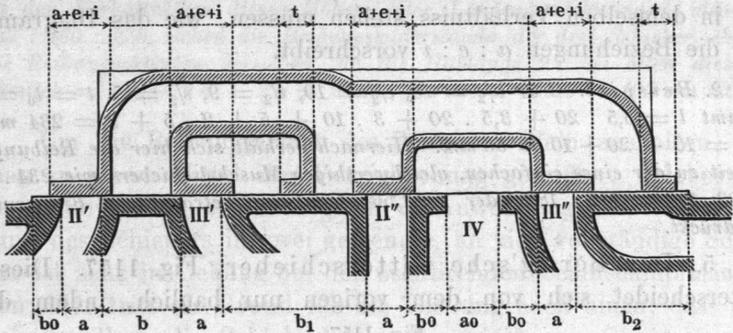
Fig. 1158.



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.

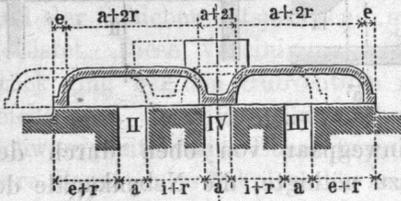
7. Der Allan'sche Doppelschieber, Fig. 1159, vereinigt in sich die Schieber für Zweiverbund bei konaxialen Cylindern,

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

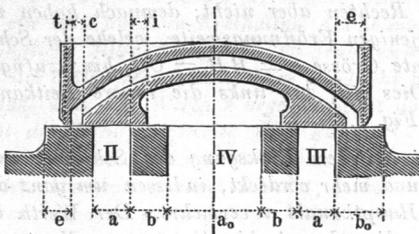
$$l = 7a + 6e + i + 4s + 2t \dots (414)$$

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.



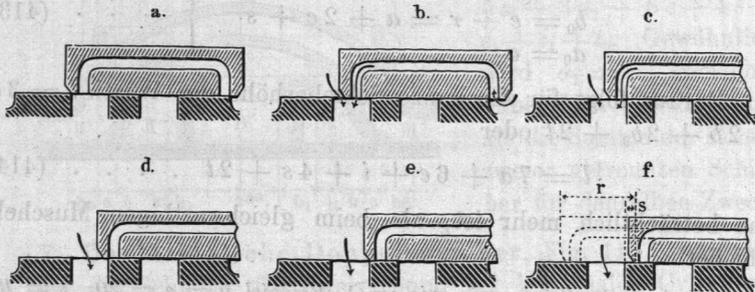
zusammensetzenden Muschelschiebern geht ein Leitkanal c durch, welcher wie die Muscheln des E-Schiebers wirkt. Es gilt wieder wie früher: $r = a + e + s$, und es wird gemacht: $b_0 = 2e - t$, d. h. der innere Rand

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.

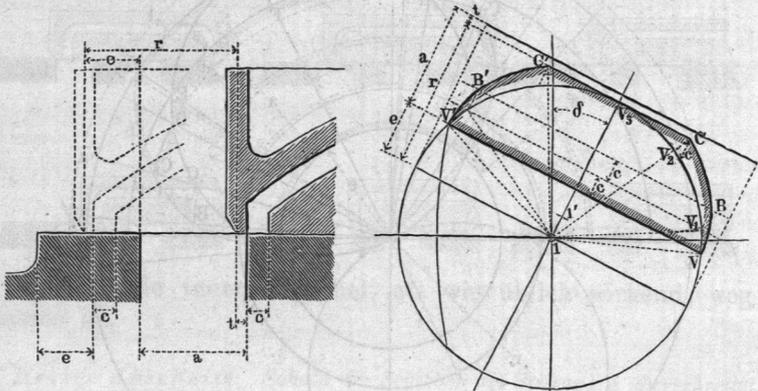
Dritter Abschnitt. Bei weiterem Linksgang des Schiebers wird nun die Leitkanalöffnung mehr und mehr verdeckt, indessen um ganz dieselbe Grösse die Eröffnung des Hauptkanals a vermehrt. Der Werth der Eröffnung bleibt also konstant; dies dauert, bis die äussere Kante des Leitkanals den Stegrand erreicht 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 DE 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'.

