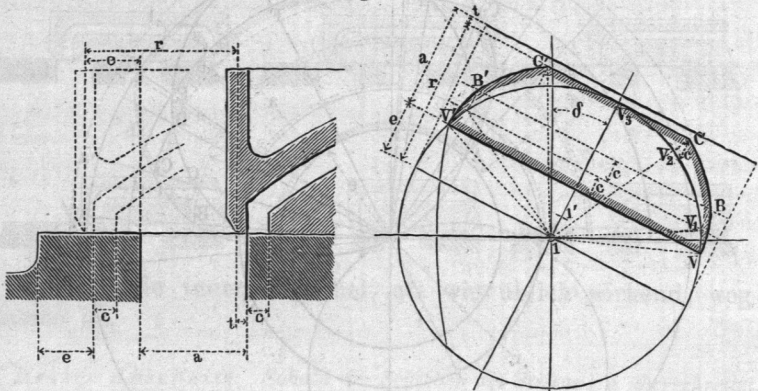


1. Beispiels zu erhalten, $a = 20 + s = 25$, $e = 20$, $i = 18$, $e_1 = 2$ mm, so erhält man zunächst $r = a + e - s = 25 + 20 - 5 = 40$ mm, so dann $a_0 = 2 \cdot 25 + 2 + 18 - 5 - 5 = 60$ mm, $b = 20 - 2 + 5 - 5 = 18$ mm, $c = 20 - 5 - 2 = 13$ mm und $l = 4 \cdot 25 + 4 \cdot 20 - 2 + 18 - 3 \cdot 5 + 5 = 186$ 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'.

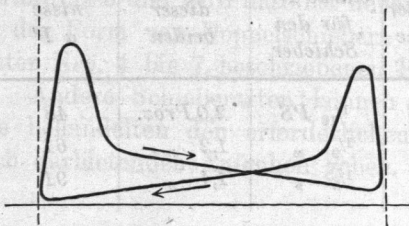
<i>Minutliche Umläufe</i>	<i>Last am Zaum</i>	<i>Arbeitsstärke N der Maschine</i>	<i>Arbeitsstärke N' für den Schieber</i>	<i>Verhältniss dieser beiden</i>	<i>Verhältnisse $\alpha P'$</i>
125	10 Pfd.	3 PS	$\frac{1}{16}$ PS	2,0 Proz.	48
175	30 "	9 "	$\frac{1}{9}$ "	1,2 "	61
200	40 "	13,5 "	$\frac{1}{5}$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

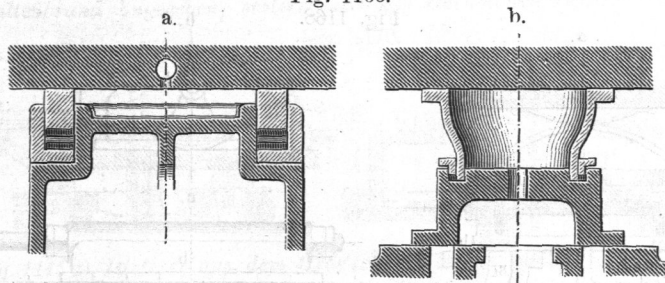
Bemerkenswerthe Beispiele zu diesen drei Verfahrungsweisen seien nun hier gegeben.

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.

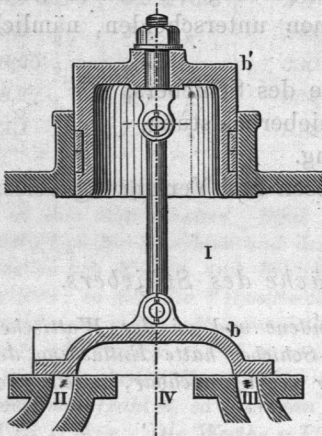


Gegenspiegel angebracht. Gegen diesen schleift dampfdicht ein weicher gusseiserner oder auch bronzener Ring, welcher auf dem Schieberrücken elastisch und dicht gelagert ist und mit diesem hin- und hergeht. Im Inneren des Ringes herrscht die Spannung des Auswegs. Angewandt auf dem Great Eastern. Fig.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

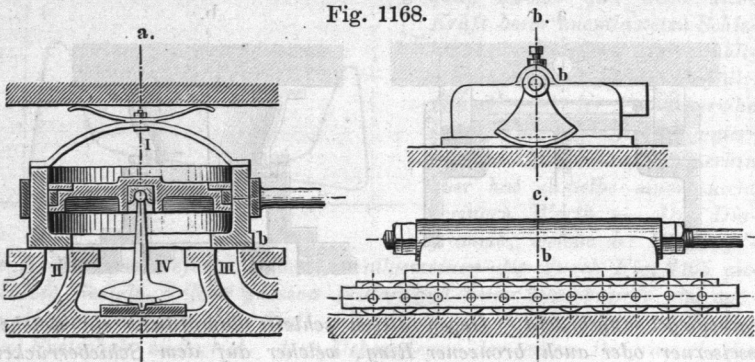
b. Gegendruck gegen die Schieberbelastung.

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 Wälzrollen. Er ist erfolgreich von der

Fig. 1168.