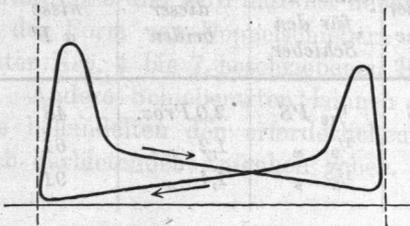
<i>Minutliche Umläufe</i>	<i>Last am Zaum</i>	<i>Arbeitsstärke N der Maschine</i>	<i>Arbeitsstärke N' für den Schieber</i>	<i>Verhältniss dieser beiden</i>	<i>Verhältnisse $\alpha P'$</i>
125	10 Pfd.	3 PS	$\frac{1}{16}$ PS	2,0 Proz.	48
175	30 "	9 "	$\frac{1}{9}$ "	1,2 "	61
200	40 "	13,5 "	$\frac{1}{5}$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

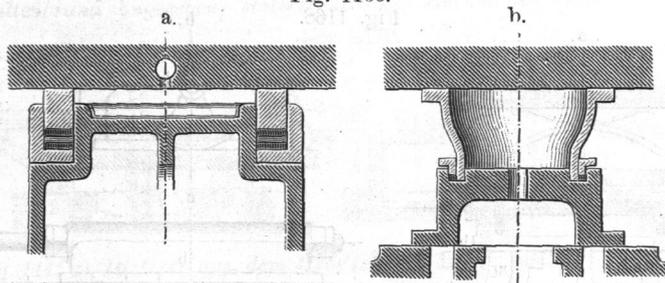
Bemerkenswerthe Beispiele zu diesen drei Verfahrungsweisen seien nun hier gegeben.

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.

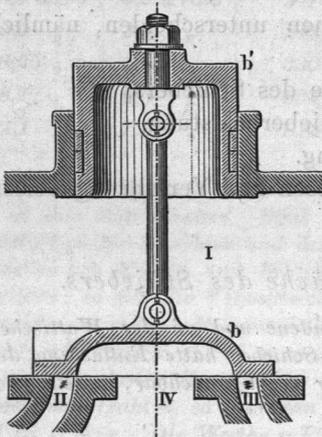


Gegenspiegel angebracht. Gegen diesen schleift dampfdicht ein weicher gusseiserner oder auch bronzener Ring, welcher auf dem Schieberrücken elastisch und dicht gelagert ist und mit diesem hin- und hergeht. Im Inneren des Ringes herrscht die Spannung des Auswegs. Angewandt auf dem Great Eastern. Fig. 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*).

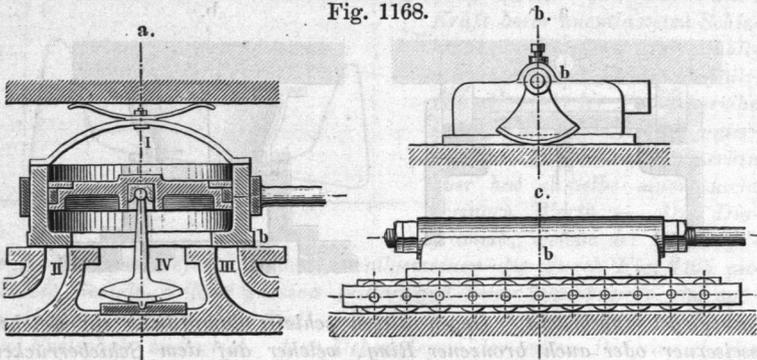
b. Gegendruck gegen die Schieberbelastung.

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.



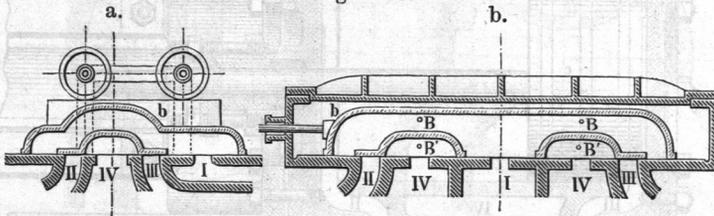
Serainger Fabrik für grosse Schiffsdampfmaschinen benutzt worden. — Zu den Schiebern der vorliegenden Gattung gehört auch der von Worthington

*) 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

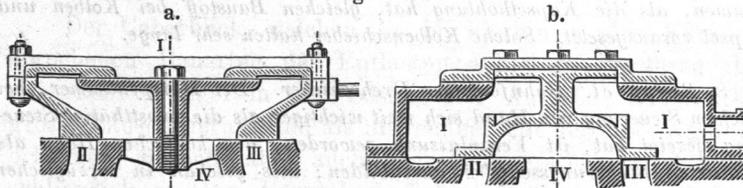
Fig. 1169.



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 Verbreiterung 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.

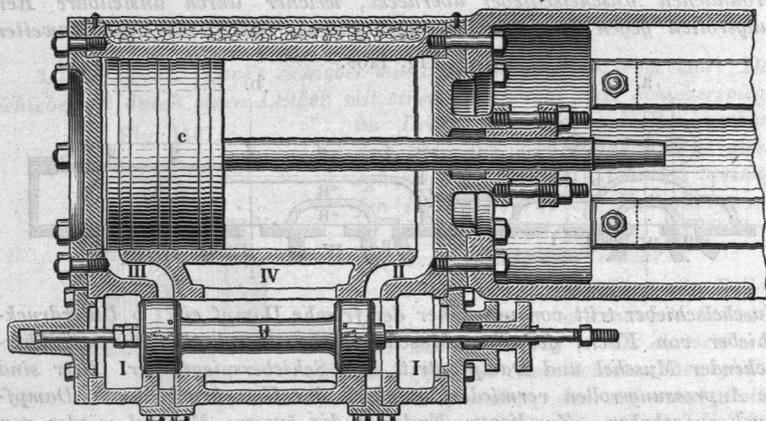
c. Allseitige Druckausgleichung.

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.

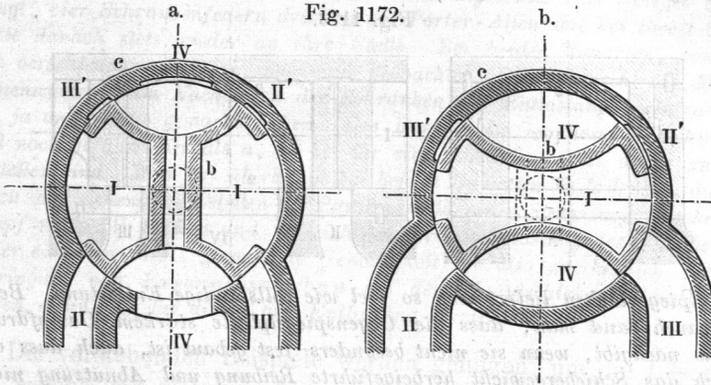


Hier haben die beiden den Schieber bildenden Kolben Metallliderung mit je einem Ringe, dem durch eine feine Bohrung auch Dampf auf der Innenseite zugeführt wird, um starke Federung unnötig zu machen. — Die Schwäche der sonst so vorzüglichen Kolbenschieber, wenn sie auf die Dampfmaschine angewandt werden, 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.