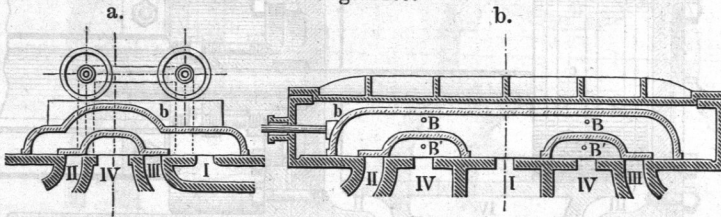
Serainger Fabrik für grosse Schiffsdampfmaschinen benutzt worden. — Zu den Schiebern der vorliegenden Gattung gehört auch der von Worthington

*) 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

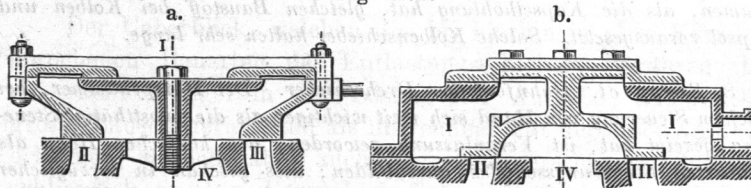
Fig. 1169.



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.

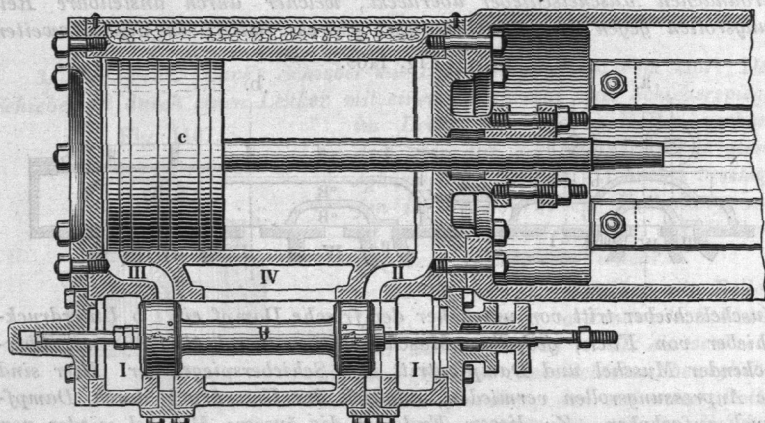
c. Allseitige Druckausgleichung.

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.

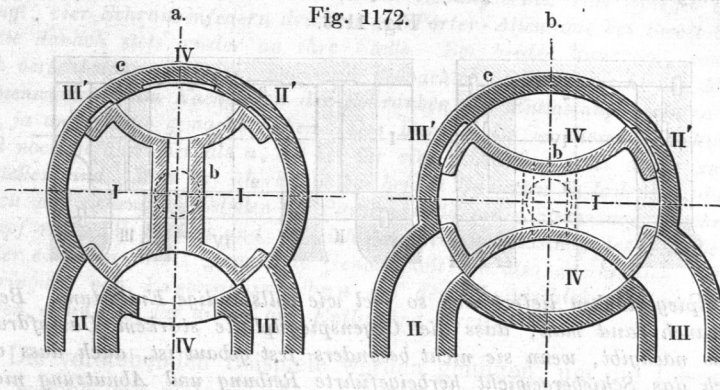


Hier haben die beiden den Schieber bildenden Kolben Metallriderung mit je einem Ringe, dem durch eine feine Bohrung auch Dampf auf der Innenseite zugeführt wird, um starke Federung unnötig zu machen. — Die Schwäche der sonst so vorzüglichen Kolbenschieber, wenn sie auf die Dampfmaschine angewandt werden,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

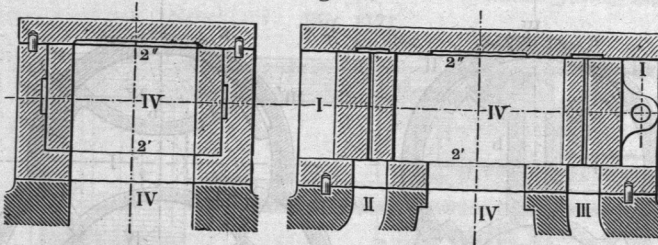
Der Ueberblick, welchen die bis hierhin in aller Kürze besprochenen Bauarten des Entlastungsschiebers gewähren, lässt einestheils Mängel in der Lösung der Aufgabe, anderentheils grosse Bauschwierigkeiten als untrennbar mit derselben verknüpft erkennen, deshalb aber auch begreiflich erscheinen, dass man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

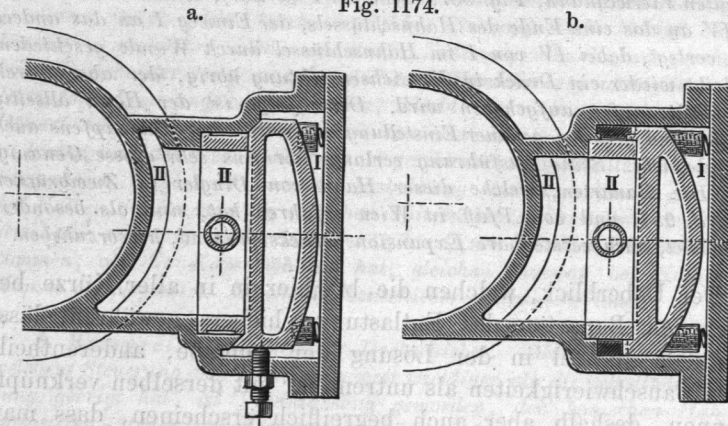
Fig. 1173.



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.