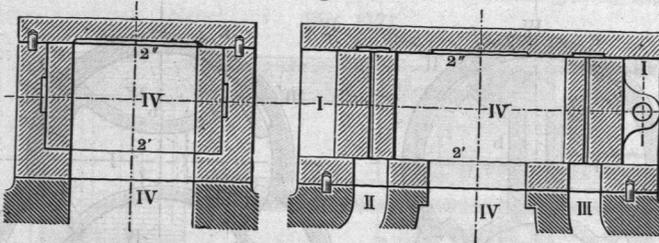
Der Ueberblick, welchen die bis hierhin in aller Kürze besprochenen Bauarten des Entlastungsschiebers gewähren, lässt einestheils Mängel in der Lösung der Aufgabe, anderentheils grosse Bauschwierigkeiten als untrennbar mit derselben verknüpft erkennen, deshalb aber auch begreiflich erscheinen, dass man 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

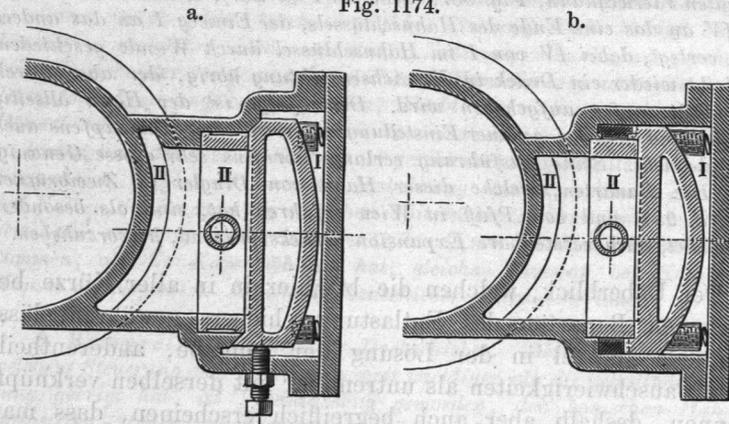
Fig. 1173.



der Spiegelflächen liefert eine so viel wie vollständige Entlastung. Beim Gebrauch fand man, dass die Gegenplatte 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 besten, 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.

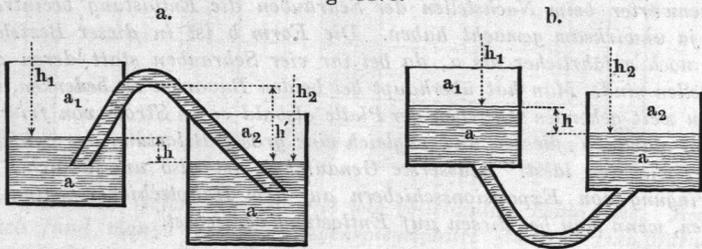
Flüssige Ventile.

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.



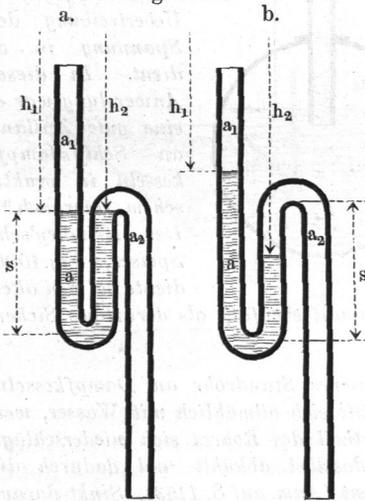
unterhalb der genannten Spiegel. a_1 und a_2 seien dabei Flüssigkeiten, welche mit a unverwandt sind*). Sind nun die Spannungen in a_1 und a_2 gleich gross, so fließt a unter der Druckhöhe h vom höheren zum niedrigeren Spiegel hin. Beim Düker geschieht dies stetig**, beim Heber unterbrochen, nämlich 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.



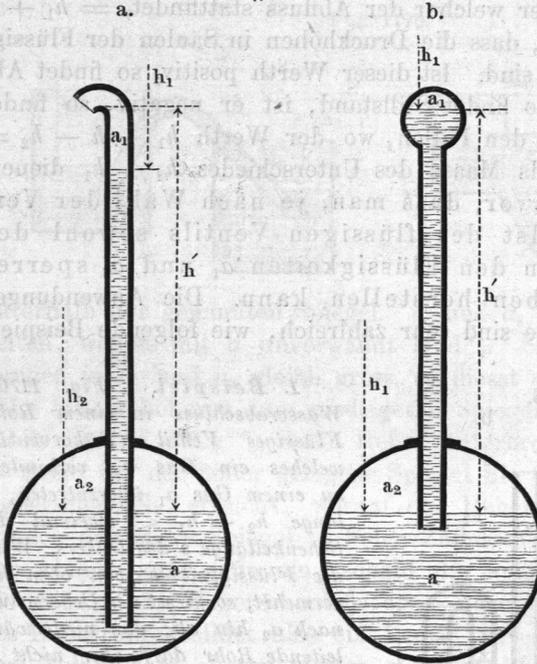
1. Beispiel. Fig. 1176 a Wasserabschluss in einem Rohr. Flüssiges Ventil (Düker Ventil), welches ein Gas a_2 verhindert, zu einem Gas a_1 überzutreten, so lange $h_2 - h_1 <$ zweimal der Schenkellänge s des Dükers. Wird die Flüssigkeit a von oben her vermehrt, so fließt der Ueberschuss nach a_2 hin ab; 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.

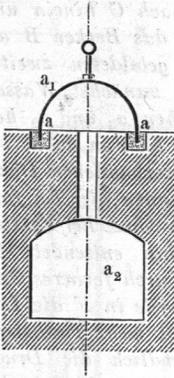
5. Beispiel. Beim Hochofen bildet das flüssige Eisen mit der darauf schwimmenden flüssigen Schlacke zusammen ein Düker Ventil, welches das

*) 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.

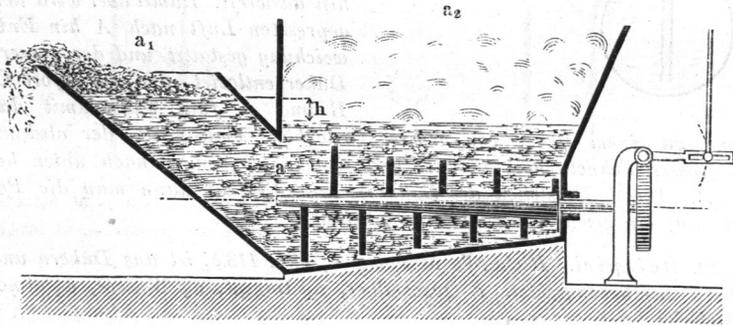
Fig. 1178.



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

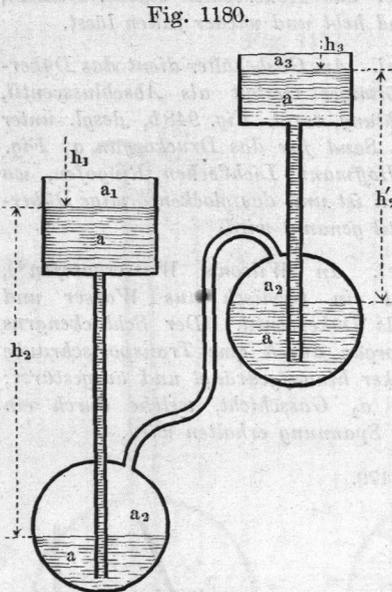


Fig. 1180.

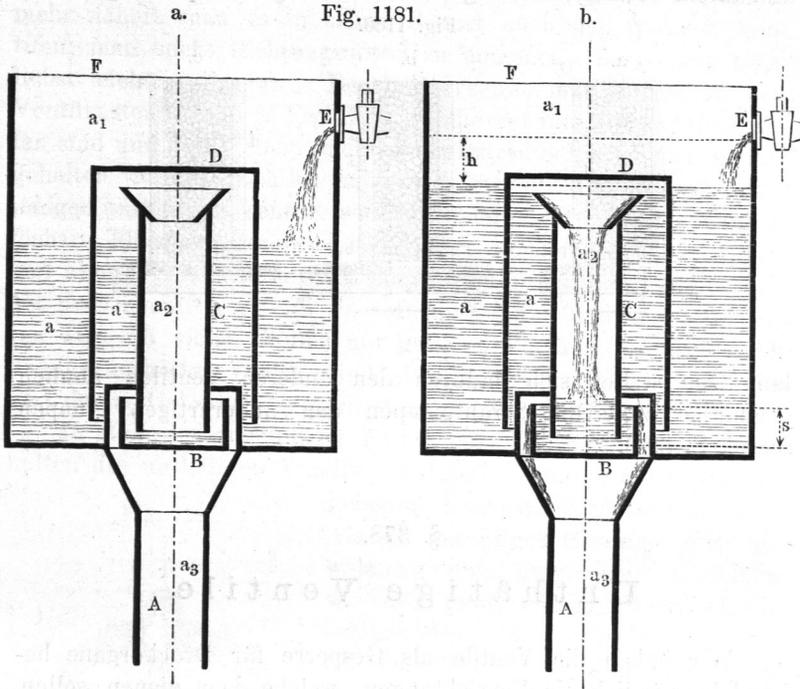
Ganze zu einem Heber von grosser Druckhöhe umwandelt, der alsdann mit grosser Schnelligkeit abläuft und den Inhalt von *F* nach unten befördert. Durch Einstellen des Zuflusses beim Einlauf kann man die Periode auf ein gewünschtes Zeitmaass bringen.

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.

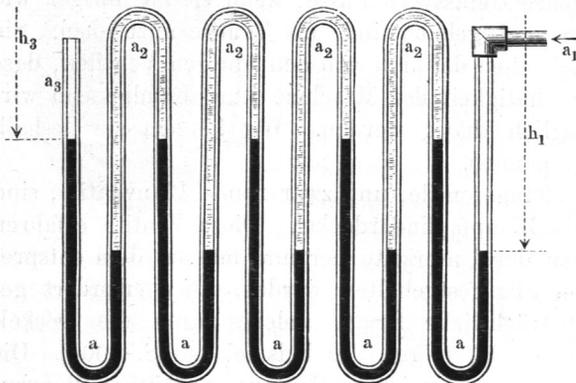
12. Beispiel. Die Langen'sche (von einem Wassersäulenmaschinen getriebene) Vorrichtung zum Entleeren der Glühöfen für Knochenkohle ist ein Schaltwerk, in welchem körneriges Druckorgan Ventil bildet. Die aus dem Glühofen unten herausragenden Röhren d , Fig. 1183 (a. S. 1160), in welchen sich die grusförmige, 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.

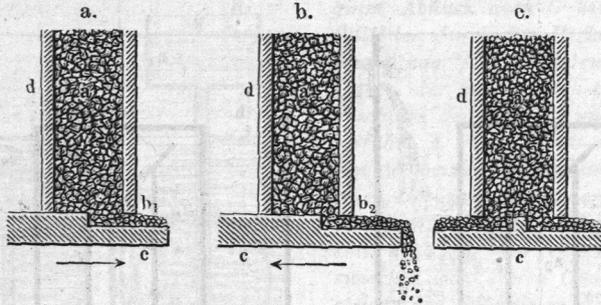


Die flüssigen Ventile sind so gut, unter Umständen sogar noch weit besser bezüglich des Verschlusses, als starre Ventile je sein können. Besonders bemerkenswerth

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.

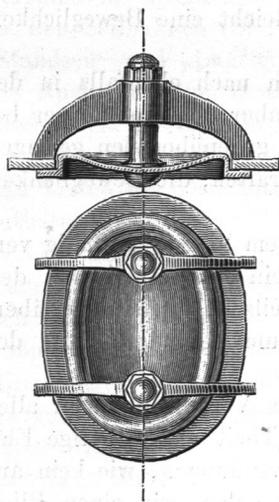
Wir haben die Ventile als Gesperre für Druckorgane behandelt, nämlich als Vorrichtungen, welche dazu dienen sollen, Druckorgane zeitweise an Fortbewegung zu verhindern (§. 365). Fasst man dieses „zeitweise“ recht allgemein auf, so hat man auch gewisse lösbare Gefässverschlüsse, wenn sie im übrigen wie 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 Kolb Ventil 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 kohlensaure 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.